

Un masque couvrant la bouche et le nez est-il exempt d'effets secondaires indésirables et de risques potentiels dans son utilisation quotidienne ?

Kai Kisielinski, Paul Giboni, Andreas Prescher, Bernd Klosterhalfen, David Graessel, Stefan Funken, Oliver Kempfski et Oliver Hirsch

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

Traduction basée sur l'article original de l'IJERPH par Valérie Moser, Kai Kisielinski

Résumé

Dans de nombreux pays, l'obligation de porter un masque bucco-nasal dans les lieux publics pour contenir le SRAS-CoV-2 est devenue courante en 2020. À ce jour, les effets négatifs du port du masque sur la santé individuelle n'ont pas été étudiés de manière approfondie dans cette mesure. Le but de notre travail était de trouver, d'examiner, d'évaluer et de compiler les effets concomitants indésirables, scientifiquement prouvés, de l'utilisation de masques couvrant la bouche et le nez. Pour une évaluation quantitative, 44 études, principalement expérimentales, ont été trouvées, pour une évaluation substantielle, 65 publications. La littérature a révélé des phénomènes pertinents et défavorables des masques dans de nombreux domaines. Nous désignons les déficiences et symptômes psychologiques et physiques décrits en combinaison sous le nom de **syndrome de fatigue induite par le masque (MIES - Mask-Induced-Exhaustion-Syndrome)** en raison de leur présentation cohérente et récurrente dans des articles de différentes disciplines. Nous avons objectivé dans l'évaluation de l'étude des changements évidents dans la physiologie respiratoire chez les porteurs de masque avec une corrélation significative de la chute d'O₂ et de la fatigue ($p < 0.05$), ainsi qu'une cooccurrence groupée de déficience respiratoire et appauvrissement en oxygène (67 %), masque N95 et augmentation du CO₂ (82 %), masque N95 et appauvrissement en oxygène (72 %), masque N95 et maux de tête (60 %), déficience respiratoire et augmentation de la température (88 %), ainsi qu'augmentation de la température et humidité (100 %) sous les masques. Le port prolongé de masques par la population générale pourrait entraîner des effets et des conséquences significatifs dans de nombreux domaines médicaux.

Termes de recherche

personal protective equipment; masks; N95 face mask; surgical mask; risk, adverse effects; long term adverse effects; contraindications; health risk assessment; hypercapnia; hypoxia; headache; dyspnea; physical exertion; MIES-Syndrome.

1. Introduction

Au début de la propagation du **nouvel agent pathogène SRAS-CoV-2**, il a fallu prendre des décisions de grande portée, même sans données scientifiques explicites et disponibles. En tout état de cause, il était initialement prévu que les mesures d'urgence en cas de pandémie seraient limitées dans le temps afin de prévenir efficacement et rapidement la menace aiguë d'une surcharge du système de santé publique.

Dans ce contexte, l'Organisation mondiale de la santé (OMS), en avril 2020, a conseillé **le port d'un masque** uniquement pour les personnes symptomatiques, malades et le personnel de santé, et n'a pas recommandé son utilisation massive.

En juin 2020, l'OMS a modifié cette recommandation en se prononçant en faveur de l'utilisation générale de masques faciaux dans les lieux publics bondés, par exemple [1,2], même si une étude de méta-analyse (niveau de preuve Ia) spécifiquement commandée par l'OMS n'a pas pu déduire un bénéfice clair et scientifiquement tangible de preuve modérée ou forte pour les masques de tous types (masques en tissu, chirurgicaux et N95) [3]. Alors que l'espacement d'au moins un mètre a montré des preuves modérées en ce qui concerne la propagation du SRAS-CoV-2, seules des preuves faibles, au mieux, ont pu être trouvées pour les masques seuls dans l'utilisation quotidienne (cadre non médical) [3]. Une autre méta-analyse réalisée la même année a confirmé la faiblesse des preuves scientifiques pour tous les types de masques [4].

En conséquence, l'OMS n'a pas recommandé l'utilisation générale ou non critique des masques dans la population générale, et a étendu sa liste de risques et de dangers en deux mois seulement. Alors que la directive d'avril 2020 faisait référence aux dangers de l'autocontamination, aux éventuels problèmes respiratoires et au faux sentiment de sécurité, la directive de juin 2020 a trouvé des effets indésirables potentiels supplémentaires tels que des maux de tête, le développement de lésions cutanées du visage, une dermatite irritante, de l'acné ou un risque accru de contamination dans les espaces publics en raison d'une élimination inadéquate des masques [1,2].

Cependant, sous la pression d'un nombre absolu croissant de tests positifs pour le SRAS-CoV-2, de nombreux prescripteurs ont encore allongé les durées et les situations de port du masque, toujours justifiées par la volonté de limiter la propagation du virus [5]. Cette approche a été soutenue par les médias populaires, de nombreuses institutions et la majorité du public.

Parallèlement, des voix se sont élevées pour réclamer une vision plus différenciée au sein du corps médical et des scientifiques, qui, en tant qu'utilisateurs et observateurs des dispositifs médicaux, sont des organes de contrôle indispensables [6-8]. Alors qu'une discussion scientifique controversée a eu lieu dans le monde entier sur les avantages et les risques des masques faciaux dans l'espace public, ils sont simultanément devenus la nouvelle apparence sociale de la vie quotidienne dans de nombreux pays.

Bien que les décideurs qui ont mis en place **les masques obligatoires** semblent s'accorder sur le fait que les exemptions médicales sont justifiées, il incombe en fin de compte à chaque clinicien de déterminer quand recommander l'exemption des masques obligatoires. Les médecins sont confrontés à un conflit d'intérêts à cet égard. D'une part, les médecins ont un rôle vital à jouer pour soutenir les autorités dans la lutte contre une

pandémie. D'autre part, les médecins doivent, conformément à l'éthique médicale, protéger les intérêts, le bien-être et les droits de leurs patients vis-à-vis des tiers, avec le soin nécessaire et conformément à l'état reconnu des connaissances médicales [9-11].

Une analyse minutieuse des risques et des avantages est de plus en plus pertinente pour les patients et leurs praticiens, notamment en ce qui concerne **les effets potentiels à long terme** des masques. Le manque de connaissances sur la légitimité juridique d'une part, et sur les faits scientifiques médicaux d'autre part, est une raison d'incertitude chez les collègues cliniciens.

Ce document vise à fournir un premier compte rendu scientifique rapide des risques de l'utilisation générale des masques en se concentrant sur les éventuelles conséquences médicales défavorables des masques, en particulier dans certains groupes de diagnostic, de patients et d'utilisateurs.

2. Matériaux et méthodes

L'objectif était de rechercher **les effets indésirables et les risques documentés de différents types de masques** couvrant la bouche et le nez. Outre les masques en tissu (masques grand public), les masques du type masque chirurgical et les masques FFP2 du type N95 ou KN95 (Filtering Face Piece 2) ont été pris en compte.

Notre approche, consistant à limiter l'attention aux effets négatifs semble surprenante à première vue. Cependant, nous espérons que cela conduira à une augmentation de l'information. Notre méthodologie correspond à la stratégie de Villalonga-Olives et Kawachi, qui ont également réalisé une étude portant exclusivement sur les effets négatifs [12].

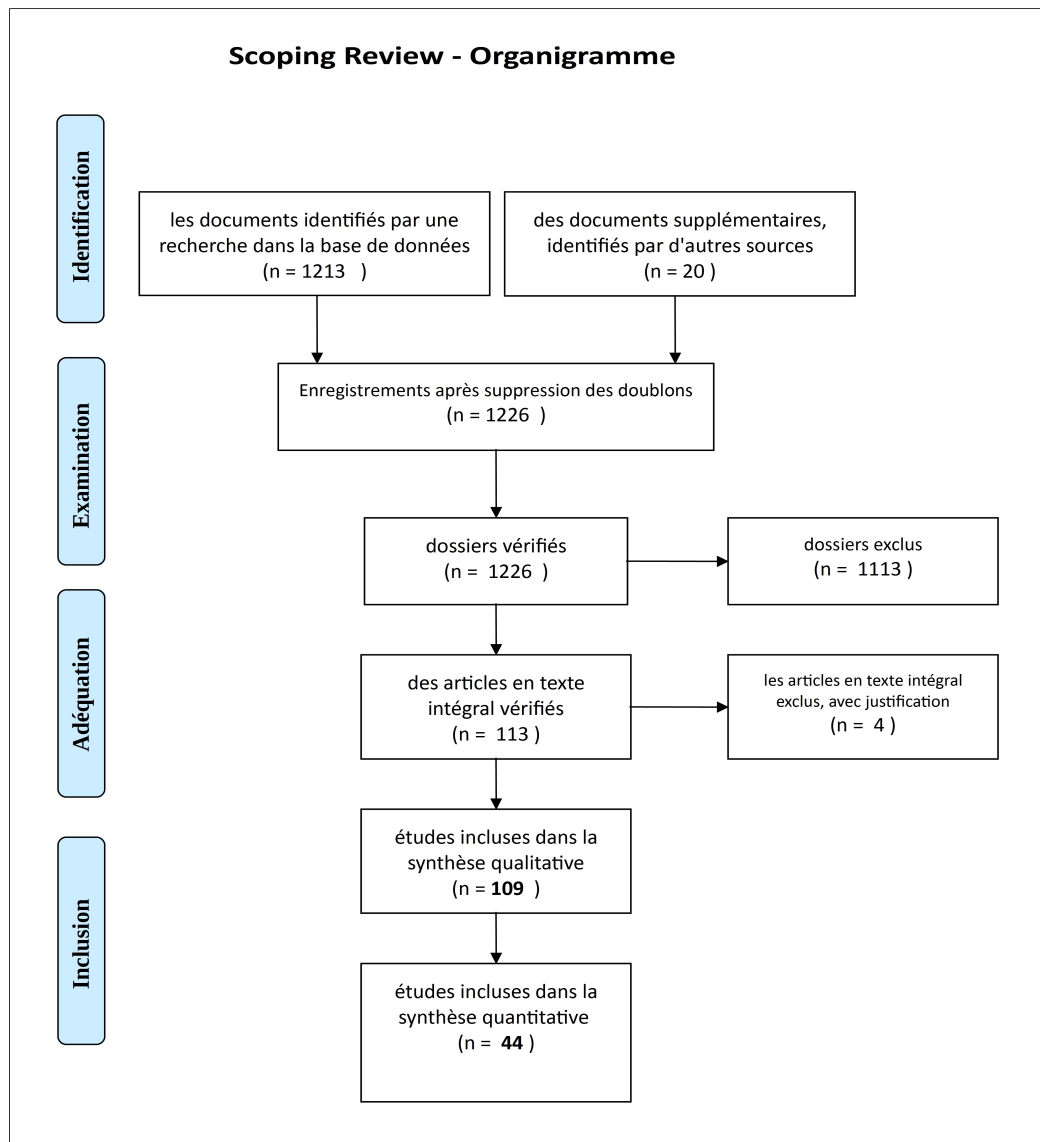
Pour les besoins de l'analyse documentaire, nous avons **défini le risque de masques couvrant la bouche et le nez** comme la description des symptômes ou des effets négatifs des masques. Les revues et les présentations d'experts dont aucune valeur mesurable n'a pu être extraite, mais qui présentent clairement la situation de la recherche, remplissent également ce critère.

En outre, nous avons défini un **effet négatif quantifiable des masques** comme la description d'un changement mesuré et statistiquement significatif d'un paramètre physiologique dans une direction pathologique ($p < 0,05$), ou une détection statistiquement significative de symptômes ($p < 0,05$), ou l'apparition de symptômes chez au moins 50% des personnes examinées dans un échantillon ($n \geq 50\%$).

Jusqu'au 31/10/2020 inclus, nous avons effectué une **recherche dans la base de données PubMed / MEDLINE** pour trouver des études et des publications scientifiques sur les effets indésirables et les risques des masques bucco-nasaux de différents types selon les critères ci-dessus (voir Figure 1 : Schéma d'examen).

Les termes recherchés étaient «**face mask**» (**masques de protection**), «**surgical mask**» (**masques chirurgicaux**) et «**N95**» en combinaison avec les termes «**risk**» (**risque**) et «**adverse effects**» (**effets indésirables**) ainsi que «**side effects**» (**effets secondaires**).

Figure 1: Méthodologie de notre examen



Les critères de sélection des articles étaient basés sur notre définition ci-dessus du risque et de l'effet indésirable des masques.

Ont été prises en compte principalement les publications en anglais et en allemand de niveaux de preuve I à III selon les recommandations de l'AHQR (Agency for Healthcare Research and Quality) qui ne dataient pas de plus de 20 ans au moment de l'examen. L'évaluation a également exclu les preuves de niveau IV, telles que les rapports de cas et les lettres à l'éditeur non pertinentes qui reflètent exclusivement des opinions sans preuves scientifiques. Après avoir exclu 1113 articles qui n'étaient pas pertinents pour la question de recherche, **un total de 109 publications pertinentes ont été trouvées pour l'évaluation dans le contexte de notre "examen étendu" Scoping Review** (Figure 1 : Diagramme de flux).

Au total, 65 publications pertinentes sur le sujet des masques ont été examinées dans le cadre de l'évaluation du contenu en ce qui concerne les risques et dangers potentiels liés à

l'utilisation de masques. Il s'agit de 14 revues et de 2 méta-analyses issues de la recherche primaire.

Pour l'évaluation quantitative, 44 présentations d'effets négatifs des années 2004 à 2020 étaient admissibles. 31 de ces études étaient expérimentales (70 %) et 13 articles étaient des études de collecte de données au sens de simples études observationnelles, notamment dans le domaine dermatologique (30 %). Les paramètres d'étude observés et les résultats significatifs de ces 44 publications ($p < 0,05$ ou $n \geq 50$ %) ont été compilés dans un tableau global (Figure 2).

Sur la base de ces données, une analyse de corrélation des effets de masque observés a été réalisée, y compris un calcul de corrélation des symptômes et des changements physiologiques enregistrés (pour des variables dichotomiques à échelle nominale selon Fisher utilisant R, R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche, version 4.0.2). En outre, 64 autres publications portant sur un éventail de sujets voisins ont été consultées en relation avec les effets de masque que nous avons trouvés. Il s'agit notamment de déclarations, de lignes directrices et de principes juridiques applicables. Afin d'élargir la quantité de données pour la discussion, nous avons procédé selon le principe de la «boule de neige» en repérant les citations des articles sélectionnés dans les bibliographies et, le cas échéant, en les incluant.

Étant donné que les connaissances tirées des contenus ouvrant la discussion, étaient, dans une mesure inattendue, liés à des sujets spécifiques, nous avons décidé de structurer les résultats en fonction des domaines de la médecine. Bien entendu, il existe des chevauchements entre les domaines respectifs, auxquels nous nous référons en détail.

Figure 2 : Vue d'ensemble des 44 études incluses présentant des effets indésirables significatifs quantifiés des masques (points et rectangles noirs).

Toutes les études n'ont pas examiné tous les paramètres, car les questions ciblées ou liées au sujet étaient souvent au premier plan. Les champs gris correspondent aux données manquantes dans les études primaires, les champs blancs correspondent aux effets mesurés. Nous avons constaté que les paramètres chimiques, physiques, physiologiques et les plaintes se combinent. Le symptôme de la somnolence est résumé dans le tableau pour tous les déficits neurologiques qualitatifs étudiés dans la littérature scientifique.

changements induits par le masque mesurés de manière significative dans les études scientifiques 2004-2020 : ● = p<0,05 ■ = n≥250 %	Masque en tissu	Masque chirurgical	Masque N95	O2↓	CO2↑	Humidité/Moisture ↑	Température↑	Résistance respiratoire↑	Fréquence respiratoire↑	Tension artérielle↑	Vasodilatation cérébrale	Fréquence cardiaque↑	Troubles respiratoires	Épuisement et fatigue	Somnolence	Vertiges	Maux de tête	Effet psycho-végétatif	Diminution de l'empathie	Démangeaisons	Irritation de la peau	Acné	Rhinite	Trouble de la voix	Faux sentiment de sécurité	Contamination bactérienne	Contamination fongique	Contamination virale	
	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	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																		●									
Zhiging 2018		X																								●			

3. Résultats

Un total de 65 articles scientifiques sur les masques a permis une évaluation purement basée sur le contenu. Il s'agissait de 14 examens et de 2 méta-analyses.

Sur les 44 articles, mathématiquement évaluables, présentant des conclusions significatives d'effets négatifs dûs au port du masque ($p < 0,05$ ou $n \geq 50\%$), 22 dataient de 2020 (50%), et 22 publications scientifiques dataient d'avant la pandémie de COVID-19. Sur ces 44 publications présentant des effets négatifs quantifiables et significatifs du port du masque, 31 (70 %) étaient de conception expérimentale, et les 13 autres étaient des études d'observation (30 %). La plupart de ces publications étaient en anglais (98%). 30 articles concernaient les masques chirurgicaux (68 %), 30 publications les masques N95 (68 %), et seulement 10 études les masques en tissu (23 %).

Malgré les différences entre les études primaires, nous avons pu démontrer une corrélation statistiquement significative entre les effets secondaires observés, à savoir la baisse de l'oxygène sanguin et la fatigue chez les porteurs de masque, avec $p = 0,0454$ dans l'analyse quantitative.

En outre, nous avons constaté une présence simultanée mathématiquement répétée des effets des masques qui ont été confirmés de manière statistiquement significative dans les études primaires ($p < 0,05$ et $n \geq 50\%$), comme le montre la figure 2.

Nous avons trouvé une apparition associée de déficience respiratoire et d'augmentation du dioxyde de carbone lors de l'utilisation du masque N95 dans 9 des 11 articles scientifiques concernés (82%). Nous avons trouvé un résultat similaire pour la diminution de la saturation en oxygène et la déficience respiratoire, avec une détection synchrone dans 6 des 9 études sur les masques concernés (67 %). Les masques de type N95 ont été associés à des maux de tête dans 6 des 10 études concernées, soit 60 %. Pour la privation d'oxygène sous les masques N95, nous avons trouvé une cooccurrence dans 8 des 11 articles primaires (72 %).

L'augmentation de la température sous les masques était associée à la fatigue dans 50 % des cas (3 des 6 articles primaires avec cooccurrence des changements mesurés).

L'apparition commune du paramètre physique d'élévation de la température sous le masque avec le symptôme de déficience respiratoire a été trouvée dans 7 des 8 études concernées (88%). L'apparition combinée des paramètres physiques d'élévation de la température et d'humidité sous le masque a été constatée même à 100 % dans 6 des 6 études avec des mesures significatives de ces paramètres (Figure 2).

La revue de la littérature documente les phénomènes indésirables médicaux, d'organes et de systèmes d'organes pertinents associés aux masques dans les domaines de la médecine interne (au moins 11 publications, paragraphe 3.2). La liste comprend la neurologie (7 publications, paragraphe 3.3), la psychologie (plus de 10 publications, paragraphe 3.4), la psychiatrie (3 publications, paragraphe 3.5), la gynécologie (3 publications, paragraphe 3.6), la dermatologie (au moins 10 publications, paragraphe 3.7), l'oto-rhino-laryngologie (4 publications, paragraphe 3.8), l'odontologie (1 publication, paragraphe 3.8), la médecine du sport (4 publications, paragraphe 3.9), la sociologie (plus de 5 publications, paragraphe 3.10), la médecine du travail (plus de 14 publications, paragraphe 3.11), la microbiologie (au moins 4 publications, paragraphe 3.12), l'épidémiologie (plus de 16

publications, paragraphe 3.13) et la pédiatrie (4 publications, paragraphe 3.14), et la médecine environnementale (4 publications, paragraphe 3.15).

Tout d'abord, nous présentons les effets physiologiques généraux comme une base pour toutes les disciplines. Vient ensuite une description des résultats des différentes spécialités médicales, la pédiatrie constituant le dernier paragraphe.

3.1. Effets physiologiques et physiopathologiques généraux pour le porteur.

Déjà en 2005, une thèse expérimentale (étude croisée randomisée) a démontré que le port de masques chirurgicaux chez le personnel médical en bonne santé (15 sujets, 18-40 ans) entraîne des effets physiques mesurables avec des valeurs de $P_{tc}CO_2$ élevées de manière transcutanée après 30 minutes [13]. Ici, pour le changement significatif ($p < 0,05$) des gaz du sang vers l'hypercapnie, toujours dans les limites, le rôle du volume de l'espace mort et d'une rétention de CO_2 comme cause a été discuté. Les masques élargissent l'espace mort naturel (nez, gorge, trachée, bronches) à l'extérieur, au-delà de la bouche et du nez.

L'augmentation expérimentale du volume de l'espace mort pendant la respiration accroît la rétention du dioxyde de carbone (CO_2) au repos et pendant l'exercice, et augmente en conséquence la pression partielle du dioxyde de carbone pCO_2 dans le sang ($p < 0,05$) [14].

Outre l'augmentation de **la réinspiration de dioxyde de carbone (CO_2)** due à l'espace mort, les scientifiques discutent également de l'influence de **la résistance respiratoire** accrue lors de l'utilisation de masques [15-17].

Selon les données scientifiques, les porteurs de masques dans leur ensemble présentent des changements physiologiques visiblement fréquents, typiques, mesurables, liés au port du masque.

Lors d'une récente détermination de la teneur en gaz pour l'oxygène (mesuré en O_2 %) et le dioxyde de carbone (mesuré en CO_2 ppm) dans l'air sous une protection bucco-nasale chez 8 sujets, une étude d'intervention a montré une disponibilité d'oxygène plus faible même au repos sous les masques que sans les masques. Un analyseur de gaz multi-rae a été utilisé pour les mesures (RaeSystems®) (Sunnyvale, Californie CA, États-Unis). Au moment de l'étude, l'appareil était l'analyseur de gaz en temps réel multivariable portable le plus avancé, qui est également utilisé dans la médecine de sauvetage et les urgences opérationnelles. La concentration absolue d'oxygène (O_2 -vol%) dans l'air sous les masques a été significativement réduite (-12,4 vol% O_2 en termes absolus, statistiquement significatif à $p < 0,001$) avec 18,3% dans l'ensemble contre 20,9% dans l'air ambiant. Dans le même temps, sous les masques - une valeur critique pour la santé - une concentration de dioxyde de carbone (CO_2 vol%) augmentée d'un facteur 30 par rapport à l'air ambiant normal était mesurable (14162 ppm avec masque par rapport à 464 ppm sans masque, statistiquement significatif avec $p < 0,001$) [18].

Ces phénomènes sont responsables d'une **augmentation statistiquement significative du taux de dioxyde de carbone (CO_2) sanguin chez les porteurs de masque** [19,20], mesurable d'une part par voie transcutanée via une augmentation de la valeur de la $P_{tc}CO_2$ [15,17,19,21,22], et d'autre part via une augmentation de la pression partielle de dioxyde de carbone en fin d'expiration ($PETCO_2$) [23,24], ou via la pression partielle artérielle de dioxyde de carbone ($PaCO_2$) [25].

Outre l'**augmentation du taux de dioxyde de carbone (CO₂) dans le sang du porteur** (p<0,05) [13,15,17,19,21-28], une autre conséquence des masques qui a souvent été démontrée expérimentalement est une **diminution** statistiquement significative de la **saturation en oxygène du sang (SpO₂)** (p<0,05) [18,19,21,23,29-33]. Une diminution de la pression partielle en oxygène du sang (PaO₂), accompagnée d'une **augmentation de la fréquence cardiaque** (p<0,05) [15,23,29,30,34] et d'une **augmentation de la fréquence respiratoire** (p<0,05) [15,21,23,35,36] a également été documentée.

Une augmentation mesurable et statistiquement significative de la fréquence du pouls (p<0,05) et une diminution de la saturation en oxygène SpO₂ après la première (p<0,01) et la deuxième heure (p<0,0001) sous un masque (chirurgical) jetable ont été rapportées par des chercheurs dans une étude d'intervention au masque qu'ils ont menée sur 53 neurochirurgiens en activité [30].

Dans une autre étude expérimentale (étude comparative), les masques chirurgicaux et N95 ont provoqué une augmentation significative de la fréquence cardiaque (p<0,01) et une sensation d'épuisement correspondante (p<0,05) chez 10 volontaires sains des deux sexes après seulement 90 minutes de port pendant une activité physique, accompagnée d'une sensation de chaleur (p<0,0001) et de démangeaisons (p<0,01) avec mouillage de la protection bucco-nasale (p<0,0001) [35]. La pénétration de l'humidité a été déterminée par des capteurs en évaluant les logs (SCXI-1461, National Instruments, USA).

Ces phénomènes ont pu être reproduits dans une autre expérience utilisant des masques chirurgicaux sur 20 sujets sains. Les sujets masqués ont présenté une augmentation statistiquement significative des fréquences cardiaque (p<0,001) et respiratoire (p<0,02), accompagnée d'une augmentation également transcutanée statistiquement significative de la valeur de la PtcCO₂ (p<0,0006), et se sont plaints de difficultés respiratoires pendant l'exercice physique [15].

La réinhalation accrue de dioxyde de carbone (CO₂) provenant de l'augmentation du volume de l'espace mort chez les porteurs de masque peut déclencher par réflexe une augmentation de l'activité respiratoire avec un travail musculaire accru et, par conséquent, une augmentation de la demande et de la consommation d'oxygène [17]. Il s'agit d'une réaction aux changements pathologiques dans le sens d'un effet d'adaptation. Une baisse de la saturation en oxygène du sang (SpO₂) [30] ou de la pression partielle d'oxygène du sang (PaO₂) [34] induite par le masque peut à son tour intensifier les plaintes thoraciques subjectives [25,34].

Les changements documentés des gaz sanguins induits par le masque vers l'hypercapnie (augmentation des taux sanguins de dioxyde de carbone/CO₂) **et l'hypoxie** (diminution des taux sanguins d'oxygène/O₂) peuvent entraîner des effets non physiques supplémentaires tels que la confusion, la diminution de la capacité de réflexion et la désorientation [23,36-39], ainsi qu'une altération générale des capacités cognitives et une diminution des capacités psychomotrices [19,32,38-41]. Cela souligne l'importance des modifications des paramètres des gaz du sang comme cause d'effets psychologiques et neurologiques cliniquement pertinents. Les paramètres et effets susmentionnés (saturation en oxygène, teneur en dioxyde de carbone, capacités cognitives) ont été objectivés dans une étude sur les capteurs de saturation (Semi-Tec AG, Therwil, Suisse) via une échelle d'évaluation de Borg, une échelle de Frank, une échelle de confort des

appareils respiratoires de Roberge et une échelle de symptômes subjectifs au travail de Roberge ainsi qu'avec une échelle de Likert [19]. L'ECG conventionnel, la capnographie et les questionnaires sur les symptômes ont également été utilisés dans l'autre travail primaire avec la mesure des niveaux de dioxyde de carbone, du pouls et des capacités cognitives [23]. D'autres données physiologiques ont été recueillies à l'aide d'oxymètres de pouls (Allegiance, MCGaw, USA). Les plaintes subjectives ont été objectivées au moyen d'une échelle de Likert en 5 points et l'enregistrement de la vitesse motrice au moyen de transducteurs à position linéaire (Tendo-Fitrodyne, Sport Machins, Trencin, Slovaquie) [32]. Certains chercheurs ont utilisé des questionnaires standardisés et anonymes pour recueillir des données sur les plaintes subjectives associées aux masques [37].

Dans un cadre expérimental avec différents types de masques (grand public, chirurgical, N95), une augmentation significative de la fréquence cardiaque ($p < 0,04$), une diminution de la saturation en oxygène SpO_2 ($p < 0,05$) avec augmentation de la température de la peau et des difficultés respiratoires ($p < 0,002$) ont été objectivées chez 12 jeunes sujets sains (étudiants). En outre, les enquêteurs ont observé des vertiges ($p < 0,03$), une apathie ($p < 0,05$), des troubles de la pensée ($p < 0,03$) et des problèmes de concentration ($p < 0,02$), qui étaient également statistiquement significatifs sous le port du masque [29].

Selon d'autres chercheurs et leurs publications, les masques interfèrent également avec la régulation de la température, altèrent le champ visuel et la communication non verbale et verbale [15,17,19,36,37,42-45].

Les effets physiologiques mesurables, mais aussi qualitatifs, des masques mentionnés ci-dessus peuvent avoir des conséquences dans divers domaines de la médecine.

La pathologie a montré que les stimuli supraliminaires dépassant les limites normales ne sont pas les seuls à avoir des conséquences sur la maladie. Les stimuli sous-seuil sont également capables de provoquer des changements pathologiques si le temps d'exposition est suffisamment long. Par exemple, la moindre pollution atmosphérique par le sulfure d'hydrogène entraîne des troubles respiratoires (irritation de la gorge, toux, absorption réduite d'oxygène) et des maladies neurologiques (maux de tête, vertiges) [46]. En outre, une exposition inférieure à un seuil mais prolongée aux oxydes d'azote et aux particules est associée à un risque accru d'asthme, d'hospitalisation et de mortalité globale [47,48]. De faibles concentrations de pesticides ont également été associées à des conséquences pathologiques, telles que des mutations, la cancérogénèse et des maladies neurologiques, chez l'homme en cas d'ingestion à long terme [49]. De même, l'apport chronique d'arsenic en dessous du seuil est associé à un risque accru de cancer [50], l'apport de cadmium en dessous du seuil à la promotion de l'insuffisance cardiaque [51], l'apport de plomb en dessous du seuil à la génération d'hypertension, de troubles métaboliques rénaux et de déficience cognitive [52], ou l'apport de mercure en dessous du seuil à une déficience immunitaire et à des troubles neurologiques [53]. L'exposition subliminale aux rayons UV pendant de longues périodes est également connue pour provoquer des effets cancérigènes favorisant la mutation (notamment le cancer de la peau blanche) [54].

Les conséquences pathologiques à long terme des modifications défavorables induites par le masque sont donc à prévoir dans le cas de manifestations relativement mineures mais d'une exposition répétée sur de longues périodes, conformément au principe pathogénique susmentionné. À cet égard, les résultats statistiquement significatifs obtenus dans les études présentant des différences mathématiquement tangibles entre les porteurs de masque et les personnes sans masque sont cliniquement pertinents. En effet, ils indiquent que – avec une exposition correspondante, répétée et prolongée, aux conditions physiques, chimiques, biologiques, physiologiques, physiques et psychologiques, dont certaines sont subliminales, mais qui sont sensiblement orientées vers des domaines pathologiques – des changements réduisant la santé et des tableaux cliniques tels que l'hypertension artérielle et l'artériosclérose, y compris les maladies coronariennes (syndrome métabolique), ainsi que des maladies neurologiques peuvent se développer. Pour de **faibles augmentations de dioxyde de carbone dans l'air inhalé**, cet effet pathogène est prouvé par la production de maux de tête, l'irritation des voies respiratoires pouvant aller jusqu'à l'asthme, ainsi que par l'augmentation de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque avec des dommages vasculaires, et enfin des conséquences neuropathologiques et cardiovasculaires [38]. Cependant, même en cas d'**augmentation légère mais persistante de la fréquence cardiaque**, il a été démontré que le stress oxydatif favorise le dysfonctionnement endothélial par le biais d'une augmentation des messagers inflammatoires et, finalement, la promotion de l'athérosclérose des vaisseaux sanguins [55]. Un effet similaire, avec promotion de l'hypertension, perturbation de la fonction cardiaque et dommages aux vaisseaux sanguins qui alimentent le cerveau, est suggéré pour **les rythmes respiratoires qui sont légers et également augmentés sur de longues périodes** [56,57]. Les masques sont responsables des changements physiologiques susmentionnés, avec une augmentation du dioxyde de carbone dans l'air inhalé [18-28], de petites augmentations soutenues de la fréquence cardiaque [15,23,29,30,35] et une augmentation légère mais soutenue de la fréquence respiratoire [15,21,23,34,36].

Pour mieux comprendre les effets secondaires et les dangers des masques présentés dans cette revue de la littérature, il est possible de se référer aux principes connus de la physiologie respiratoire (Figure 3).

Le volume moyen de l'espace mort pendant la respiration chez l'adulte est d'environ 150-180 ml et il augmente de manière significative lorsque l'on porte un masque couvrant la bouche et le nez [58]. Par exemple, avec un masque N95, une étude expérimentale a déterminé que le volume de l'espace mort était d'environ 98 à 168 ml [59]. Cela correspond à une **augmentation de l'espace mort induit par le masque d'environ 65 % à 112 % pour les adultes**, et donc à un quasi-doublement. Pour une fréquence respiratoire de 12 par minute, le volume respiratoire pendulaire serait donc d'au moins 2,9-3,8 litres par minute avec un tel masque. Par conséquent, **l'effet du masque** augmentant l'espace mort entraîne **une réduction relative de 37 % du volume d'échange gazeux disponible pour les poumons par respiration** [60]. Ceci explique en grande partie l'altération de la physiologie respiratoire et les effets défavorables qui en résultent pour tous les types de masques en usage quotidien chez les personnes saines et malades (augmentation de la fréquence respiratoire, augmentation de la fréquence cardiaque, diminution de la

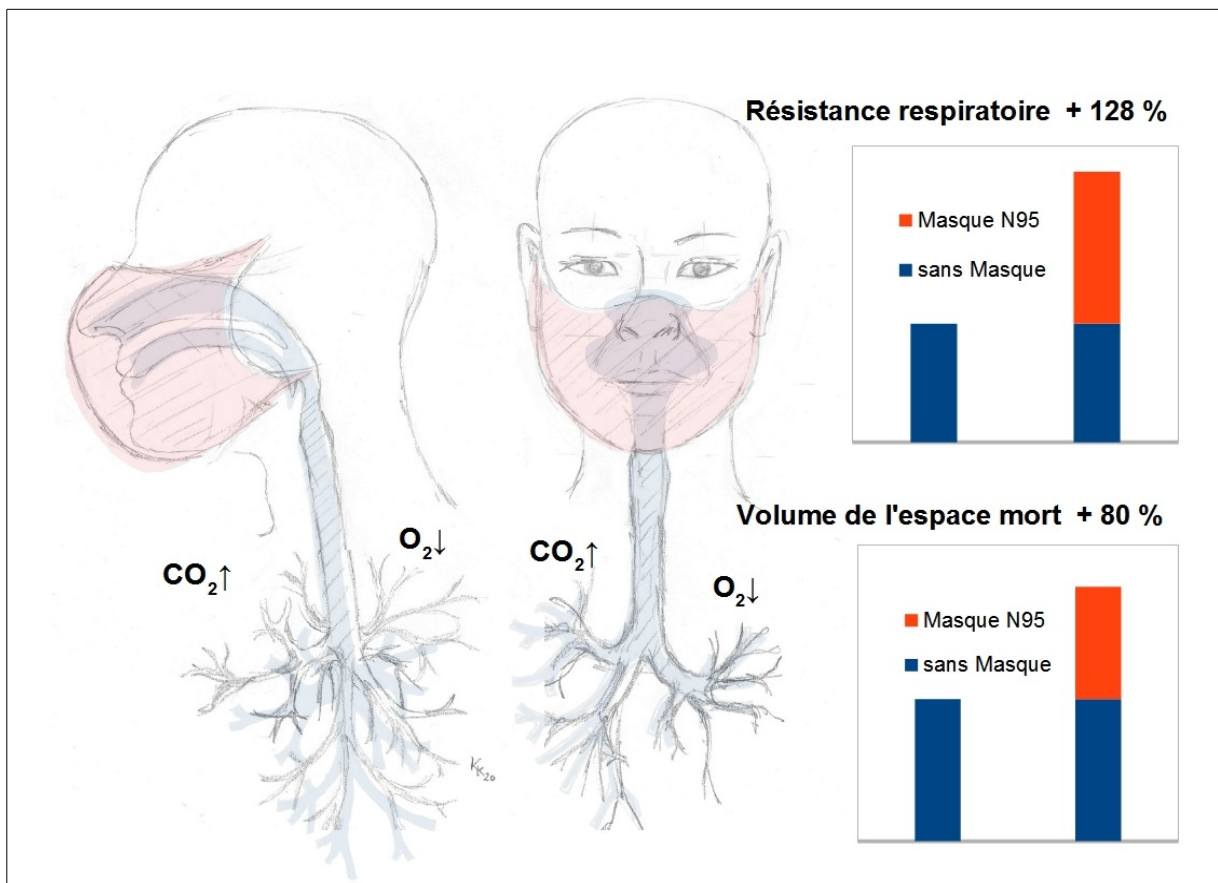
saturation en oxygène, augmentation de la pression partielle du dioxyde de carbone, épuisement, maux de tête, vertiges, troubles de la pensée, etc.) [36,58].

Outre l'effet de l'augmentation du volume de l'espace mort, **la résistance des voies respiratoires induite par le masque** est également d'une importance capitale (Figure 3) [23,36]. Des expériences ont démontré **une augmentation de la résistance des voies respiratoires** due à un masque N95 de **126 % pendant l'inspiration et de 122 % pendant l'expiration** [60]. Des études expérimentales ont également démontré que **l'humidification du masque (N95)** augmente la résistance des voies respiratoires de **3% supplémentaires** [61] et est donc capable d'augmenter la résistance des voies respiratoires jusqu'à 2,3 fois la valeur normale.

Figure 3: Physiopathologie du masque (principaux effets physiques et chimiques). Illustration de la résistance respiratoire* et du volume de l'espace mort** d'un masque N95 chez l'adulte. Lors de la respiration, le masque entraîne une **réduction significative du volume d'échange gazeux** possible des poumons de - 37 % (Lee 2011)[60] en raison de la diminution de la profondeur et du volume respiratoire due à **la résistance respiratoire** plus importante de plus 128 % * (effort pendant l'inspiration plus important que pendant l'expiration) et en raison de **l'augmentation du volume de l'espace mort** qui ne participe pas directement à l'échange gazeux, volume de l'espace mort de plus 80 % **

(* = inspiration et expiration moyennes selon Lee 2011 [60], y compris l'effet de mèche selon Roberge 2010 [61],

** = valeurs moyennes selon Xu 2015 [59]).



Cela montre clairement l'importance de la résistance des voies respiratoires d'un masque également. Ici, le masque agit comme un facteur de perturbation pendant la respiration et rend plausibles les réactions compensatoires observées avec une augmentation de la fréquence respiratoire et une sensation simultanée de détresse respiratoire (travail accru des muscles respiratoires). Cette charge supplémentaire due à l'augmentation du travail de respiration contre la plus grande résistance due aux masques entraîne également une fatigue accrue avec une augmentation de la fréquence cardiaque et une production accrue de CO₂. Dans notre examen des études sur les effets négatifs du masque (Figure 2), nous avons également constaté un pourcentage d'occurrences combinées de déficiences respiratoires significatives et de diminutions significatives de la saturation en oxygène (dans environ 67 % des résultats de toutes les études).

Nous avons également déterminé une corrélation statistiquement significative de la baisse de la saturation en oxygène (SpO₂) et de la fatigue avec la cooccurrence dans 58% des études sur l'utilisation du masque avec des résultats significatifs lors de l'évaluation des articles primaires (Figure 2, $p < 0,05$).

3.2. Effets secondaires et dangers internes

Déjà en 2012, une expérience avait montré une **augmentation significative des fréquences cardiaques** (+9,4 battements par minute en moyenne, $p < 0,001$) **et respiratoires** ($p < 0,02$) pendant la marche chez les 20 sujets masqués par rapport à l'activité identique sans masque. Ces changements physiologiques se sont accompagnés d'une augmentation des niveaux de PtcCO₂ mesurable de manière transcutanée ($p < 0,0006$) ainsi que de difficultés respiratoires chez les porteurs de masque par rapport au groupe témoin [15].

Dans une étude expérimentale comparative récente datant de 2020, 12 volontaires sains portant des masques chirurgicaux ainsi que des masques N95 ont présenté des **altérations mesurables** des paramètres de **la fonction pulmonaire** et de **la capacité cardio-pulmonaire** (réponse maximale au lactate sanguin plus faible) lors d'un exercice modéré à sévère par rapport à un exercice sans masque ($p < 0,001$) [31]. La résistance accrue des voies respiratoires a entraîné **une augmentation du travail respiratoire**, avec une **consommation et une demande accrues d'oxygène**, tant au niveau des muscles respiratoires que du cœur. La respiration était significativement gênée dans ce cas ($p < 0,001$), et les participants ont signalé une légère douleur. Les chercheurs ont conclu de leurs résultats que la compensation cardiaque des limitations pulmonaires induites par le masque, qui fonctionnait encore chez les sujets sains, n'était probablement plus possible chez **les patients ayant un débit cardiaque réduit** [31].

Dans une autre étude récente, les chercheurs ont testé des masques grand public, des masques chirurgicaux et des masques FFP2/N95 chez 26 sujets sains pendant un exercice sur un ergomètre à vélo. Tous les masques ont montré une rétention de dioxyde de carbone (CO₂) mesurable (PtcCO₂) (statistiquement significative avec $p < 0,001$), et les masques N95 ont montré une diminution de la saturation en oxygène SpO₂ (statistiquement significative à 75 et 100 W avec $p < 0,02$ et $p < 0,005$, respectivement). La

pertinence clinique de ces changements a été démontrée par une augmentation de la fréquence respiratoire avec les masques en tissu ($p < 0,04$) ainsi que par l'apparition des plaintes spécifiques au masque décrites précédemment, telles que la **sensation de chaleur, l'essoufflement et les maux de tête**. La sensation d'effort a été enregistrée à l'aide d'une échelle de Borg allant de 1 à 20. Lors d'un effort physique sous un masque N95, le groupe sous masque a montré une augmentation significative de **la sensation d'épuisement** par rapport au groupe respirant librement, avec 14,6 contre 11,9 sur l'échelle jusqu'à 20. Pendant l'effort, 14 des 24 sujets sous masque se sont également **plaints d'essoufflement** (58%), 4 de maux de tête et 2 de sensation de chaleur. La plupart des plaintes étaient liées aux masques FFP2 (72 %) [21].

Les effets physiologiques et subjectifs des masques sur les personnes en bonne santé, au repos et sous stress, mentionnés plus haut [21,31] donnent une indication de l'effet des masques sur les personnes malades et âgées, même sans stress.

Dans une étude d'observation portant sur dix infirmières âgées de 20 à 50 ans portant des masques respiratoires N95 pendant leur service, les effets négatifs du masque tels que des difficultés respiratoires («je ne peux pas respirer»), **une sensation d'épuisement**, des maux de tête ($p < 0,001$), une somnolence ($p < 0,001$), **une diminution de la saturation en oxygène SpO_2** ($p < 0,05$) et une **augmentation de la fréquence cardiaque** ($p < 0,001$) étaient statistiquement significatifs et associés à une augmentation de **l'obésité (IMC)** [19]. L'apparition des symptômes sous les masques était également associée à **un âge plus élevé (corrélation statistiquement significative)**, fatigue ainsi que somnolence avec $p < 0,01$ chacune, nausée avec $p < 0,05$, augmentation de la pression sanguine avec $p < 0,01$, mal de tête avec $p < 0,05$, difficulté à respirer avec $p < 0,001$) [19].

Dans une étude d'intervention menée auprès de 97 patients atteints de **bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO)** à un stade avancé, la fréquence respiratoire, la saturation en oxygène et les équivalents de dioxyde de carbone expirés (capnométrie) ont évolué de façon défavorable après l'utilisation de masques N95 (équivalent FFP2), initialement pendant 10 minutes au repos, puis pendant 6 minutes de marche. 7 patients ont interrompu l'expérience en raison de plaintes sérieuses concernant **la diminution de la saturation en oxygène (SpO_2)**, **la rétention pathologique de CO_2** et l'augmentation de la pression partielle du dioxyde de carbone en fin d'expiration ($PETCO_2$) [23]. Chez deux patients, la $PETCO_2$ a dépassé les limites normales et a atteint des valeurs de > 50 mmHg. Un $VEMS < 30\%$ et un score mMRC (échelle de dyspnée modifiée du Medical Research Council) de ≥ 3 , tous deux indicateurs d'une BPCO avancée, ont été corrélés à une intolérance globale au masque dans cette étude. Le symptôme le plus fréquent sous masque était **l'essoufflement**, à 86 %. Chez les personnes ayant abandonné l'étude, **des vertiges** (57%) et **des maux de tête** ont également été fréquemment enregistrés. Chez les patients BPCO tolérants au masque, des **augmentations** significatives **de la fréquence cardiaque**, de la fréquence respiratoire et de la pression partielle du dioxyde de carbone en fin d'expiration $PETCO_2$ ont également été objectivées au repos après seulement 10 minutes de port du masque ($p < 0,001$), accompagnées d'une **diminution de la saturation en oxygène SpO_2** ($p < 0,001$) [23]. Les résultats de cette étude avec un niveau de preuve IIa sont indicatifs pour les patients atteints de **BPCO** qui portent des masques.

Dans une autre étude comparative rétrospective sur la BPCO et les masques chirurgicaux, les investigateurs ont pu démontrer statistiquement **une augmentation de la pression partielle artérielle de dioxyde de carbone (PaCO₂)** d'environ 8 mmHg ($p < 0,005$) et une augmentation simultanée **de la pression artérielle systolique** liée au masque de 11 mmHg ($p < 0,02$) lors du port quotidien du masque [25]. Cette augmentation est pertinente chez les patients à hypertension artérielle, mais aussi chez les personnes en bonne santé présentant des valeurs de pression artérielle à la limite, car des domaines pathologiques déclenchés par le port du masque peuvent être induites.

Chez 39 **patients hémodialysés souffrant d'insuffisance rénale terminale**, un masque de type N95 (équivalent FFP2) a provoqué **une diminution significative de la pression partielle d'oxygène dans le sang (PaO₂)** chez 70 % des patients au repos (sous hémodialyse) en seulement 4 heures ($p = 0,006$). Malgré **l'augmentation compensatoire de la fréquence respiratoire** ($p < 0,001$), des malaises accompagnés **de douleurs thoraciques** sont apparus ($p < 0,001$) et ont même entraîné une hypoxémie (diminution de l'oxygène en dessous de la limite normale) chez 19 % des sujets [34]. Les chercheurs ont conclu de leurs résultats que les personnes âgées ou **les patients dont la fonction cardio-pulmonaire est réduite** ont un risque accru de développer une insuffisance respiratoire sévère sous masque [34].

Dans un article de synthèse sur les risques et les avantages des masques faciaux en cas de crise COVID-19, d'autres auteurs fournissent également une évaluation critique de l'utilisation des masques pour **les patients atteints de pneumonie**, qu'ils soient ou non atteints de la maladie COVID-19 [16].

3.3. Effets secondaires et dangers neurologiques

Dans une évaluation scientifique de la syncope en salle d'opération, le port d'un masque a été associé à cet événement chez 36 des 77 étudiants en médecine (47 %) [62]. Toutefois, il n'a pas été possible d'exclure avec certitude d'autres facteurs comme causes contributives. Dans leur examen des preuves de niveau III, des neurologues d'Israël, du Royaume-Uni et des États-Unis déclarent que le masque n'est pas adapté aux **épileptiques** car il peut déclencher une hyperventilation [63]. L'utilisation d'un masque augmente significativement la fréquence respiratoire d'environ 15-20% [15,21,23,34,64]. Cependant, une augmentation du rythme respiratoire dans le sens d'une **hyperventilation** est connue pour être utilisée pour la **provocation** dans le contexte du diagnostic de l'épilepsie, et provoque des modifications EEG équivalentes à des crises chez 80 % des patients atteints **d'épilepsie généralisée**, et jusqu'à 28 % des épileptiques focaux [65].

Des médecins de New York ont étudié les effets du port de masques chirurgicaux et de masques de type N95 chez le personnel médical dans un échantillon de 343 participants (interrogés à l'aide de questionnaires standardisés et anonymes). Le port des masques a provoqué des effets physiques indésirables détectables, tels que **des troubles de la perception** (24% des porteurs) et des **maux de tête** chez 71,4% des répondants. Parmi ceux-ci, 28 % ont persisté et ont nécessité un traitement médicamenteux. Des maux de tête sont apparus dans 15,2 % des cas sous 1 heure de port, dans 30,6 % des cas après 1

heure de port et dans 29,7 % des cas après 3 heures de port. Ainsi, les effets augmentaient avec la durée du port [37].

La confusion, la désorientation et même **la somnolence** (questionnaire de l'échelle de Likert) et **la réduction des capacités motrices** (mesurée à l'aide d'un transducteur de position linéaire) avec une capacité de réaction réduite et une altération générale des capacités (enregistrée à l'aide de l'échelle de Roberge Subjective Symptoms During Work Scale) suite à l'utilisation du masque ont également été documentées dans d'autres études [19,23,29,32,36,37].

Les chercheurs expliquent ces déficiences neurologiques par une baisse latente, induite par le masque, du taux d'oxygène O₂ dans le sang (dans le sens de l'hypoxie) ou une augmentation latente du taux de dioxyde de carbone CO₂ dans le sang (dans le sens de l'hypercapnie) [36]. Au vu des données scientifiques disponibles, cette relation semble également indiscutable [38-41].

Dans une expérience sur les masques datant de 2020, des **troubles significatifs de la pensée** ($p < 0,03$) et **de la concentration** ($p < 0,02$) ont été constatés pour tous les types de masques utilisés (masques en tissu, chirurgicaux et N95) après 100 minutes de port du masque [29]. Les troubles de la pensée étaient significativement corrélés à une diminution de la saturation en oxygène ($p < 0,001$) pendant l'utilisation du masque.

Dans une autre étude sur la protection respiratoire N95, jusqu'à 82 % des 158 porteurs de masque âgés de 21 à 35 ans ont ressenti **des maux de tête** ($p < 0,05$), dont un tiers (34 %) jusqu'à 4 fois par jour. Les répondants ont porté le masque pendant 18,3 jours sur une période de 30 jours, avec une moyenne de 5,9 heures par jour [66].

Une augmentation significative des maux de tête ($p < 0,05$) a été démontrée non seulement pour les N95 mais aussi pour les masques chirurgicaux chez les participants à une autre étude d'observation des travailleurs de la santé [67].

Dans une autre étude, parmi 306 utilisateurs d'un âge moyen de 43 ans et sous différents types de masques, les chercheurs ont classé un total de 51 % **des maux de tête initiaux comme un symptôme spécifique lié exclusivement à l'augmentation de l'utilisation des masques chirurgicaux et N95** (1 à 4 h, $p = 0,008$) [68].

Lors d'un essai portant sur 154 porteurs de masques N95 en bonne santé issus du service de santé, des chercheurs de Singapour ont pu démontrer qu'une **augmentation significative du taux de dioxyde de carbone dans le sang** (mesuré par la pression partielle du dioxyde de carbone en fin d'expiration PETCO₂) due au port du masque entraînait **une vasodilatation nettement plus importante avec une augmentation du débit de l'artère cérébrale** et s'accompagnait de maux de tête chez les participants à l'essai ($p < 0,001$) [27].

Selon les scientifiques, le stress et les facteurs mécaniques, tels que l'irritation des nerfs cervicaux dans la zone cou-tête par des sangles de masque serrées exerçant une pression sur les cordes nerveuses [66], contribuent également à déclencher des maux de tête lors de l'utilisation prolongée du masque, en plus des **changements vers l'hypoxie et l'hypercapnie** décrits ci-dessus.

Nous avons pu découvrir un rapport entre le masque N95 et les maux de tête dans notre examen des études primaires. Des céphalées significatives ont coïncidé avec le port du masque N95 dans 6 études sur 10 (60 % de tous les articles pertinents, Figure 2).

3.4. Effets secondaires et dangers psychiques

Selon une étude expérimentale, le port de masques de type masque chirurgical et N95 peut également entraîner une **diminution de la qualité de vie** en raison d'une réduction de la capacité d'exercice cardio-pulmonaire [31]. Les masques produisent également une augmentation significative de l'inconfort ($p < 0,03$ à $p < 0,0001$) et une sensation d'épuisement ($p < 0,05$ à $0,0001$) avec l'augmentation de la durée d'utilisation en raison des changements physiologiques et de l'inconfort décrits ci-dessus [69].

Les modifications des gaz sanguins vers l'hypercapnie (augmentation du CO_2) et l'hypoxie (diminution de l' O_2) sont discutées plus en détail dans le paragraphe sur les effets physiologiques généraux (paragraphe 3. 1) peuvent, en plus des effets physiques directs décrits ci-dessus, également **restreindre les capacités cognitives** du porteur du masque (mesurées par un questionnaire avec une échelle de Likert), avec une **diminution simultanée des capacités psychomotrices**, et donc provoquer également une **réduction de la capacité de réaction** (mesurée avec un transducteur à positions linéaires), ainsi qu'une restriction globale des performances (enregistrée à l'aide de l'échelle des symptômes subjectifs au travail de Roberge) [29,32,38,39,41].

Le masque provoque également une **altération du champ de vision** (notamment en ce qui concerne le sol et les obstacles au sol), et représente également une **inhibition des actions habituelles** telles que manger, boire ainsi que toucher, gratter et nettoyer la partie du visage non couverte, ce qui est vécu consciemment et inconsciemment comme une perturbation, une entrave et une restriction permanentes [36]. Par conséquent, le port de masque est porteur d'un **sentiment de privation de liberté** et de perte d'autonomie et d'autodétermination, ce qui peut entraîner une colère refoulée et une distraction constante subconsciente, d'autant plus que le port de masque est le plus souvent déterminé et ordonné de l'extérieur [70-71]. Ces **perturbations perçues de l'intégrité, de l'autodétermination et de l'autonomie**, associées à des sensations d'inconfort, contribuent souvent à une distraction importante et, en conjonction avec la diminution des capacités psychomotrices, la réduction de la réactivité et l'altération globale des performances cognitives induites par le masque, peuvent finalement conduire à une **mauvaise perception des situations** et à des réponses inappropriées, ainsi qu'à des réponses lentes et erronées, avec une diminution de l'efficacité du porteur du masque à agir [36,37,39-41].

L'utilisation de masques pendant plusieurs heures entraîne fréquemment d'autres effets indésirables démontrables tels que des maux de tête, de l'acné locale, des irritations cutanées associées au masque, des démangeaisons, des sensations de chaleur et d'humidité, des **déficiences et des sensations d'inconfort, qui affectent principalement la région de la tête et du visage** [19,29,35-37,71-73]. Cependant, la tête et le visage sont importants pour le bien-être en raison de leur grande représentation dans le cortex cérébral sensible (**homunculus**) [36].

Selon une enquête par questionnaire, les masques provoquent aussi fréquemment des **réactions d'anxiété et de stress psychovégétatif** chez les enfants - ainsi que chez les adultes - avec une augmentation des tableaux cliniques psychosomatiques et liés au stress et une **expérience de soi dépressive, une réduction de la participation, un retrait social**

et une réduction de la prise en charge de la propre santé lié [74]. Plus de 50 % des porteurs de masque étudiés présentaient des sentiments dépressifs au moins modérés [74]. Une couverture médiatique supplémentaire anxiogène, souvent exagérée, peut encore aggraver cette situation. Une récente analyse rétrospective des médias généralistes pendant l'épidémie d'Ebola de 2014 a montré une véracité scientifique de seulement 38 % de toutes les informations publiées publiquement [75]. Les chercheurs ont classé un total de 28% des informations comme étant provocantes et polarisantes, et également 42% comme exagérant les risques. En outre, 72 % des contenus médiatiques visaient à susciter des sentiments négatifs liés à la santé.

Le sentiment de peur, combiné à l'insécurité et au besoin humain primaire de vouloir s'intégrer [76], provoque une dynamique sociale qui semble en partie infondée d'un point de vue médical et scientifique.

Le masque, qui servait à l'origine à des fins purement hygiéniques, a été transformé en un **symbole de conformité et de pseudo-solidarité**. Ainsi, l'OMS compte parmi les avantages de l'utilisation de masques par des personnes en bonne santé dans le grand public également une stigmatisation potentiellement réduite des porteurs de masques, la transmission du sentiment d'une contribution apportée à la prévention de la propagation du virus et le rappel du respect d'autres mesures [2].

3.5. Effets secondaires et dangers psychiatriques

Comme nous l'avons vu précédemment, les masques peuvent provoquer une augmentation de la réinhalation avec une accumulation de dioxyde de carbone chez le porteur en raison de l'augmentation du volume de l'espace mort [16-18,20] (Figure 3), avec souvent une augmentation mesurable statistiquement significative des niveaux de dioxyde de carbone (CO₂) dans le sang chez les personnes concernées [13,15,17,19-28] (Figure 2). Cependant, les changements vers l'hypercapnie sont connus pour déclencher des attaques de panique [77,78]. Ainsi, l'augmentation significativement mesurable du CO₂ due au port du masque devient également cliniquement pertinente.

Il est intéressant de noter que les tests de provocation respiratoire par inhalation de CO₂ sont utilisés pour différencier **les états anxieux des troubles paniques** ainsi que la **dysphorie prémenstruelle** d'autres tableaux cliniques psychiatriques. Ici, des concentrations absolues de 5 % de CO₂ sont déjà suffisantes pour déclencher des réactions de panique en 15-16 minutes par inhalation [77]. La teneur normale en CO₂ de l'air expiré est d'environ 4 %. Sur la base d'études expérimentales sur des sujets masqués, il est raisonnable de supposer que des changements de concentration des gaz respiratoires dans la direction susmentionnée avec des valeurs supérieures à 4 % pourraient se produire lors de l'utilisation prolongée du masque avec réinhalation [18,23]. Dans la génération de réactions de panique via les gaz respiratoires, l'activation du locus coeruleus par le CO₂ est exploitée [78,79]. En effet, le locus coeruleus est une partie importante du système de neurones noradrénergiques végétatifs, un centre de contrôle situé dans le tronc cérébral, qui réagit à une stimulation appropriée et à des changements dans les concentrations de gaz dans le sang en libérant l'hormone du stress, la noradrénaline [78].

Des effets secondaires et des dangers physiologiques, neurologiques et psychologiques décrits ci-dessus (paragraphe 3.1, 3.3 et 3.4), on peut déduire des problèmes supplémentaires pour l'utilisation de masques chez les patients psychiatriques. La **démence** sous traitement, la schizophrénie paranoïde, **les troubles de la personnalité avec anxiété** ainsi que **les attaques de panique**, mais aussi **les troubles de panique avec des composantes claustrophobiques**, sont difficilement compatibles avec l'exigence d'un masque, car même de petites augmentations de CO₂ peuvent provoquer et intensifier les attaques de panique [44,77-79].

Selon une étude psychiatrique, les patients atteints de **démence modérée à sévère** ne comprennent pas les mesures de protection COVID-19 et doivent être constamment persuadés de porter des masques [80].

Selon une étude comparative, les patients atteints de **schizophrénie** acceptent moins bien le port du masque (54,9 % d'accord) que les patients courants (61,6 %) [81]. La mesure dans laquelle le port de masque peut entraîner une exacerbation des symptômes de la schizophrénie n'a pas encore été étudiée en détail.

Sous le port du masque, on observe une confusion, des troubles de la pensée, une désorientation (enregistrement standardisé via des échelles d'évaluation et de Likert spéciales, $p < 0,05$) et, dans certains cas, un ralentissement de la vitesse maximale et du temps de réaction (mesuré avec le transducteur à position linéaire, $p < 0,05$) [19,32,36,38-41]. Les fonctions psychomotrices sont souvent déjà diminuées chez les patients psychiatriques, de toute façon à cause des médicaments psychotropes. Cela peut devenir cliniquement pertinent dans le cas des masques, notamment en ce qui concerne l'interaction encore plus réduite et la susceptibilité accrue aux accidents de ces patients en raison du port d'un masque.

Afin d'éviter une anesthésie involontaire déclenchée par le CO₂ [39], selon les critères du CDC (Centers for Disease Control and Prevention, USA), les patients fixes et sous sédation médicale sans possibilité de surveillance continue ne doivent pas être masqués en raison de la possible rétention de CO₂ décrite ci-dessus, car il existe un risque d'aspiration et de suffocation (asphyxie) en cas de perte de conscience [16,17,20,38,82,83].

3.6. Effets secondaires et dangers gynécologiques

Il faut retenir comme ampleur critique qu'un faible niveau de dioxyde de carbone sanguin chez les femmes enceintes est maintenu par une augmentation du volume minute respiratoire, stimulée entre autres par la progestérone [22]. Le gradient de dioxyde de carbone (CO₂) entre le fœtus et la mère est un besoin métabolique pour la femme enceinte et son enfant à naître. À cet égard, le taux de dioxyde de carbone sanguin de la mère doit toujours être inférieur à celui de l'enfant à naître pour assurer la diffusion du CO₂ du sang fœtal dans la circulation maternelle via le placenta. Par conséquent, les phénomènes liés au masque décrits ci-dessus (paragraphe 3.1 et 3.2), avec des modifications mesurables de la physiologie respiratoire telles que l'augmentation de la résistance respiratoire, l'augmentation du volume de l'espace mort (Figure 3) et la rétention du dioxyde de carbone (CO₂) expiré, sont importants. À cet égard, les changements de gaz vers l'hypercapnie favorisés par les masques - même avec des

augmentations de dioxyde de carbone en dessous du seuil - pourraient agir comme une variable de confusion pour le gradient de CO₂ fœto-maternel avec une durée d'action croissante et ainsi développer une pertinence clinique, également en ce qui concerne une réserve de compensation réduite des futures mères [20,22,28].

Dans une étude comparative, 22 femmes enceintes qui portaient des masques N95 pendant 20 minutes d'exercice ont montré des niveaux de CO₂ percutané significativement plus élevés que les femmes enceintes sans masque, avec des valeurs moyennes de PtcCO₂ de 33,3 mmHg contre 31,3 mmHg ($p = 0,04$) [22]. La sensation de chaleur des futures mères a également augmenté de manière significative avec les masques avec $p < 0,001$ [22]. Ainsi, dans une autre étude d'intervention, les chercheurs ont montré que le fait de respirer à travers un masque N95 (équivalent FFP2) altère les échanges gazeux chez 20 femmes enceintes au repos et pendant l'exercice, ce qui entraîne un stress supplémentaire pour leurs systèmes métaboliques [28]. Ainsi, sous un masque N95, 20 femmes enceintes ont présenté une diminution de la capacité d'absorption d'oxygène VO₂ d'environ 14 % (statistiquement significative, $p=0,013$) et une diminution de la capacité de production de dioxyde de carbone VCO₂ d'environ 18 % (statistiquement significative, $p=0,001$). Des changements significatifs correspondants dans les équivalents d'oxygène et de dioxyde de carbone expirés ont également été documentés avec une augmentation du dioxyde de carbone expiré (FeCO₂) ($p<0,001$) et une diminution de l'oxygène expiré (FeO₂) ($p<0,001$), ce qui a été expliqué par une altération du métabolisme due à l'obstruction du masque respiratoire [28].

Dans les expériences où la durée d'application du masque était principalement courte, aucune augmentation statistiquement significative de la fréquence cardiaque ou des modifications de la fréquence respiratoire et des niveaux de saturation en oxygène n'a été détectée chez les mères ou les fœtus. Mais les effets exacts de l'utilisation prolongée du masque chez les femmes enceintes restent globalement peu clairs. Par conséquent, l'utilisation prolongée de masques chirurgicaux et de masques N95 chez **les femmes enceintes** est considérée d'un œil critique [20].

En outre, il n'est pas clair si les substances contenues dans les masques fabriqués industriellement et pouvant être inhalées pendant de longues périodes (par exemple le formaldéhyde en tant qu'ingrédient du textile et le thiram en tant qu'ingrédient des bandes auriculaires) ont le potentiel de nuire à la fertilité [20,84].

3.7. Effets secondaires et dangers dermatologiques

Contrairement aux vêtements portés sur une peau fermée, les masques couvrent les zones de la peau proches de la bouche et du nez, c'est-à-dire les parties du corps impliquées dans la respiration. Inévitablement, cela entraîne non seulement une **augmentation mesurable de la température** [15, 44, 85], mais aussi une **augmentation importante de l'humidité** due à la condensation de l'air expiré, avec un **changement considérable de l'environnement cutané naturel** des zones péri-orales et périmasales [36, 61, 82] et une augmentation mesurable des rougeurs, une augmentation du pH, une perte de liquide par l'épithélium cutané, une augmentation de l'hydratation et de la production de sébum [73]. Les affections cutanées préexistantes sont non seulement perpétuées mais exacerbées

par ces changements. Globalement, la peau devient également plus sensible aux infections et à l'acné.

Ainsi, les auteurs d'une étude expérimentale ont pu démontrer une **perturbation de la fonction barrière de la peau** après seulement 4 heures de port de masque chez 20 volontaires sains, tant pour les masques chirurgicaux que pour les masques N95 [73]. En outre, les germes (bactéries, champignons et virus) s'accumulent à l'extérieur et à l'intérieur des masques en raison de l'environnement chaud et humide [86-89]. Ils peuvent être à l'origine d'infections fongiques, bactériennes ou virales cliniquement pertinentes. L'augmentation inhabituelle de la détection des rhinovirus dans les études sentinelles de l'Institut allemand Robert Koch (RKI) à partir de 2020 [90] pourrait être une autre indication de ce phénomène.

En outre, une région de la peau qui n'est pas adaptée à de tels stimuli au cours de l'évolution est soumise à une contrainte mécanique accrue. Dans l'ensemble, les faits mentionnés ci-dessus entraînent des effets dermatologiques défavorables avec des réactions cutanées indésirables liées au masque telles que l'acné, des éruptions cutanées sur le visage et des symptômes de démangeaison [91]. Un groupe de chercheurs chinois a rapporté des irritations cutanées ainsi que des démangeaisons lors de l'utilisation de masques N95 chez 542 participants au test, ainsi qu'une corrélation entre les dommages cutanés survenus et le temps d'exposition (68,9 % pour ≤ 6 h/jour et 81,7 % pour > 6 h/jour) [92].

Une étude new-yorkaise a évalué les effets du port fréquent de masques chirurgicaux et de masques de type N95 chez le personnel médical pendant la pandémie de COVID-19 sur un échantillon de 343 participants. Le port des masques a provoqué des maux de tête chez 71,4 % des participants, ainsi qu'une somnolence chez 23,6 % d'entre eux, des lésions cutanées détectables chez 51 % et de l'acné chez 53 % des utilisateurs de masques [37]. D'une part, des **lésions cutanées mécaniques** directes se produisent sur le nez et les pommettes en raison des effets de cisaillement, en particulier lorsque les masques sont fréquemment mis et enlevés [37,92]. D'autre part, les masques créent un environnement cutané local anormalement humide et chaud [29,36,82].

En fait, dans une autre étude dans laquelle les sujets portaient des masques pendant une heure, les scientifiques ont également pu démontrer une augmentation significative de l'humidité et de la température dans la zone du visage couverte [85]. L'humidité relative sous les masques a été mesurée avec un capteur (Atmo-Tube, San Francisco, CA, US). La sensation d'humidité et de température dans la région du visage est plus importante pour le bien-être que dans les autres régions du corps [36,44]. Cela peut augmenter l'inconfort sous les masques. De plus, l'augmentation de la température favorise la colonisation bactérienne.

La pression exercée par les masques provoque en outre une obstruction de la physiologie de la circulation des vaisseaux lymphatiques et sanguins du visage, ce qui entraîne une **perturbation accrue de la fonction de la peau** [73] et finit par favoriser l'acné chez 53 % des porteurs et d'autres **irritations cutanées** chez 51 % des porteurs [36,37,82].

D'autres chercheurs ont examiné 322 participants utilisant des masques N95 dans le cadre d'une étude d'observation et ont mis en évidence des effets secondaires tels que l'**acné** chez 59,6 % d'entre eux, des démangeaisons chez 51,4 % et des rougeurs chez 35,8 % [72].

Chez jusqu'à 19,6 % (273) des 1393 porteurs de différents masques (masques grand public, masques chirurgicaux, masques N95), **les démangeaisons** ont été objectivées dans une étude, voire sévèrement prononcées dans 9 % des cas. Une prédisposition atopique (tendance à l'allergie) corrélée au risque de démangeaisons. La durée d'application (premiers symptômes après une heure d'utilisation) était significativement liée au risque de démangeaisons ($p < 0,0001$) [93].

Dans une autre étude dermatologique de 2020, 96,9 % des 876 utilisateurs de tous les types de masques (masques grand public, masques chirurgicaux, masques N95) ont confirmé des problèmes indésirables avec une augmentation significative des démangeaisons (7,7 %), accompagnée d'une buée sur les lunettes (21,3 %), d'une sensation de chaleur (21,3 %), de troubles de l'élocution (12,3 %) et de difficultés respiratoires (35,9 %) ($p < 0,01$) [71].

Outre la survenue accrue d'acné [37,72,91] sous les masques, des **eczémas de contact et des urticaires** [94] sont généralement décrits en lien avec des hypersensibilités aux ingrédients des masques fabriqués industriellement (masque chirurgical et N95) tels que le formaldéhyde (ingrédient du textile) et le thirame (ingrédient des bandes auriculaires) [73,84]. Le thirame, substance dangereuse - à l'origine un pesticide et un mordant - est utilisé dans l'industrie du caoutchouc comme accélérateur de vulcanisation. Alors que le formaldéhyde est un agent biocide et cancérigène utilisé à des fins de désinfection dans l'industrie.

Des dermatologues ont même décrit des cas isolés d'hyperpigmentation permanente résultant d'une dermatite de contact post-inflammatoire ou pigmentée après une utilisation prolongée de masques [72,91].

3.8. Effets secondaires et dangers ORL et dentaires

Des rapports émanant des milieux dentaires font état des effets négatifs des masques et sont donc intitulés "bouche masquée" [95]. La provocation de **la gingivite (inflammation des gencives), de l'halitose (mauvaise haleine), de la candidose (infestation fongique des muqueuses par *Candida albicans*) et de la chéilite (inflammation des lèvres)**, en particulier des coins de la bouche, par la plaque et les caries est attribuée à l'utilisation excessive et incorrecte des masques.

Le principal facteur déclenchant des maladies bucco-dentaires susmentionnées est une sécheresse accrue de la bouche due à une diminution du flux de salive et à une respiration accrue par la bouche ouverte sous le masque. La respiration buccale entraîne une déshydratation de la surface de la muqueuse et une diminution du débit salivaire (SFR) [95]. La sécheresse buccale a été scientifiquement documentée en raison de l'utilisation du masque [29]. Cette habitude défavorable semble plausible car la respiration par la bouche ouverte compense l'augmentation de la résistance respiratoire, notamment lors de l'inhalation à travers les masques [60,61]. A son tour, l'humidité externe de la peau [71,73,85] avec une flore cutanée altérée déjà décrite dans la rubrique des effets secondaires dermatologiques (paragraphes 3.7) est tenue pour responsable de l'inflammation des lèvres et des coins de la bouche (chéilite) [95]. Cela met en évidence l'inversion des conditions naturelles par les masques, qui favorise la maladie. L'humidité

interne physiologique avec sécheresse externe dans la région buccale est inversée en sécheresse interne avec humidité externe.

Des médecins ORL ont récemment découvert une nouvelle forme de **rhinite irritative** chez 46 patients suite à l'utilisation du masque N95. Ils ont effectué des endoscopies et des lavages nasaux chez les porteurs de masque, qui ont ensuite fait l'objet d'une évaluation pathologique. Les problèmes cliniques ont été enregistrés à l'aide de questionnaires standardisés. Ils ont trouvé des preuves statistiquement significatives de rhinite et de démangeaisons des muqueuses induites par le masque, avec un gonflement de celles-ci, ainsi qu'une augmentation des éternuements ($p < 0,01$). L'examen endoscopique a mis en évidence la présence de fibres de polypropylène inhalées au masque comme déclencheur d'une irritation des muqueuses, en plus d'une augmentation des sécrétions [96].

Dans une étude portant sur 221 travailleurs de la santé, les otorhinolaryngologistes ont objectivé un trouble de la voix chez 33 % des utilisateurs de masques. Le score VHI-10 de 1 à 10, qui mesure les troubles de la voix, était en moyenne 5,72 plus élevé chez ces utilisateurs de masques (statistiquement significatif à $p < 0,001$). Le masque n'a pas seulement agi comme un filtre acoustique lors de la provocation d'un discours excessivement fort. Au contraire, il semble également déclencher des troubles de la coordination des cordes vocales, car les gradients de pression nécessaires à la parole non altérée sont compromis par le masque [43].

Les chercheurs ont conclu de leurs résultats que les masques peuvent présenter un risque potentiel de déclenchement de nouveaux troubles de la voix ainsi que d'exacerbation des troubles existants.

3.9. Effets secondaires et dangers du point de vue de la médecine du sport

D'après la littérature, les effets des masques sur les performances en matière d'optimisation cardiovasculaire et d'amélioration de la capacité d'absorption d'oxygène ne peuvent être prouvés.

Par exemple, dans une étude expérimentale comparative (12 sujets par groupe), le masque d'entraînement qui simule prétendument l'entraînement en altitude (ETM : Elevation Training Mask) n'a eu des effets d'entraînement que sur les muscles respiratoires. Cependant, les porteurs de masque présentaient des **valeurs de saturation en oxygène ($SpO_2\%$) significativement plus faibles** pendant l'exercice (SpO_2 de 94% chez les porteurs de masque contre 96% chez les personnes sans masque, $p < 0,05$) [33], ce qui peut s'expliquer par une augmentation du volume de l'espace mort et une résistance accrue pendant la respiration. Les valeurs de saturation en oxygène mesurées étaient significativement inférieures aux valeurs normales dans le groupe des porteurs de masque, ce qui indique une pertinence clinique.

L'effet d'adaptation prouvé des muscles respiratoires chez les athlètes en bonne santé [33] témoigne d'une influence clairement perturbatrice des masques sur la physiologie respiratoire.

Dans une autre étude d'intervention sur l'utilisation de masques chez des haltérophiles, les chercheurs ont documenté **des effets statistiquement significatifs de diminution de**

l'attention (enregistrement du questionnaire, échelle de Likert) et **de ralentissement de la vitesse de mouvement maximale** détectable par capteur (tous deux significatifs à $p < 0,001$), ce qui a amené les chercheurs à conclure que l'utilisation de masques dans le sport n'est pas sans risque. En outre, ils ont également constaté une diminution significative de la saturation en oxygène SpO_2 lors de séances spéciales d'haltérophilie ("back squats") dans le groupe avec masque après seulement 1 minute d'exercice par rapport au groupe d'athlètes sans masque ($p < 0,001$) [32]. La tendance avérée des masques à déplacer le paramètre chimique de la saturation en oxygène SpO_2 dans une direction pathologique (valeur limite inférieure de 95 %) pourrait bien avoir une pertinence clinique chez les personnes non formées ou malades.

La médecine sportive a également confirmé une rétention accrue de dioxyde de carbone (CO_2) avec **une augmentation de la pression partielle du CO_2 dans le sang** lorsque les volumes d'espace mort respiratoire sont augmentés [14].

En effet, une rétention de CO_2 liée à l'espace mort lors du port d'un masque pendant une activité sportive pourrait également être prouvée expérimentalement. Chez 16 sujets sains, les effets d'un bref exercice aérobic sous des masques N95 ont été testés, et une augmentation significative de la pression partielle du dioxyde de carbone en fin d'expiration ($PETCO_2$) a été constatée à +8 mmHg ($p < 0,001$) [24]. L'augmentation des niveaux de dioxyde de carbone (CO_2) dans le sang chez les porteurs de masques soumis à une charge maximale était de +14 % de CO_2 pour les masques chirurgicaux et de +23 % de CO_2 pour les masques N95, un effet qui pourrait bien avoir une pertinence clinique chez les personnes pré-malades et âgées, ainsi que chez les enfants, car les niveaux se rapprochent fortement du domaine pathologique [24].

Lors d'une étude intéressante sur l'exercice avec 8 sujets d'âge moyen (19-66 ans), le contenu gazeux en O_2 et CO_2 sous les masques a été déterminé avant et après l'exercice. Sous les masques - déjà au repos par rapport à la situation sans masque - on a constaté une réduction de 13 % de la disponibilité de l'oxygène et une concentration de dioxyde de carbone (CO_2) multipliée par 30. En cas de stress (test de Ruffier), la concentration d'oxygène (% O_2) sous le masque a diminué significativement de 3,7 % supplémentaires, la concentration de dioxyde de carbone (% CO_2) a augmenté significativement de 20 % supplémentaires (statistiquement significatif avec $p < 0,001$). De même, la saturation en oxygène du sang (SpO_2) des sujets a également diminué de manière significative, passant de 97,6 % à 92,1 % ($p < 0,02$) [18]. La chute de la valeur de saturation en oxygène (SpO_2) à 92 %, nettement inférieure à la limite normale de 95 %, doit être considérée comme cliniquement pertinente et préjudiciable à la santé.

Cela indique que l'utilisation de masques déclenche également **les effets** décrits ci-dessus **dans le sens de l'hypoxie et de l'hypercapnie** dans le secteur du sport. En conséquence, l'OMS et les CDC (Centers for Disease Control and Prevention, USA) déconseillent la pratique du sport sous masque [82,97].

3.10. Effets secondaires et dangers sociaux et sociologiques

Les résultats d'une étude chilienne menée auprès de travailleurs de la santé montrent que les masques agissent comme un filtre acoustique et provoquent des paroles trop fortes. Il en résulte un trouble de la voix [43]. L'augmentation du volume sonore de la parole contribue également à augmenter la production d'aérosols par le porteur du masque [98]. Ces données expérimentales, mesurées avec le calibre de particules aérodynamique (APS, TSI, modèle 332, TSI Incorporated, Minnesota, MI, USA), sont très pertinentes.

De plus, les porteurs de masque **sont empêchés d'interagir normalement** dans la vie de tous les jours en raison d'une mauvaise intelligibilité de la parole [45], ce qui les incite à se rapprocher les uns des autres. Il en résulte une priorisation biaisée au sein de la population générale, ce qui contrecarre les mesures recommandées en rapport avec la pandémie de COVID-19. L'OMS donne la priorité à la distanciation et à l'hygiène des mains avec des preuves modérées et recommande le port d'une protection bucco-nasale avec des preuves faibles, en particulier dans les situations où les individus sont incapables de maintenir une distance physique d'au moins 1 mètre [3].

La perturbation de la communication non verbale due à la perte de la perception des expressions faciales sous le masque peut accroître les sentiments d'insécurité, de découragement et d'engourdissement, ainsi que **l'isolement**, ce qui peut être très pénible pour **les personnes handicapées mentales et les malentendants** [16].

Dans leurs travaux, les auteurs soulignent que les masques perturbent les fondements de la communication humaine (verbale et non verbale). La reconnaissance du visage limitée par les masques entraîne un blocage des signaux émotionnels. Les masques entraînent donc des perturbations dans l'interaction sociale, avec une extinction de l'effet positif du sourire et du rire, mais en même temps une forte augmentation des possibilités de malentendus, car les émotions négatives sont aussi moins évidentes sous les masques [42].

Une diminution de la perception de l'empathie par l'application du masque avec **perturbation de la relation médecin-patient** a déjà été scientifiquement prouvée sur la base d'une étude randomisée (statistiquement significative, avec $p=0.04$) [99]. On a pour cela appliqué à 1030 patients la "Consultation Empathy Care Measury" ainsi que le "Patient Enablement Instrument (PEI)Score et une échelle d'évaluation de la satisfaction (Satisfaction Rating Scale). Les 516 médecins qui portaient des masques tout au long de l'année ont fait preuve de moins d'empathie envers les patients, annulant ainsi les effets positifs d'une dynamique relationnelle sur la santé.

Ces résultats démontrent une perturbation des interactions interpersonnelles et de la dynamique des relations causée par les masques.

Les directives de l'OMS sur l'utilisation de masques chez les enfants dans la communauté, publiées en août 2020, indiquent que les avantages de l'utilisation de masques chez les enfants doivent être soigneusement pesés avec les inconvénients potentiels, notamment les problèmes sociaux et de communication [100].

Les craintes d'une vie sociale perturbée avec des interactions sociales, culturelles et psychologiques dysfonctionnelles en raison de mesures pandémiques étendues ont également été exprimées par d'autres experts [6-8,42].

3.11. Effets secondaires et dangers du point de vue social et de la médecine du travail

Outre les plaintes spécifiques au masque, telles que les sensations de chaleur, d'humidité, d'essoufflement et de maux de tête, divers phénomènes physiologiques ont été enregistrés, tels que l'augmentation significative de la fréquence cardiaque et de la fréquence respiratoire, l'altération des paramètres de la fonction pulmonaire, la diminution de la capacité cardiopulmonaire (ex. par exemple, une réponse lactate sanguine maximale plus faible) [15, 19, 21, 23, 29-31] et les changements d'oxygène et de dioxyde de carbone à la fois dans l'air sous le masque et en fin d'expiration et dans le sang des sujets [13, 15, 18, 19, 21-25, 27-34]. Les changements significatifs étaient mesurables après seulement quelques minutes de port du masque et, dans certains cas, atteignaient en partie un ordre de grandeur de -13% de réduction de la concentration en O₂ et de 30 fois la concentration en CO₂ de l'air inhalé sous les masques ($p < 0,001$) [18]. Les changements observés étaient non seulement statistiquement significatifs, mais aussi cliniquement pertinents; les sujets présentaient également une saturation en oxygène pathologique après l'exposition aux masques ($p < 0,02$) [18].

L'essoufflement pendant un effort léger (6 minutes de marche) sous des masques chirurgicaux a été enregistré avec une signification statistique chez 44 sujets sains dans une étude d'intervention expérimentale prospective ($p < 0,001$) [101]. Ici, l'inconfort a été évalué à l'aide d'une échelle visuelle analogique subjective.

Dans un autre article datant de 2011, tous les masques testés ont provoqué une augmentation significative mesurable de l'inconfort et du sentiment d'épuisement chez les 27 sujets avec une durée de port croissante ($p < 0,0001$) [69].

Lorsque de tels symptômes apparaissent, cela entraîne un stress supplémentaire pour les porteurs de masques de travail et contribue ainsi, en termes de sensation d'épuisement, à un problème d'auto-renforcement d'un cercle vicieux via l'activation sympathique végétative, avec de nouvelles augmentations de la fréquence respiratoire, de la fréquence cardiaque, de la pression artérielle et une augmentation de la sensation d'épuisement [16,20,35,83].

D'autres études ont montré que les effets psychologiques et physiques des masques peuvent entraîner une réduction supplémentaire de la performance au travail (mesurée par l'échelle de Roberge Subjective Symptoms During Work, une échelle de Likert de 1 à 5) par le biais de sentiments accrus de fatigue, d'insatisfaction et d'anxiété [58,102,103].

Dans d'autres études, le port prolongé de masques a également entraîné des déficiences physiologiques et psychologiques et a donc **réduit la productivité au travail** [19,36,58,69]. Lors d'expériences sur des équipements de protection respiratoire, une augmentation du volume de l'espace mort de 350 ml entraîne une diminution du temps de productivité potentiel d'environ -19%, ainsi qu'une diminution du confort respiratoire de -18% (mesuré par une échelle d'évaluation subjective) [58]. En outre, le temps nécessaire pour mettre et enlever les masques et les changer interrompt et réduit la continuité et quantité de travail. La réduction de la production de travail a été enregistrée dans la littérature, comme décrit ci-dessus (en particulier dans les paragraphes 3.1 et 3.2), mais n'a pas été quantifiée plus en détail [36,58].

Les masques chirurgicaux et les équipements de protection de type N95 ont fréquemment présenté des effets indésirables chez le personnel médical, tels que des maux de tête, une respiration difficile, de l'acné, des irritations cutanées, des démangeaisons, une baisse de la vigilance, une diminution de la capacité de réflexion et des sensations d'humidité et de chaleur [19, 29, 37, 71, 85]. Des déficiences subjectives liées au masque réduisant la productivité au travail chez les utilisateurs, mesurées par des scores d'enquête spécifiques et des échelles de Likert, ont également été décrites dans d'autres études [15,21,27,32,35,43,66-68,72,96,99].

Dans le paragraphe 3.7 sur la dermatologie, nous avons déjà mentionné un article scientifique qui a objectivé une augmentation significative de la température de 1,9 °C en moyenne (à plus de 34,5 °C) dans la région du visage couverte par le masque ($p < 0,05$) [85].

La perception de la température dans le visage est plus cruciale pour le bien-être que dans d'autres régions du corps en raison de sa représentation relativement plus importante dans le cortex cérébral sensible (homunculus) [36,44]. La perception de l'inconfort lors du port du masque peut ainsi être intensifiée. Dans notre évaluation, il est intéressant de noter que nous avons constaté une apparition combinée de l'augmentation de la température sous le masque et du symptôme de déficience respiratoire dans 7 des 8 études concernées, avec une apparition commune d'une mesure significative dans 88%. Nous avons également détecté une apparition commune d'une élévation de température sous le masque et d'une fatigue déterminée de manière significative dans 50 % des études primaires concernées (3 articles sur 6, figure 2). Ces associations groupées de l'augmentation de la température avec des symptômes de déficience respiratoire et de fatigue suggèrent une pertinence clinique de l'augmentation de la température détectée sous les masques. Dans le pire des cas, les effets susmentionnés peuvent se renforcer mutuellement et entraîner une décompensation, notamment en présence de BPCO, d'insuffisance cardiaque et d'insuffisance respiratoire préexistantes.

La somme des perturbations et des inconforts que peut provoquer un masque contribue également à la distraction (voir les déficiences psychologiques, paragraphes 3.4.). Ces facteurs, associés à une **diminution des capacités psychomotrices, à une réduction de la réactivité et à une altération générale des performances cognitives (tous des effets physiopathologiques du port du masque)** [19,29,32,39-41], peuvent entraîner une incapacité à reconnaître les dangers et donc des accidents ou des erreurs évitables au travail [19,36,37]. On notera en particulier l'apathie induite par le masque ($p < 0,05$), les troubles de la pensée ($p < 0,05$) et les problèmes de concentration ($p < 0,02$) mesurés sur une échelle de Likert (1-5) [29]. C'est pourquoi la réglementation en matière de santé au travail tient compte de ces scénarios. L'assurance sociale allemande contre les accidents (DGUV) a élaboré des réglementations précises et étendues pour les équipements de protection respiratoire, qui contiennent des informations sur la limitation du temps de port, la prise en compte de la gravité du travail et des obligations définies en matière d'instruction [104]. Les standards et les normes spécifiés dans de nombreux pays concernant les différents types de masques pour la protection de leurs travailleurs sont également significatifs du point de vue de la médecine du travail [105]. En Allemagne, par exemple, il existe également des spécifications de sécurité très strictes pour les masques provenant

de l'étranger, qui définissent les exigences en matière de protection du porteur [106]. Toutes ces normes et les procédures de certification qui les accompagnent ont été de plus en plus assouplies avec l'introduction de masques obligatoires pour le grand public, de sorte que des masques non certifiés, tels que les masques grand public, ont également été utilisés à grande échelle dans les milieux professionnels et scolaires pendant de longues périodes au cours de la réponse à la pandémie [107]. Plus récemment, en octobre 2020, l'assurance sociale allemande contre les accidents (DGUV) a donc recommandé les mêmes limites de temps de port pour les masques grand public que pour les demi-masques filtrants, avec un maximum de 3 postes de travail de 120 minutes par jour, entrecoupés de pauses de récupération de 30 minutes. Pour les masques FFP2 (N95), la durée de port en Allemagne est de 75 minutes, suivie d'une pause de 30 minutes. En Allemagne, un examen d'aptitude supplémentaire par des médecins spécialisés est également prescrit et défini pour les masques utilisés dans le cadre professionnel [104].

3.12. Conséquences microbiologiques pour le porteur et l'environnement : contamination étrangère / auto-contamination

Les masques provoquent une rétention d'humidité [61]. Une mauvaise performance de filtration, une mauvaise utilisation des masques chirurgicaux et des masques grand public, ainsi que leur réutilisation fréquente, impliquent un risque accru d'infection [108-110].

L'environnement chaud et humide créé par et dans les masques sans la présence de mécanismes de protection tels que les anticorps, le système du complément, les cellules de défense et les facteurs d'inhibition des agents pathogènes, comme c'est le cas dans et sur une muqueuse, ouvre la voie à une croissance sans entrave et donc à un terrain idéal pour divers agents pathogènes tels que les bactéries et les champignons [88], et permet également aux virus de s'accumuler [87]. Le microclimat chaud et humide des masques favorise l'accumulation de divers germes sur et sous les masques [86]; la densité de germes est mesurablement proportionnelle à la durée du port du masque. Déjà après deux heures de port du masque, la densité des agents pathogènes est presque décuplée dans les études expérimentales d'observation [87,89].

D'un point de vue microbiologique et épidémiologique, les masques utilisés au quotidien présentent donc un risque de contamination. Il peut s'agir d'une contamination étrangère mais aussi d'une autocontamination. D'une part, les germes sont aspirés ou se fixent sur les masques par des courants de convection. D'autre part, les agents infectieux potentiels provenant du nasopharynx s'accumulent excessivement à l'extérieur et à l'intérieur du masque pendant la respiration [5,88]. Ce phénomène est aggravé par le contact avec des mains contaminées. Étant donné que les masques sont constamment pénétrés par l'air respiré chargé de germes et que le taux de reproduction des agents pathogènes est plus élevé à l'extérieur des muqueuses, les agents infectieux potentiels s'accumulent excessivement à l'extérieur et à l'intérieur des masques. Des bactéries et des champignons graves et potentiellement pathogènes tels que **E. coli** (54 % de tous les germes détectés), **Staphylococcus aureus** (25 % de tous les germes détectés), **Candida** (6 %), **Klebsiella** (5

%), **Enterococci** (4 %), **Pseudomonads** (3 %), **Enterobacter** (2 %) et **Micrococcus** (1 %) peuvent alors être détectés sur et dans les masques, même en grande quantité [88].

Dans une autre étude microbiologique, la bactérie *Staphylococcus aureus* (57 % de toutes les bactéries trouvées) et le champignon **Aspergillus** (31 % de tous les champignons trouvés) ont été détectés comme les germes dominants sur 230 masques chirurgicaux usagés examinés [86].

Après plus de six heures d'utilisation, les virus suivants ont été trouvés par ordre décroissant sur 148 masques portés par le personnel médical: **Adénovirus, Bocavirus, virus respiratoire syncytial et virus de l'influenza** [87].

À cet égard, il est également problématique que l'humidité distribue ces pathogènes potentiels sous forme de minuscules gouttelettes par capillarité sur et dans le masque, ce qui peut entraîner une contamination interne et externe par les aérosols à chaque respiration [35]. À cet égard, il est également connu dans la littérature que les masques sont responsables d'une production proportionnellement disproportionnée de particules fines dans l'environnement, étonnamment plus prononcée que chez les personnes sans masque [98]. Ainsi, il a été constaté que tous les sujets portant un masque libéraient dans l'air, de manière significative et en pourcentage, plus de particules de taille 0,3-0,5µm que les personnes sans masque, à la fois en respirant, en parlant et en toussant (masques en tissu, chirurgicaux et N95 mesurés avec le calibreur aérodynamique de particules, APS, TS, modèle 3329) [98]. L'augmentation de la détection des rhinovirus dans les enquêtes sentinelles du RKI allemand à partir de 2020 [90] peut être une preuve supplémentaire de ce phénomène, car les masques étaient systématiquement utilisés par la population dans les espaces publics cette année-là.

3.13. Conséquences épidémiologiques

Les effets secondaires et les dangers possibles de la protection naso-buccale décrits dans ce document sont basés sur des études portant sur différents types de masques. Il s'agit notamment des masques professionnels de type masque chirurgical et N95/KN95 (équivalent FFP2) couramment utilisés dans la vie quotidienne, mais aussi des masques grand public en tissu qui étaient de plus en plus utilisés au début. Pour le N95, le N est l'abréviation de NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health des États-Unis), et 95 indique la capacité de filtration de 95 % des particules fines d'une taille allant jusqu'à au moins 0,3 µm [82].

Un risque important de l'utilisation des masques dans la population est la **création d'un faux sentiment de sécurité concernant la protection contre les infections virales**, notamment en termes d'une forte autoprotection faussement supposée. Ne pas tenir compte des risques d'infection peut non seulement négliger certains aspects du contrôle à la source (source control), mais aussi entraîner d'autres inconvénients. Bien qu'il existe un

certain nombre de témoignages professionnels positifs sur l'utilisation généralisée des masques dans la population [111], la plupart des témoignages scientifiques sérieux et évidents arrivent à la conclusion qu'un faux sentiment de sécurité est véhiculé par l'obligation générale de porter des masques [4,5]. Cependant, cela conduit à négliger les mesures qui, selon l'OMS, ont un niveau de preuve plus élevé que le port du masque: distanciation et hygiène des mains [2,112]. Les chercheurs ont pu fournir des preuves statistiquement significatives d'un faux sentiment de sécurité et **d'un comportement plus risqué lors du port de masques** dans un cadre expérimental [112].

Les décideurs de nombreux pays ont informé leurs citoyens dès le début de la pandémie en mars 2020 que les personnes ne présentant pas de symptômes ne devaient pas utiliser de masque médical, car cela créait **un faux sentiment de sécurité** [113]. La recommandation a finalement été modifiée dans de nombreux pays. L'Allemagne au moins a souligné que les porteurs de certains types de masques, tels que les masques en tissu couramment utilisés (masques grand public), ne peuvent pas compter sur eux pour se protéger ou protéger les autres de la transmission du SRAS-CoV-2 [114].

Cependant, la communauté scientifique se plaint non seulement du manque de preuves concernant les masques en tissu dans le contexte d'une pandémie [16,110], mais aussi de la grande perméabilité des masques en tissu aux particules et du risque potentiel d'infection qu'ils représentent [108,109].

Les masques en tissu ordinaire avec une pénétration de 97% pour des dimensions de particules de $\geq 0,3\mu\text{m}$ sont comparés aux masques médicaux de type masque chirurgical avec une pénétration de 44%. En revanche, le masque N95 a un taux de pénétration de moins de 0,01 % pour les particules $\geq 0,3\mu\text{m}$ dans les expériences de laboratoire [108,115]. Pour le contexte clinique dans les hôpitaux et les cliniques ambulatoires, les directives de l'OMS recommandent uniquement des masques chirurgicaux pour les virus de la grippe pour l'ensemble du traitement des patients, à l'exception des mesures fortement génératrices d'aérosols, auquel cas des masques filtrants plus fins du type N95 sont suggérés. Cependant, la préconisation de types de masques spécifiques, y compris par l'OMS, n'est pas entièrement fondée sur des preuves en raison du manque d'études de haute qualité dans le secteur de la santé [108,109,116,117].

Dans une expérience de laboratoire (étude de niveau de preuve IIa), des aérosols exempts de virus ont été utilisés pour démontrer que les masques chirurgicaux et les masques N95 ne protègent pas suffisamment contre les virus du SRAS-CoV-2 et de la grippe [118]. Dans cette étude, bien que le masque N95 équivalent au FFP2 se soit avéré nettement plus efficace en termes de protection (8 à 12 fois plus efficace) que le masque chirurgical, aucun des deux types de masque n'a établi une protection fiable, fondée sur des hypothèses, contre les virus corona et de la grippe. Les deux types de masques ont pu être pénétrés sans entrave par des particules d'aérosol d'un diamètre de 0,08 à 0,2 μm . Les agents pathogènes du **SRAS-CoV-2 d'une taille de 0,06 à 0,14 μm** [119] et les virus de la grippe de 0,08 à 0,12 μm sont fatalement bien en dessous des tailles de pores des masques [118].

La capacité de filtrage du masque N95 jusqu'à 0,3 μm [82] n'est généralement pas atteinte par les masques chirurgicaux et les masques grand publics. Cependant, les gouttelettes d'aérosol, dont le diamètre est compris entre 0,09 et 3 μm , devraient servir de support de

transport pour les virus. Ces derniers pénètrent également les masques médicaux à 40%. Souvent, il y a aussi un mauvais ajustement entre le visage et le masque, ce qui nuit encore à leur fonction et à leur sécurité [120]. **L'accumulation de gouttelettes d'aérosol sur le masque** est problématique. Non seulement ils absorbent les nanoparticules telles que les virus [6], mais ils suivent également le flux d'air pendant l'inhalation et l'exhalation et garantissent leur **transfert ultérieur**. De plus, **un processus de décomposition physique** a été décrit **pour les gouttelettes d'aérosol** à des températures croissantes, comme cela se produit également sous la protection naso-buccale [15,44,85]. Ce processus peut conduire à une diminution de la taille des fines gouttelettes d'eau jusqu'au diamètre d'un virus [121,122].

Bien que les masques filtrent les plus grosses gouttelettes d'aérosol, ils **ne peuvent pas retenir les virus eux-mêmes et les gouttelettes d'aérosol plus petites, contenant potentiellement des virus et inférieures à 0,2 µm**, et ne peuvent donc pas arrêter la propagation des virus [123].

Par conséquent, dans des études comparatives in vivo des masques N95 et des masques chirurgicaux, aucune différence significative n'a été constatée dans les taux d'infection par les virus de la grippe [124,125].

Bien que cela contraste avec les résultats encourageants obtenus en laboratoire in vitro avec des aérosols exempts de virus, dans des conditions non naturelles, même avec des masques en tissu [126], il convient de noter que dans des conditions naturelles in vivo, les fonctions de filtrage prometteuses des masques en tissu basées sur les effets électrostatiques diminuent également rapidement en cas d'humidité croissante [127]. Un test effectué par un laboratoire textile suisse sur différents masques disponibles sur le marché pour le grand public a récemment confirmé que la plupart des types de masques filtrent insuffisamment les aérosols. Pour les masques en tissu réutilisables, l'efficacité de filtration selon la norme EN 149 pour les particules de 1µm était toujours inférieure à 70% pour tous les types de masques testés sauf un. Pour les masques jetables, seule la moitié des huit types de masques testés étaient suffisamment efficaces pour filtrer et retenir 70 % des particules de 1 µm [128].

En fait, une étude expérimentale récente a démontré **que tous les individus portant un masque (chirurgical, N95, en tissu) libéraient dans l'air beaucoup plus de particules plus petites, d'une taille allant de 0,3µm à 0,5µm**, que les individus sans masque, à la fois en respirant, en parlant et en toussant [98]. Selon cette dernière, **les masques** agissent comme des **nébuliseurs** et contribuent à la production d'aérosols très fins. Toutefois, on sait que, pour des raisons physiques, les petites particules se propagent plus vite et plus loin que les grandes. Cette étude expérimentale comparative était particulièrement intéressante car elle a révélé qu'un sujet portant un masque en tissu à une seule couche était également capable de libérer un total de 384 % de particules (de différentes tailles) en plus lorsqu'il respirait qu'une personne sans masque [98].

Ce ne sont pas seulement les faiblesses fonctionnelles susmentionnées des masques eux-mêmes qui posent problème, mais aussi leur utilisation. Cela augmente le risque d'un faux sentiment de sécurité.

Ainsi, selon la littérature, **des erreurs** sont commises tant par les professionnels de santé que par les profanes **lors de l'utilisation des masques**, car l'utilisation hygiénique

correcte des masques n'est en aucun cas intuitive. Dans l'ensemble, 65 % des utilisateurs professionnels de soins de santé et jusqu'à 78 % de la population générale utilisent les masques de manière incorrecte [116]. Tant pour les masques chirurgicaux que pour les masques N95, l'adhésion aux règles d'utilisation est altérée et n'est pas suffisamment suivie par les porteurs de masque en raison **d'un confort réduit avec un inconfort thermique ainsi qu'une irritation cutanée** [29,35,116,129]. L'accumulation de dioxyde de carbone dans l'espace mort (en particulier sous les masques N95) complique encore la situation, avec les maux de tête qui en résultent et qui ont été décrits [19, 27, 37, 66-68, 83]. De même, l'augmentation du rythme cardiaque, les démangeaisons et la sensation d'humidité [15,29,30,35,71] entraînent **une diminution de la sécurité et de la qualité de l'utilisation** (voir également les effets secondaires et les risques sociaux et professionnels). Par conséquent, **les masques (de tous les jours)** sont même considérés comme un risque général d'infection **dans la population**, qui ne peut s'approcher des règles d'hygiène strictes des hôpitaux et des cabinets médicaux : la sécurité supposée devient donc elle-même **un risque pour la sécurité** [5].

Dans une méta-analyse de niveau de preuve spécifiquement commandée par l'OMS, aucun effet des masques dans le cadre de la prévention de la pandémie du virus de la grippe n'a pu être démontré [130]. Aucune réduction de la transmission des infections grippales confirmées en laboratoire n'a été démontrée dans 14 essais contrôlés randomisés. En raison de la taille et des voies de propagation similaires des espèces de virus (grippe et corona, voir ci-dessus), les données peuvent également être transférées au SRAS-CoV-2 [118]. Après tout, la combinaison du port occasionnel d'un masque et d'un lavage adéquat des mains a entraîné une légère réduction des infections de la grippe dans une étude [131]. Cependant, comme aucune séparation de l'hygiène des mains et des masques n'a été réalisée dans ce travail, l'effet protecteur est plus probablement dû à l'hygiène des mains au vu des données susmentionnées [131].

Une vaste étude comparative prospective danoise récemment publiée, comparant les porteurs de masque et les personnes sans masque en ce qui concerne leur taux d'infection par le SRAS-CoV2, n'a pu mettre en évidence aucune différence statistiquement significative entre les groupes [132].

3.14. Effets secondaires et risques pédiatriques

Les enfants sont particulièrement vulnérables et risquent davantage de recevoir un traitement inapproprié ou de subir des dommages supplémentaires. On peut supposer que les effets indésirables potentiels du masque décrits pour les adultes sont d'autant plus valables pour les enfants (voir paragraphe 3.1. à paragraphe 3.13 : atteintes physiologiques internes, neurologiques, psychologiques, psychiatriques, dermatologiques, ORL, dentaires, sociologiques, professionnelles et socio-médicales, microbiologiques et épidémiologiques et également les figures 2 et 3).

Dans ce contexte, une attention particulière doit être portée à la respiration des enfants, qui représente une variable physiologique critique et vulnérable en raison d'une demande en oxygène plus élevée, d'une sensibilité accrue du SNC à l'hypoxie, d'une réserve respiratoire plus faible, de voies respiratoires plus petites avec une augmentation plus

forte de la résistance en cas de rétrécissement de la lumière et du réflexe de plongée par stimulation du nez et de la lèvre supérieure avec le risque d'arrêt respiratoire à la bradycardie en cas de manque d'oxygène.

Les masques actuellement utilisés pour les enfants sont exclusivement des masques pour adultes fabriqués dans des dimensions géométriques plus petites et ne sont ni spécialement testés ni approuvés à cette fin [133].

Dans une recherche expérimentale britannique, les masques ont fréquemment entraîné **des sensations de chaleur** ($p < 0,0001$) et **des problèmes respiratoires** ($p < 0,03$) chez 100 écoliers âgés de 8 à 11 ans, surtout en cas de stress, ce qui explique que l'équipement de protection ait été jeté par 24% des enfants en cas de stress physique [133]. Les critères d'exclusion de cette expérience avec masque étaient **les maladies pulmonaires, les troubles cardiovasculaires et la claustrophobie** [133].

Des scientifiques de Singapour, dans une étude expérimentale de niveau Ib publiée dans la prestigieuse revue "nature", ont démontré une augmentation des niveaux de CO₂ inspiratoire et expiratoire chez 106 enfants âgés de sept à quatorze ans après seulement 5 minutes d'utilisation du masque FFP2, indiquant une physiologie respiratoire perturbée [26]. Cependant, les troubles de la physiologie respiratoire peuvent avoir des conséquences à long terme sur la maladie chez les enfants. Des niveaux de CO₂ légèrement élevés sont connus pour provoquer une augmentation du rythme cardiaque, une élévation de la pression sanguine, des maux de tête, de la fatigue et des troubles de la concentration [38].

Les conditions suivantes ont été listées comme critères d'exclusion pour l'utilisation du masque [26] : toute **maladie cardio-pulmonaire**, y compris mais sans s'y limiter : Asthme, bronchite, mucoviscidose, malformation cardiaque congénitale, emphysème ; **toute maladie pouvant être aggravée par l'exercice physique**, y compris, mais sans s'y limiter : Asthme à l'effort, infections des voies respiratoires inférieures (pneumonie, bronchite au cours des 2 dernières semaines), troubles anxieux, diabète, hypertension ou épilepsie/attaques ; **tout handicap physique dû à une affection médicale, orthopédique ou neuromusculaire** ; **toute affection aiguë des voies respiratoires supérieures** ou rhinite symptomatique (obstruction nasale, écoulement nasal ou éternuements) ; **toute affection avec déformation** qui interfère avec l'ajustement du masque (par exemple, augmentation de la pilosité faciale, déformations cranio-faciales, etc.)

Il est également important de souligner les effets potentiels des masques dans les troubles neurologiques, comme décrit précédemment dans le paragraphe pertinente (paragraphe 3.3).

Dans une étude scientifique, les masques et les visières ont tous deux provoqué de l'anxiété chez 46 % des enfants (37 sur 80). Si l'on donne aux enfants le choix de savoir si le médecin qui les examine doit porter un masque, ils le refusent dans une proportion de 49 % et, avec leurs parents, préfèrent que le praticien porte une visière sur le visage (statistiquement significatif avec $p < 0,0001$) [134].

Une récente étude d'observation portant sur des dizaines de milliers d'enfants portant un masque en Allemagne a permis aux enquêteurs d'objectiver les plaintes **de maux de tête (53 %), de difficultés de concentration (50 %), de manque de joie (49 %), de difficultés à apprendre (38 %) et de fatigue chez 37 % des 25 930 enfants évalués**. Parmi les enfants

observés, **25% présentaient une anxiété nouvelle et des cauchemars** [135]. Chez les enfants, les scénarios de menace générés par l'environnement sont maintenus par des masques, voire renforcés dans certains cas, et le stress existant est ainsi intensifié (présence de peurs subconscientes) [16,35,136,137].

Cela peut à son tour entraîner une augmentation des troubles psychosomatiques et médicaux liés au stress [74,75]. Par exemple, selon une évaluation, 60 % des porteurs de masque présentaient des niveaux de stress de la plus haute note 10 sur une échelle de 1 à un maximum de 10. Moins de 10 % des porteurs de masque interrogés présentaient des niveaux de stress inférieurs à 8 sur une échelle possible de 10 [74]. Les enfants étant considérés comme un groupe particulier, l'OMS a également publié en août 2020 une ligne directrice distincte sur l'utilisation de masques chez les enfants en collectivité, conseillant explicitement aux décideurs et aux autorités nationales, compte tenu des preuves limitées, que les avantages de l'utilisation de masques chez les enfants doivent être mis en rapport avec les inconvénients potentiels induits, notamment la praticabilité et l'inconfort, ainsi que les préoccupations sociales et celles de la communication [100]. Selon les experts, les masques bloquent les fondements de la communication humaine et le partage des émotions, et ont non seulement pour effet d'inhiber l'apprentissage, mais aussi de priver les enfants des effets positifs du sourire, du rire et du mimétisme émotionnel [42]. L'efficacité des masques chez les enfants dans le contexte de la protection contre les virus est controversée, et il y a un manque de preuves pour leur utilisation généralisée chez les enfants, ceci est également abordé plus en détail par les scientifiques de l'Université allemande de Brême dans votre document de thèse 2.0 et 3.0 [138].

3.15. Effets sur l'environnement

D'après les estimations de l'OMS, qui prévoit une demande de 89 millions de masques par mois, leur production mondiale augmentera donc davantage en cas de pandémie de Corona [139]. En raison de la composition, par exemple, des masques chirurgicaux jetables avec des polymères tels que: Polypropylène, polyuréthane, polyacrylonitrile, polystyrène, polycarbonate, polyéthylène et polyester [140], on peut s'attendre à un défi mondial croissant, également d'un point de vue environnemental, en l'absence de stratégies de recyclage et d'élimination dans une large mesure, surtout en dehors de l'Europe [139].

Les polymères à usage unique mentionnés ci-dessus ont été identifiés comme une source importante de plastique et de particules de plastique pour la pollution de tous les cycles de l'eau jusqu'à l'environnement marin [141]. Les déchets masqués sous forme de microplastiques après décomposition dans la chaîne alimentaire constituent un facteur de risque important pour la santé. De même, les déchets macroscopiques contaminés des masques à usage unique - surtout avant la décomposition microscopique - représentent un milieu très répandu pour les microbes (protozoaires, bactéries, virus, champignons) en termes de pathogènes invasifs [86-89,142].

L'élimination appropriée des matériaux des masques quotidiens contaminés biologiquement est également insuffisamment réglementée dans les pays occidentaux.

4. Discussion

Les effets potentiels aigus et indésirables constatés dans des domaines multidisciplinaires illustrent la portée générale des décisions globales sur la protection bucco-nasale du grand public dans le cadre de la lutte contre les pandémies. Selon la littérature trouvée, il existe des effets indésirables clairs, scientifiquement enregistrés, de la protection bucco-nasale pour le porteur du masque, tant sur le plan psychologique que sur le plan social et physique.

Ni les institutions de haut niveau telles que l'OMS ou l'ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), ni les institutions nationales telles que le CDC (Centers for Disease Control and Prevention, USA) ou le RKI (Robert Koch Institut) allemand, ne fournissent de preuves scientifiques concluantes d'un effet positif des masques dans le domaine public (en termes de réduction du taux de propagation du COVID-19 dans la population) [2,4,5].

Contrairement à la norme scientifiquement établie de l' Evidence Based Medicine les autorités sanitaires nationales et internationales ont donné leurs appréciations théoriques sur le port de masques dans les espaces publics, même si l'exigence du port du masque donne **un sentiment trompeur de sécurité** [5,112,143].

Du point de vue de l'épidémiologie des infections, les masques utilisés au quotidien présentent un risque d'auto contamination par le porteur, tant de l'intérieur que de l'extérieur, y compris par l'intermédiaire de mains contaminées [5,16,88]. De plus, les masques sont imprégnés de l'air expiré, qui accumule potentiellement des agents infectieux provenant du nasopharynx et aussi de l'air ambiant à l'extérieur et à l'intérieur du masque. Il convient de mentionner ici les bactéries et les champignons responsables d'infections graves [86, 88, 89], mais aussi les virus [87]. L'augmentation inhabituelle de la détection des rhinovirus dans les études sentinelles du RKI allemand à partir de 2020 [90] pourrait être une preuve probable de ce phénomène. Une clarification par des investigations complémentaires serait donc souhaitable.

Les masques, lorsqu'ils sont utilisés par le grand public, sont considérés par les scientifiques comme un risque d'infection, car les règles d'hygiène standardisées des hôpitaux ne peuvent être suivies par le grand public [5].

En plus de cela, les porteurs de masques (chirurgicaux, N95, masques en tissu) expirent relativement plus de particules plus petites (taille 0,3 à 0,5 μ m) que les personnes sans masque, et la parole plus forte sous les masques amplifie encore cette génération accrue d'aérosols fins par le porteur du masque (effet nébuliseur) [98].

L'histoire moderne montre que déjà lors des pandémies de grippe de 1918-1919, 1957-58, 1968, 2002, lors du SRAS 2004-2005, ainsi que lors de la grippe 2009, les masques utilisés au quotidien n'ont pas obtenu le succès escompté dans la lutte contre les scénarios d'infection virale [67,144]. Cette expérience a conduit à des études scientifiques décrivant dès 2009 que les masques n'ont pas d'effet significatif en ce qui concerne les virus dans un scénario quotidien [129,145].

Même plus tard, les chercheurs et les institutions ont classé les masques comme inadaptés pour protéger en toute sécurité l'utilisateur contre les infections respiratoires virales

[137,146,147]. Même lorsqu'ils sont utilisés dans les hôpitaux, les masques chirurgicaux n'ont pas de preuves solides de leur protection contre les virus [67].

Né à l'origine de l'idée judicieuse de protéger les plaies de l'haleine des chirurgiens et de la contamination par des gouttelettes principalement bactériennes [144,148,149], le masque a été visiblement **détourné de sa fonction** pour une utilisation largement inappropriée par la population dans sa vie quotidienne notamment en Asie ces dernières années [150].

De manière significative, le sociologue Beck décrivait déjà en 1992 le masque comme **un cosmétique du risque** [151]. Malheureusement, le masque est inhérent à un cercle vicieux : à proprement parler, il ne protège que symboliquement et représente en même temps la peur de l'infection. Ce phénomène est renforcé par la peur collective qui est constamment entretenue par les médias populaires [137].

Aujourd'hui, le masque représente pour la grande majorité de la population **un soutien quasi psychologique** pendant la pandémie virale, en lui promettant une liberté de mouvement supplémentaire et en même temps un amoindrissement de la peur. La recommandation d'utiliser des masques dans le sens d'un « Source Control » non pas par autoprotection mais par "altruisme" [152] est également très répandue parmi les prescripteurs et la population de nombreux pays. Le fait que le masque soit recommandé dans le contexte de la pandémie actuelle non seulement d'un point de vue purement infectiologique ressort également des avantages possibles de l'utilisation de masques par des personnes en bonne santé dans le grand public mentionnés par l'OMS. On mentionne notamment la réduction de la stigmatisation potentielle des porteurs de masque, la transmission du sentiment d'une contribution à la prévention de la propagation du virus et le rappel de l'adhésion à d'autres mesures [2]. Il ne faut pas oublier dans ce contexte que des données très récentes laissent à penser que **la détection de l'infection par le SRAS-CoV-2 ne semble pas être directement liée à l'utilisation populaire du masque**, car les groupes étudiés dans une étude comparative rétrospective (infectés et non infectés par le SRAS-CoV-2) ne différaient pas dans leur habitude d'utiliser des masques : environ 70 % des sujets des deux groupes portaient toujours des masques et 14,4 % d'entre eux en portaient fréquemment [143].

En conséquence, dans une étude prospective sur le port de masque menée auprès d'environ 6 000 participants au Danemark et publiée en 2020, les chercheurs **n'ont pas non plus constaté de différence statistiquement significative dans les taux d'infection par le SRAS-CoV-2 lorsqu'ils ont comparé le groupe de 3030 porteurs de masque aux 2 994 participants sans masque** de l'étude ($p=0,38$) [132].

En fait, dans le contexte des infections virales, les masques semblent non seulement être moins efficaces que prévu, mais aussi ne pas être exempts d'effets secondaires biologiques, chimiques, physiques et psychologiques indésirables [67].

C'est pourquoi certains experts déplorent que le manque de professionnalisme bien intentionné puisse être dangereux [6].

Les collègues dermatologues ont parfois été les premiers à décrire les effets indésirables courants du port du masque dans les grands collectifs. Des effets physiques, chimiques et biologiques simples et directs des masques avec des augmentations de température, d'humidité et d'irritation mécanique ont provoqué de l'acné chez jusqu'à 60 % des

porteurs [37,71-73,85]. Parmi les autres conséquences significativement documentées figurent l'eczéma, les lésions cutanées et l'altération globale de la fonction de barrière cutanée [37,72,73].

Ces effets directs du port du masque sont une indication importante sur d'autres effets nocifs, concernant également d'autres systèmes organiques.

Dans le cadre de nos travaux, nous avons identifié des effets néfastes des masques, validés scientifiquement et nombreux et statistiquement significatifs, dans diverses spécialités médicales, notamment en ce qui concerne une influence perturbatrice sur le processus hautement complexe de la respiration avec des effets négatifs sur la physiologie respiratoire et le métabolisme des gaz de l'organisme (voir figures 2 et 3).

Or, la physiologie respiratoire et les échanges gazeux jouent un rôle essentiel dans le maintien d'un équilibre de santé dans le corps humain [136,153].

Selon les études que nous avons trouvées, **l' espace mort presque doublé en raison du port du masque et la résistance respiratoire plus que doublée (Figure 3)** [59-61] conduisent à une réinspiration de dioxyde de carbone au cours de chaque cycle respiratoire [16-18,39,83] avec - chez les personnes en bonne santé le plus souvent - **une augmentation de la pression partielle de dioxyde de carbone (PaCO₂) dans le sang** inférieure au seuil, mais parfois pathologique chez les personnes malades [25,34,58]. Selon les principales études trouvées, ces changements contribuent de manière réflexe à une **augmentation de la fréquence et de la profondeur respiratoires** [21,23,34,36] avec une **augmentation correspondante du travail des muscles respiratoires** via des mécanismes de rétroaction physiologique [31,36]. Comme on le supposait au départ il ne s'agit donc pas d'un entraînement purement positif dû au port du masque.

Cela augmente souvent **la diminution** subliminale **de la saturation en oxygène SpO₂** dans le sang [23,28-30,32], qui est déjà réduite par l'augmentation du volume de l'espace mort et l'augmentation de la résistance respiratoire [18,31].

La diminution globale mesurable de la saturation **du sang en oxygène O₂** qui peut en résulter, d'une part [18,23,28-30,32], et **l'augmentation du dioxyde de carbone (CO₂)**, d'autre part [13,15,19,21-28], contribuent à une réponse de stress noradrénergique accrue, avec **une augmentation de la fréquence cardiaque** [29,30,35] **et de la fréquence respiratoire** [15,21,23,34], ainsi que, dans certains cas, une **augmentation significative de la pression artérielle** [25,35].

Chez les personnes sujettes à la panique, **l'activation sympathique noradrénergique** induisant le stress peut être en partie directement médiée par le mécanisme du dioxyde de carbone (CO₂) au niveau du locus coeruleus dans le tronc cérébral [39,78,79,153], mais aussi par la voie habituelle via les neurones chimio sensibles du nucleus solitarius dans le tronc cérébral [136,154]. Le noyau solitaire [136], situé dans la partie la plus profonde du tronc cérébral (bulbe rachidien), est une porte d'entrée du contrôle neuronal de la respiration et de la circulation [154]. La diminution du taux d'oxygène (O₂) dans le sang entraîne également l'activation de l'axe sympathique par l'intermédiaire des chimiorécepteurs des carotides [155,156].

Même les changements infraliminaires des gaz sanguins, tels que ceux provoqués par le port de masques, provoquent des réactions de ces organes régulateurs dans le système nerveux central. Les masques déclenchent donc des réactions directes dans d'importants

centres de contrôle des cerveaux concernés, par le biais des moindres changements de gaz sanguins en oxygène et en dioxyde de carbone dans le sang du porteur [136,154,155].

Le lien entre une respiration perturbée et les maladies cardiorespiratoires telles que l'hypertension, l'apnée du sommeil et le syndrome métabolique a été scientifiquement prouvé [56,57]. Il est intéressant de noter que **la diminution des taux sanguins d'oxygène (O₂) et l'augmentation des taux sanguins de dioxyde de carbone (CO₂)** sont considérées comme les principaux déclencheurs de la réponse sympathique au stress [38,136]. Les neurones chémo sensibles susmentionnés du noyau solitaire du tronc cérébral sont considérés comme les principaux centres de contrôle responsables [136,154,155]. Les effets cliniques du port prolongé du masque seraient donc une amplification concevable des réactions de stress chronique et des influences négatives sur le métabolisme dans le sens du syndrome métabolique. Les études sur les masques que nous avons trouvées montrent que de telles modifications des gaz respiratoires (O₂ et CO₂) pertinentes pour la maladie [38,136] sont déjà obtenues en portant une protection bucco-nasale [13,15,18,19,21-34].

Un lien entre l'hypoxie, les réactions sympathiques et la libération de leptine est scientifiquement connu [136].

Il est également important d'associer **la respiration à une influence sur d'autres fonctions corporelles** [56,57], y compris **sur le psychisme avec la génération d'émotions positives et de pulsions** [153]. Les récentes découvertes de la recherche neuropsychobiologique suggèrent que la respiration n'est pas seulement une fonction régulée par des variables physiques pour les contrôler (mécanisme de rétroaction), mais qu'elle influence de manière indépendante les centres cérébraux de niveau supérieur et contribue ainsi à façonner les fonctions et les réponses psychologiques et autres fonctions corporelles [153,157,158].

Étant donné que les masques entravent la respiration du porteur et l'accélèrent, ils ont un effet complètement opposé aux principes de la respiration favorable à la santé [56,57] de la médecine holistique et du yoga. Selon des recherches récentes, une respiration non perturbée est essentielle pour se sentir heureux et aller de l'avant [157,159], mais les masques l'en empêchent.

Le résultat des changements significatifs des gaz sanguins dans le sens de l'hypoxie (diminution de la saturation en oxygène) et de l'hypercapnie (augmentation de la concentration en dioxyde de carbone) causés par les masques a le potentiel d'influencer l'organisme humain d'une manière cliniquement pertinente, même sans dépasser les limites normales.

Selon les dernières découvertes scientifiques, les variations du gaz sanguin dans le sens de l'hypoxie et de l'hypercapnie ont non seulement une influence sur les réactions immédiates, psychologiques et physiologiques décrites à un niveau macroscopique et microscopique, mais aussi sur l'expression des gènes et le métabolisme à un niveau cellulaire moléculaire dans de nombreuses cellules différentes du corps. Ainsi, **l'intervention drastique et perturbatrice des masques dans la physiologie de l'organisme est également évidente jusqu'au niveau cellulaire**, par exemple dans l'activation de l' **HIF (Hypoxia Induced Factor)** par l'hypercapnie et les effets de type hypoxie [160]. L' **HIF** est un facteur de transcription qui régule l'approvisionnement en oxygène des cellules et active des voies de signalisation pertinentes pour les réactions

adaptatives. Par exemple, l' HIF inhibe les cellules souches, favorise la croissance des cellules tumorales et les processus inflammatoires [160].

En conséquence, sur la base **des effets des masques favorisant l'hypoxie et l'hypercapnie**, qui ont été décrits en détail pour la première fois dans cette étude, on peut supposer des influences **perturbatrices potentielles jusqu'au niveau intracellulaire (HIF-a)**, en particulier en cas d'utilisation prolongée et excessive des masques. Ainsi, en plus de la réponse autonome de stress chronique chez les porteurs de masque qui est médiée par les centres du cerveau, il est probable qu'il y ait également une influence défavorable sur le métabolisme au niveau cellulaire. Avec la perspective d'une utilisation continue des masques dans la vie quotidienne, cela ouvre également un domaine de recherche intéressant pour l'avenir.

Le fait que l'exposition prolongée à des niveaux de CO₂ élevés de façon latente et que des compositions défavorables d'air respirable aient des effets favorisant la maladie a été reconnu très tôt. Dès 1983, l'OMS a décrit le "syndrome des bâtiments malsains" comme un état dans lequel les occupants d'un bâtiment subissent des effets aigus liés à la maladie qui augmentent avec le temps d'occupation, sans causes ou maladies spécifiques [161,162]. Ce syndrome touche les personnes qui passent la plupart de leur temps à l'intérieur, souvent avec des niveaux de CO₂ élevés de manière subliminale, et qui sont sujettes à des symptômes tels que l'augmentation du rythme cardiaque, l'élévation de la pression artérielle, les maux de tête, la fatigue et les difficultés de concentration [38,162].

Certaines des plaintes décrites dans les études sur les masques que nous avons trouvées (Figure 2) sont étonnamment similaires à celles du **syndrome des bâtiments malsains (Sick Building Syndrome)** [161] . La température, la teneur en dioxyde de carbone de l'air, les maux de tête, les vertiges, les étourdissements et les démangeaisons jouent également un rôle dans le syndrome des bâtiments malsains. D'une part, les masques pourraient eux-mêmes être responsables d'effets tels que ceux décrits pour le syndrome des bâtiments malsains lorsqu'ils sont utilisés pendant des périodes prolongées. En revanche, lorsqu'ils sont portés dans des bâtiments climatisés, ils pourraient en outre les aggraver, surtout lorsque le port du masque est obligatoire à l'intérieur.

Tendanciellement des valeurs de pression artérielle systolique plus élevées ont été tout de même trouvées chez les porteurs de masque dans certaines études [21, 31, 34], mais une signification sur le plan statistique n'a été confirmée que dans deux études [25, 35].

Cependant, nous avons découvert des preuves beaucoup plus significatives d'augmentation de la fréquence cardiaque, de maux de tête, de fatigue et de troubles de la concentration en lien avec le port du masque (Figure 2), ce qui indique la pertinence clinique du port du masque.

Selon les résultats et les constatations scientifiques, les masques ont des effets défavorables mesurables non seulement sur les personnes en bonne santé mais aussi sur les personnes malades, dont la pertinence est susceptible d'augmenter avec la durée d'utilisation [69].

Il est donc nécessaire de poursuivre les recherches pour faire la lumière sur les conséquences à long terme de l'utilisation généralisée des masques avec hypoxie et hypercapnie subliminales au niveau de la population en général, également en ce qui

concerne les effets possibles d'aggravements sur les maladies cardiorespiratoires de civilisation telles que l'hypertension, l'apnée du sommeil et le syndrome métabolique.

Les niveaux de dioxyde de carbone (CO₂) dans le sang, déjà souvent élevés chez les personnes en surpoids, les patients souffrant d'apnée du sommeil et les patients souffrant du syndrome de chevauchement BPCO, pourraient être encore augmentés par les masques grand public. En effet, non seulement un IMC (indice de masse corporelle) élevé mais aussi l'apnée du sommeil sont associés à une hypercapnie pendant la journée chez ces patients (même sans masque) [19,163]. Pour ces patients, l'hypercapnie signifie une augmentation du risque de maladies graves avec une morbidité accrue, qui pourrait alors être encore augmentée par une utilisation excessive du masque [18,38].

Chez les femmes, les effets de l'activation du stress sympathique liés à l'hypercapnie dépendent même de la phase du cycle. Contrôlée par un mécanisme de progestérone, la réponse sympathique, mesurée par l'augmentation de la pression sanguine dans la phase lutéale, est en conséquence significativement plus forte [164]. Il peut également en résulter des sensibilités différentes pour les femmes en bonne santé et les femmes malades aux effets indésirables du masque qui sont associés à une augmentation du dioxyde de carbone (CO₂).

Dans la présente étude, les changements physiques et psychologiques négatifs liés au masque ont pu être objectivés même chez des individus plus jeunes et en bonne santé. Les paramètres physiques et chimiques ne dépassaient pas les valeurs normales dans la plupart des cas, mais **tendaient dans de nombreux cas vers des domaines pathologiques mesurables statistiquement significatifs ($p < 0,05$)**. Ils étaient accompagnés de **déficiences physiques (Figure 2)**. Il est bien connu que les stimuli à seuil bas exposés pendant une période suffisante sont capables de produire des changements pathologiques: non seulement une dose unique élevée d'une variable perturbatrice, mais aussi une exposition persistante et chronique à seuil bas à cette même variable conduit fréquemment à la maladie [38,46-48,50-54]. Les effets physiques et chimiques du masque, mesurables de manière répétée scientifiquement, étaient souvent accompagnés de **plaintes subjectives et de phénomènes physiopathologiques typiques**. Le fait qu'ils **se produisent en abondance simultanément et en commun témoigne d'un syndrome sous masques**.

La figure 2 montre les changements physiologiques, psychologiques, somatiques et pathologiques généraux significatifs qui dépendent du masque, et leur fréquence d'apparition commune est frappante.

Dans l'évaluation quantitative des études expérimentales, nous avons pu démontrer une **corrélation statistiquement significative des effets secondaires observés de la fatigue et de la baisse de l'oxygène sous le masque avec $p < 0,05$** . En outre, nous avons constaté une apparition fréquente, simultanée et commune d'autres effets indésirables dans les études scientifiques (Figure 2). Des données statistiquement significatives de ces effets indésirables survenant en commun ont déjà été décrites dans des études primaires [21,29]. Nous avons découvert qu'il y a sur le plan physique une corrélation entre la montée de la température sous le masque et le symptôme de déficiences respiratoires dans 7 des 8 études (88 %). Nous avons trouvé un résultat similaire pour la diminution de la saturation en oxygène sous masque et le symptôme de déficience respiratoire, avec un résultat synchrone dans 6 des 9 études concernées (67 %).

Nous avons découvert un phénomène commun d'augmentation du dioxyde de carbone et de déficience respiratoire N95 lors de l'utilisation du masque dans 9 des 11 travaux scientifiques (82 %).

Nous avons trouvé un résultat similaire pour la chute d'oxygène sous l'utilisation de masques N95 simultanément et en commun dans 8 des 11 travaux primaires (72 %).

L'utilisation du masque N95 était également associée à des maux de tête dans 6 des 10 études primaires concernées (60 %).

Une apparition simultanée des paramètres physiques de la montée de température et d'humidité sous le masque a même été trouvée à 100% dans 6 des 6 études avec des mesures significatives de ces paramètres (Figure 2).

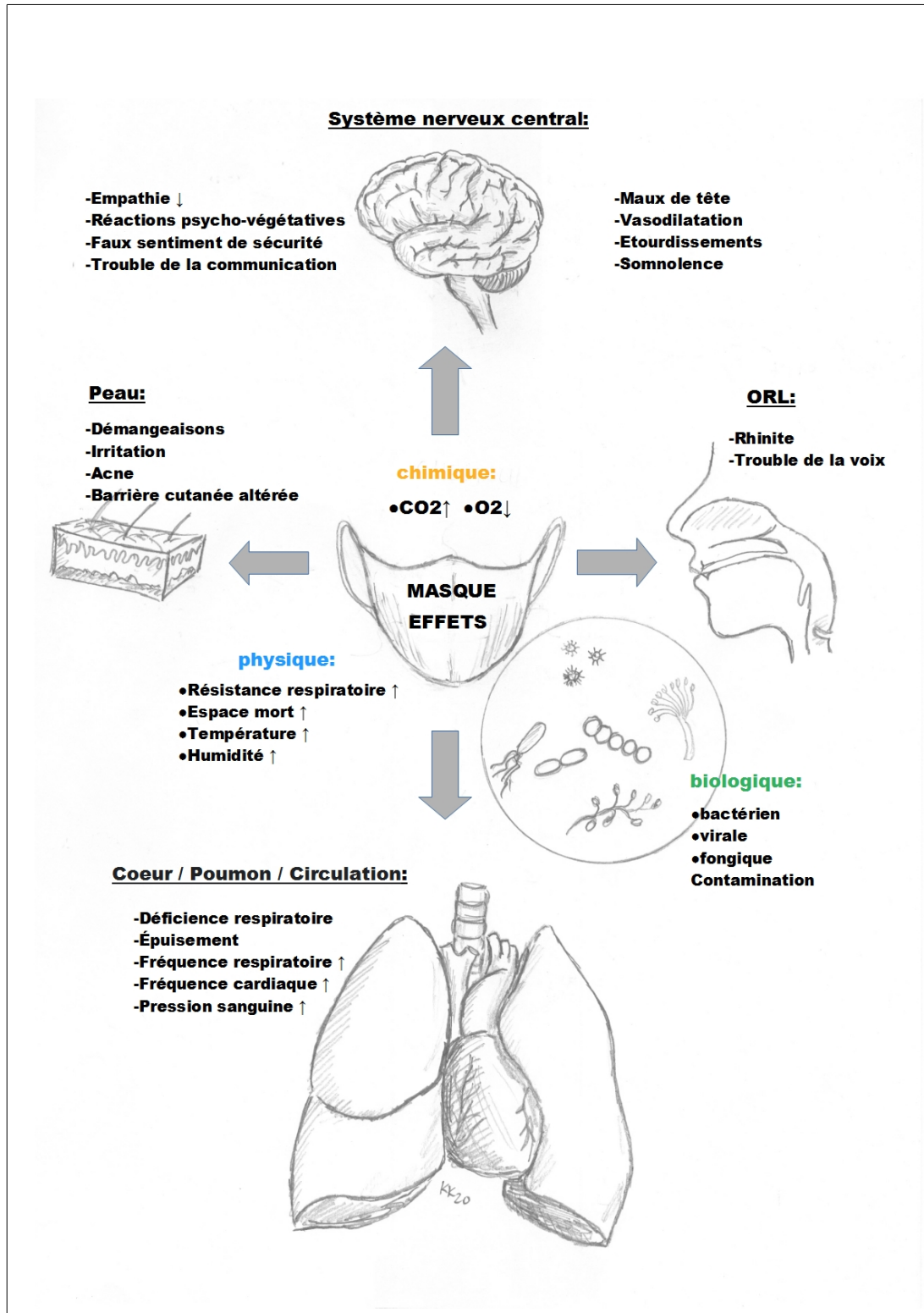
Étant donné que les symptômes ont été décrits en même temps chez les porteurs de masque et qu'ils n'ont pas été observés isolément dans la majorité des cas, nous les désignons – pour des raisons de description commune dans beaucoup de travaux de différentes disciplines - sous le nom de **syndrome de fatigue générale induite par le masque (MIES, Mask-Induced-Exhaustion-Syndrome)**.

Cela inclut les modifications physiopathologiques et les plaintes subjectives suivantes, souvent statistiquement significatives ($p < 0,05$), qui se produisent fréquemment en combinaison comme décrit ci-dessus (voir paragraphe 3.1 à paragraphe 3.11, figures 2-4) :

- **Augmentation de l'espace mort** [22,24,58,59] (Figure 3, paragraphes 3.1 et 3.2).
- **Augmentation de la résistance respiratoire** [31,35,61,118] (Figure 3, Figure 2 : colonne 8).
- **Augmentation du dioxyde de carbone sanguin** [13,15,19,21-28] (Figure 2 : colonne 5).
- **Diminution de la saturation en oxygène du sang** [18,19,21,23,28-34] (Figure 2 : colonne 4).
- **Augmentation de la fréquence cardiaque** [15,19,23,29,30,35] (Figure 2 : colonne 12).
- **Diminution de la capacité cardio-pulmonaire** [31] (paragraphe 3.2).
- **Sentiment d'épuisement** [15,19,21,29,31,32-34,35,69] (Figure 2 : colonne 14).
- **Augmentation de la fréquence respiratoire** [15,21,23,34] (Figure 2 : colonne 9).
- **Difficulté à respirer et essoufflement** [15,19,21,23,25,29,31,34,35,71,85,101,133] (Figure 2 : colonne 13).
- **Maux de tête** [19,27,37,66-68,83] (Figure 2 : colonne 17).
- **Vertiges** [23,29] (Figure 2 : colonne 16).
- **Sensation d'humidité et de chaleur** [15,16,22,29,31,35,85,133] (Figure 2 : colonne 7).
- **Somnolence** (déficits neurologiques qualitatifs) [19,29,32,36,37] (Figure 2 : colonne 15).
- **Diminution de la perception de l'empathie** [99] (Figure 2 : colonne 19).
- **Altération de la fonction de barrière cutanée avec acné, démangeaisons et lésions cutanées** [37,72,73] (Figure 2 : colonne 20-22).

On peut déduire des résultats que les effets qui sont souvent déjà clairs et décrits chez les personnes en bonne santé sont d'autant plus prononcés chez les personnes malades, car leurs mécanismes compensatoires, selon la gravité de la maladie, sont plus faibles, voire épuisés.

Figure 4: Effets indésirables du masque en tant que composants du MIES (syndrome d'épuisement induit par le masque). Les effets chimiques, physiques et biologiques, ainsi que les conséquences sur les systèmes d'organes mentionnés, sont tous documentés dans la littérature scientifique, avec des résultats statistiquement significatifs (Figure 2). Le terme de somnolence est utilisé ici pour résumer tout déficit neurologique qualitatif décrit dans la littérature scientifique examinée.



Certaines études existantes sur et avec des patients présentant des effets pathologiques mesurables des masques [19,23,25,34].

En outre, dans la plupart des études scientifiques, la durée de port des masques dans le cadre des mesures/examens était significativement plus courte (par rapport à la durée totale du port) que ce qui est attendu de la population dans le cadre des réglementations et prescriptions actuelles en matière de pandémie. Les limites de temps d'utilisation sont aujourd'hui mal respectées ou sciemment outrepassées dans un certain nombre de domaines, comme mentionné dans le chapitre 3.11 sur la santé au travail.

On peut donc conclure vus les faits que les effets négatifs ici décrits des masques, en particulier chez certains de nos patients et chez les personnes très âgées, pourraient bien être plus graves et plus défavorables en cas d'utilisation prolongée que ce que témoignent certaines études sur les masques.

Du point de vue du médecin, il peut également être difficile de conseiller les enfants et les adultes qui, en raison de la pression sociale (le port d'un masque) et du désir d'un sentiment d'appartenance, ignorent leurs propres besoins et intérêts jusqu'à ce qu'ils ressentent les effets nocifs à leur propre santé [76]. En effet, l'utilisation du masque doit être arrêtée immédiatement au plus tard en cas d'essoufflement, de somnolence ou de vertiges [23,25]. De ce point de vue, il semblerait nécessaire que les décideurs et les autorités administratives fournissent des informations aux employeurs, aux enseignants et aux autres personnes qui ont une responsabilité au sein de leur profession enseignante ou soignante, définissent leurs obligations et leur offrent une formation appropriée. Par conséquent les connaissances sur les mesures de premiers secours pourraient également être rafraîchies et étendues.

Il est recommandé aux personnes âgées, aux patients à haut risque souffrant de maladies pulmonaires, aux patients cardiaques, aux femmes enceintes ou aux victimes d'accidents vasculaires cérébraux de consulter un médecin pour discuter de la sécurité d'un masque N95, car leur volume pulmonaire ou leur performance cardio-pulmonaire pourrait être réduit [23]. Un rapport entre l'âge et l'apparition des symptômes ci-dessus et l'utilisation du masque a été statistiquement prouvée [19].

Les patients dont la fonction cardiopulmonaire est diminuée ont un risque accru de développer une dysfonction respiratoire grave en cas d'utilisation d'un masque, selon la littérature référencée [34]. Sans la possibilité d'un suivi médical continu, on peut conclure qu'ils ne devraient pas porter de masques sans une surveillance étroite. L'American Asthma and Allergy Society a déjà conseillé la prudence dans l'utilisation des masques dans le contexte de la pandémie de COVID 19 pour les patients souffrant de maladies pulmonaires modérées et sévères [165].

Les personnes souffrant d'obésité sévère, d'apnée du sommeil et de BPCO étant connues pour être sujettes à l'hypercapnie, elles représentent également un groupe à risque d'effets indésirables graves sur la santé en cas d'utilisation intensive du masque [163]. En effet, le **potentiel des masques à produire une rétention supplémentaire de CO₂** peut non seulement avoir un effet perturbateur sur les gaz du sang et la physiologie respiratoire des personnes concernées, mais aussi entraîner d'autres effets néfastes graves sur la santé à long terme. Dans une expérience sur des animaux, **une augmentation du CO₂ avec l'hypercapnie entraîne une contraction des muscles lisses des voies respiratoires avec une constriction des bronches** [166]. Cet effet pourrait expliquer les décompensations pulmonaires

observées chez les patients atteints de maladies pulmonaires sous masque (paragraphe 3.2) [23,34] .

Les patients souffrant d'une insuffisance rénale nécessitant une dialyse sont, selon la littérature trouvée, d'autres candidats à être exemptés du port du masque [34]. Selon les critères du CDC (Centers for Disease Control and Prevention, USA), les personnes malades non autonomes qui ne peuvent pas retirer de masque par eux même devraient de toute façon être exemptées de l'obligation de porter un masque [82].

Comme on peut supposer que les enfants réagissent de manière encore plus sensible aux masques, selon la littérature il semble assez logique que les masques soient contre-indiqués pour les enfants épileptiques (l'hyperventilation étant un déclencheur de crises) [63]. De même, dans le domaine de la pédiatrie, une attention particulière doit être portée aux phénomènes de masques décrits sous les effets psychologiques, psychiatriques et sociologiques, avec **déclenchement possible d'attaques de panique en cas de prédisposition causé par la réinspiration de CO₂** et également un renforcement des peurs claustrophobiques [77-79,167]. La perturbation de la communication verbale [43,45,71] et non verbale, et donc de l'interaction sociale, induite par le masque est particulièrement grave pour les enfants. Les masques limitent les interactions sociales et bloquent les perceptions positives (sourires et rires) et le mimétisme émotionnel (expressions faciales) [42].

Les troubles cognitifs légers à modérés induits par le masque, avec **ralentissement de la pensée, diminution de l'attention et vertiges** [19,23,29,32,36,37,39-41,69] ainsi que les effets psychologiques et neurologiques [135], doivent être pris en compte lorsque le port du masque est obligatoire à l'école et à proximité des transports publics et non publics, notamment en raison d'un risque accru d'accidents (voir également les effets secondaires et les risques liés à la médecine du travail) [19,29,32,36,37].

Les critères d'exclusion mentionnés dans les études pédiatriques sur les masques (voir déficiences pédiatriques) [26,133] devraient également s'appliquer aux enfants concernés par les maladies citées dans les études scientifiques afin de les protéger. Les conséquences sociologiques, psychologiques et éducatives à long terme d'une obligation de port du masque étendue aux écoles sont également imprévisibles en ce qui concerne le développement psychologique et physique des enfants en bonne santé [42,135].

Il est intéressant de noter que, selon le document de thèse Corona de l'université de Brême, les enfants "sont infectés moins fréquemment, ils tombent moins souvent malades, la létalité est proche de zéro et ils transmettent également l'infection moins fréquemment" (document de thèse 2.0 de l'université allemande de Brême, page 6) [138]. Par conséquent, les études menées dans des conditions réelles et dont les résultats montrent qu'il n'y a pratiquement pas d'infections, pratiquement pas de morbidité, pratiquement pas de mortalité et seulement une faible infectivité chez les enfants sont clairement majoritaires, selon le document de thèse 3.0 de l'université allemande de Brême [138]. Une récente étude observationnelle allemande (déclarations de 5600 pédiatres) a également montré une incidence étonnamment faible de la maladie chez les enfants [168]. L'infection d'adultes atteints de SRAS-CoV-2 par des enfants n'a été envisagée que dans un seul cas suspect, mais n'a pu être prouvée avec certitude, car les parents avaient également de nombreux contacts et facteurs d'exposition aux infections virales en raison de leur profession. À cet égard, les titres qui font la une des

journaux selon lesquels les enfants contribuent davantage à l'incidence de l'infection doivent être considérés comme anecdotiques.

Chez les femmes enceintes, l'utilisation de masques en situation de stress ou de repos pendant de longues périodes doit être considérée comme critique, car peu de recherches ont été menées à ce sujet [20]. S'il existe des preuves scientifiques claires d'une ventilation accrue de l'espace mort avec une possible accumulation de CO₂ dans le sang de la mère, l'utilisation de masques par les femmes enceintes pendant plus d'une heure ainsi qu'en cas de stress physique devrait être évitée, afin de protéger l'enfant à naître [20,22]. À cet égard, les masques favorisant l'hypercapnie pourraient agir comme une variable de confusion pour le gradient de CO₂ fœtal/maternel (voir les effets gynécologiques des masques, paragraphe 3.6) [20,22,28].

Selon la littérature citée dans le chapitre correspondant, les personnes mentionnées au paragraphe 3.5 (troubles de la personnalité avec anxiété et attaques de panique, claustrophobies, démence et schizophrénie) ne devraient être masquées, le cas échéant, qu'après un examen approfondi des avantages et des inconvénients. Il faut tenir compte de la provocation possible du nombre et de la sévérité des attaques de panique [77-79].

Chez **les patients souffrant de céphalées**, une exacerbation des symptômes peut être attendue en cas d'utilisation prolongée du masque (voir également le paragraphe 3.3., effets secondaires neurologiques) [27,66-68].

L'augmentation du taux de dioxyde de carbone (CO₂) dans le sang lors de l'utilisation du masque entraîne une vasodilatation du système nerveux central et une diminution de la pulsation des vaisseaux sanguins [27]. Dans ce contexte, il est également intéressant de noter les expériences radiologiques qui démontrent une augmentation du volume du cerveau sous un seuil inférieur, mais toujours dans les limites normales, de l'augmentation du CO₂ sanguin au moyen de l'IRM structurelle. L'augmentation du dioxyde de carbone dans le sang a été produite par la réinspiration chez 7 sujets, avec une concentration médiane de dioxyde de carbone de 42 mm Hg et un intervalle interquartile de 39,44 mm Hg, ce qui ne correspond qu'à une augmentation inférieure au seuil étant donné les valeurs normales de 32-45 mm Hg. Au cours de l'expérience, une augmentation significative du volume du parenchyme cérébral a pu être mesurée en cas d'augmentation des niveaux de CO₂ artériel ($p < 0,02$), avec une diminution concomitante des espaces du LCR ($p < 0,04$), ce qui est tout à fait conforme à la doctrine de Monroe-Kelly selon laquelle le volume total à l'intérieur du crâne reste toujours le même. Les auteurs ont interprété l'augmentation du volume cérébral comme l'expression d'une **augmentation du volume sanguin due à une dilatation des vaisseaux cérébraux induite par l'augmentation du CO₂** [169].

Les conséquences de telles augmentations du dioxyde de carbone (CO₂), même sous les masques [13,15,18,19,22,23,25], ne sont pas claires pour les personnes présentant des changements pathologiques à l'intérieur du crâne (anévrismes, tumeurs, etc.) avec des changements vasculaires correspondants [27] et des déplacements du volume du cerveau [169], en particulier avec des périodes de port plus longues, mais pourraient être très importantes en raison des déplacements du volume du gaz sanguin qui se produisent.

L'augmentation du volume de l'espace mort n'explique pas non plus l'accumulation et la réinhalation à long terme d'autres composants de l'air respiré, outre le CO₂, tant chez les enfants que chez les personnes âgées et malades. L'air expiré contient plus de 250

substances, dont des gaz irritants ou toxiques tels que les oxydes d'azote (NO), le sulfure d'hydrogène (H₂S), l'isoprène et l'acétone [170]. En ce qui concerne les oxydes d'azote [47] et le sulfure d'hydrogène [46], des effets pathologiques pertinents pour la maladie ont été décrits en médecine environnementale, même pour une exposition faible mais chronique [46-48].

Parmi les composés organiques volatils présents dans l'air expiré, l'acétone et l'isoprène dominant en termes de quantité, mais le sulfure d'allyle et de méthyle, l'acide propionique et l'éthanol (certains d'origine bactérienne) doivent également être mentionnés [171]. Il n'a pas encore été vérifié si ces substances réagissent chimiquement entre elles sous les masques et dans le volume de l'espace mort dilaté par les masques (figure 3), ainsi qu'avec le tissu du masque lui-même, et dans quelles quantités ces substances et les éventuels produits de réaction sont réinjectés. Ces effets pourraient également jouer un rôle en ce qui concerne les effets indésirables du masque, en plus des modifications des gaz sanguins décrites (chute de l'O₂ et augmentation du CO₂). Des recherches supplémentaires sont nécessaires dans ce domaine, et présentent un intérêt particulier dans le cas de l'utilisation prolongée et omniprésente du masque.

L'OMS voit des avantages sociaux et économiques potentiels dans l'intégration d'entreprises et de communautés individuelles produisant leurs propres masques en tissu. En raison de la pénurie mondiale de masques chirurgicaux et d'équipements de protection individuelle, elle y voit une source de revenus et souligne que la réutilisation des masques en tissu peut réduire les coûts et les déchets et contribuer au développement durable [2].

Outre la question des procédures de certification de ces masques en tissu, il convient également de mentionner dans ce contexte qu'en raison de l'obligation étendue de porter des masques, des substances textiles (artificielles) sous forme de microparticules et de nanoparticules, dont certaines ne peuvent pas être dégradées dans le corps, sont absorbées de manière chronique et dans une mesure inhabituelle dans le corps par inhalation en tant que composants des masques de différents types. On pourrait citer ici les composants des masques médicaux comme les polymères à usage unique tels que le polypropylène, le polyuréthane, le polyacrylonitrile, le polystyrène, le polycarbonate, le polyéthylène et le polyester [140]. Les médecins ORL ont déjà pu détecter des particules de ce type dans la muqueuse nasale de porteurs de masque présentant des réactions muqueuses dans le sens d'une réaction à un corps étranger avec rhinite [96]. Dans le cas des masques grand public, d'autres substances provenant de l'industrie textile sont susceptibles de s'ajouter à celles mentionnées ci-dessus. L'organisme tentera d'absorber ces substances par les macrophages et les cellules phagocytes dans le cadre d'une réaction à un corps étranger dans les voies respiratoires et les alvéoles, et les tentatives infructueuses de les décomposer peuvent entraîner la libération de toxines provoquant des réactions locales et généralisées [172]. Ainsi, une protection respiratoire étendue en utilisation permanente à long terme (24 heures sur 24, 7 jours sur 7), du moins d'un point de vue théorique, comporte aussi potentiellement le risque de conduire à un trouble pulmonaire lié au masque [47] ou même généralisé, comme on le sait déjà dans le tiers-monde chez les travailleurs du textile exposés de façon chronique à des poussières organiques (byssinose) [172].

Pour le grand public, d'un point de vue scientifique, il est nécessaire de s'appuyer sur les connaissances établies de longue date en matière de protection respiratoire dans le domaine

de la médecine du travail, afin de protéger les enfants en particulier des dommages causés par des masques non certifiés et par une utilisation inappropriée.

L'obligation générale et indéfinie du port du masque de façon prolongée - sans tenir compte des diverses prédispositions et susceptibilités - contredit la revendication d'une médecine individualisée de plus en plus importante, axée sur les caractéristiques uniques de chaque individu [173].

Une revue systématique sur le thème des masques est nécessaire selon les résultats de notre Scoping Review. Les études primaires ont souvent montré des faiblesses dans l'opérationnalisation, notamment dans l'évaluation des paramètres cognitifs et neuropsychologiques. Les procédures de test informatisées seront utiles à l'avenir. La recherche sur les masques devrait également se fixer comme objectif futur d'étudier et de définir les sous-groupes pour lesquels l'utilisation d'une protection respiratoire est particulièrement risquée.

5. Limitations

Notre approche consistant à nous concentrer sur les effets négatifs est similaire à celle de Villalonga-Olives & Kawachi [12]. En utilisant ce type de questionnement sélectif dans l'esprit de la dialectique, on peut arriver à de nouvelles découvertes qui, autrement, seraient restées cachées. Notre recherche documentaire s'est concentrée sur les effets négatifs indésirables des masques, notamment pour mettre en évidence les risques spécifiques à certains groupes de patients. Par conséquent, les publications ne rapportant que des effets positifs des masques n'ont pas été incluses dans cette revue.

En ce qui concerne toutes les études déduisant des effets inoffensifs du port du masque, il faut se référer à des travaux partants d'une question de recherche différente, en tenant compte des conflits d'intérêts éventuels qui s'y trouvent. Nous avons exclu certaines études qui démontraient aucun effet négatif car elles montraient des faiblesses méthodologiques (petits groupes expérimentaux non uniformes, groupe de contrôle manquant même sans masque à cause des contraintes des mesures sanitaires etc.) [174].

Ainsi, si aucun effet négatif n'a été décrit dans les publications, cela ne signifie pas nécessairement que les masques ont des effets exclusivement positifs. Il est tout à fait possible que des effets négatifs n'aient tout simplement pas été mentionnés dans la littérature, et le nombre d'effets négatifs pourrait bien être plus élevé que ne le suggère notre examen.

Nous n'avons fait des recherches que dans une seule base de données, par conséquent le nombre d'articles sur les effets négatifs du masque pourrait être plus élevé que ce que nous avons rapporté.

Afin de pouvoir décrire de manière plus approfondie les effets caractéristiques de chaque type de masque, nous ne disposons pas de données scientifiques suffisantes sur les conceptions spécifiques des masques en question. Il existe encore un grand besoin de recherche dans ce domaine en raison de la situation actuelle de pandémie obligeant le port du masque à grande échelle.

En outre, les expériences évaluées dans le présent travail n'ont pas toujours des paramètres de mesure et des ampleurs d'examen standardisés et, suivant l'étude, elles tiennent compte de l'effet des masques en situation de repos ou d'effort sur des utilisateurs en état de santé différente. Ainsi, le tableau de la figure 2 représente un compromis. Les résultats des études primaires sur l'utilisation des masques ne montrent souvent aucune variation naturelle des paramètres, mais souvent des associations si claires de symptômes et de changements physiologiques qu'une analyse de corrélation statistique n'est pas toujours nécessaire. Nous avons trouvé de nombreuses corrélations significatives et évidentes des effets indésirables couramment observés et une corrélation statistiquement significative de l'épuisement de l'oxygène et de la fatigue dans 58% des études en question ($p < 0,05$). Des preuves de corrélation statistiquement significatives ont été démontrées précédemment pour d'autres critères d'observation dans deux études primaires [21,29].

L'équipement de protection individuelle contre les fines particules le plus couramment utilisé lors de la pandémie COVID-19 est le masque N95 [23]. En raison de ses caractéristiques (meilleure fonction de filtrage, mais plus grande résistance des voies respiratoires et plus grand volume d'espace mort que les autres masques), le masque N95 est capable de mettre en évidence les effets négatifs de ces équipements de protection plus clairement que les autres (**Figure 3**). Par conséquent, une prise en compte et une évaluation relativement fréquente des masques N95 dans les études trouvées (30 des 44 études évaluées quantitativement, 68%), est en fait avantageuse dans le cadre de notre question de recherche. Il reste néanmoins à noter que les masques grand public vendus sur le marché se rapprochent de plus en plus des équipements de protection mieux étudiés dans les études scientifiques, comme les masques chirurgicaux et les masques N95, puisque de nombreux fabricants et utilisateurs de masques grand public s'efforcent de se rapprocher de la norme professionnelle (chirurgicale, N95/ FFP2). Les résultats d'études récentes sur les masques grand public indiquent des effets similaires sur la physiologie respiratoire à ceux décrits pour les masques médicaux. Dans une publication récente, les masques en tissu (masques grand public) ont également provoqué une augmentation mesurable du dioxyde de carbone P_{tCO_2} chez les porteurs pendant l'exercice, et étaient très proches des masques chirurgicaux dans cet effet [21].

La plupart des études citées dans notre article ne comportaient que de courtes périodes d'observation et d'utilisation (les durées de port du masque étudiées allaient de 5 minutes [26] à 12 heures [19]. Dans une seule étude, la période d'observation maximale a été estimée à 2 mois [37]. Par conséquent, les effets négatifs réels des masques sur une période d'application plus longue pourraient être plus prononcés que ceux présentés dans notre travail.

6. Conclusion

D'une part, le plaidoyer en faveur d'une exigence de masque étendue reste essentiellement théorique et ne peut être soutenu que par des rapports de cas individuels, des arguments de plausibilité basés sur des calculs de modèles et des tests de laboratoire in vitro prometteurs. En outre, des études récentes sur le SRAS-CoV-2 montrent que l'infectivité [175] et la mortalité des cas sont nettement inférieures à ce que l'on pensait auparavant, car on a pu calculer que la valeur médiane corrigée de l'IFR (infection fatality rate) était de 0,10 % dans des endroits où le taux de mortalité de la population mondiale de COVID-19 était inférieur à la moyenne [176]. Début octobre 2020, l'OMS a également annoncé publiquement que d'après les calculs le COVID-19 serait mortel pour environ 0,14 % des personnes atteintes, contre 0,10 % pour la grippe endémique, là encore un chiffre bien inférieur aux prévisions [177].

D'autre part, les effets produits par les masques sont tout à fait pertinents sur le plan clinique. Dans notre travail, nous nous sommes concentrés exclusivement sur les effets indésirables et négatifs que peuvent produire les masques couvrant la bouche et le nez. Des preuves valides et significatives de modifications de la physiologie respiratoire induites par le masque chez le porteur, survenant en commun, ont été objectivées ($p < 0,05$, $n \geq 50\%$), et nous avons constaté une corrélation groupée des différents effets indésirables au sein des études en question avec des effets mesurés de manière significative (**Figure 2**). Par exemple, nous avons pu démontrer une corrélation statistiquement significative entre l'effet indésirable observé, à savoir la chute de l'oxygène sanguin, et le symptôme de la fatigue, avec une valeur $p < 0,05$ dans l'analyse quantitative, malgré les différences entre les études primaires.

Notre analyse de la littérature montre que le «**syndrome d'épuisement induit par le masque**» (**MIES, mask induced exhaustion syndrome**) peut se produire chez des individus sains et malades, avec des changements et des symptômes typiques souvent observés en combinaison, comme l'**augmentation de l'espace mort respiratoire** [22,24], 58,59], **augmentation de la résistance respiratoire** [31,35,60,61], **augmentation du gaz carbonique sanguin** [13,15,17,19,21-29,30,35], **diminution de la saturation en oxygène du sang** [18,19,21,23,28-34], **augmentation de la fréquence cardiaque** [23,29,30,35], **augmentation de la pression artérielle** [25,35], **diminution de la capacité cardio-pulmonaire** [31], **augmentation de la fréquence respiratoire** [15,21,23,34,36], **essoufflement et difficultés respiratoires** [15,17,19,21,23,25,29,31,34,35,60,71,85,101,133], **maux de tête** [19,27,29,37,66-68,71,83], **vertiges** [23,29], **sensation de chaleur et d'humidité** [17,22,29,31,35,44,71,85,133], **diminution de la capacité de concentration** [29], **diminution de la capacité de réflexion** [36, 37], **somnolence** [19, 29, 32, 36, 37], **diminution de la perception de l'empathie** [99], **altération de la fonction de barrière cutanée** [37, 72, 73] **avec démangeaisons** [31, 35, 67, 71-73, 91-93], **acné, lésions cutanées et irritation** [37, 72, 73], **et épuisement général perçu** [15, 19, 21, 29, 31, 32, 34, 35, 69] (**Figure 2-4**).

Le port de masques n'entraîne pas systématiquement de déviations cliniques par rapport à la norme des paramètres physiologiques, mais selon la littérature scientifique, il faut s'attendre à une conséquence pathologique à long terme ayant une pertinence clinique, par

le biais d'un effet plus durable avec un effet subliminal et un changement significatif dans la direction pathologique. Pour les changements qui ne dépassent pas les valeurs normales mais qui se répètent de manière persistante, comme une augmentation du dioxyde de carbone sanguin [38,160], une augmentation de la fréquence cardiaque [55] ou une augmentation de la fréquence respiratoire [56,57], qui ont été documentés sous le port du masque [13,15,17,19,21-30,34,35] (**Figure 2**), une génération à long terme d'hypertension artérielle [25,35], d'artériosclérose, de maladies coronariennes et de maladies neurologiques peut être conçue aisément sur le plan scientifique [38,55-57,160].

Ce principe de dommages pathogéniques liés à une exposition chronique à faible dose ayant un effet à long terme, qui conduit à une maladie ou à des états pathologiques, a déjà été largement étudié et décrit dans de nombreux domaines de la médecine environnementale [38,46-54].

Selon les faits et les corrélations que nous avons trouvés, le port prolongé du masque pourrait induire une réponse de stress sympathique chronique contrôlée par les centres cérébraux via des modifications des gaz sanguins. Ceci, à son tour, induit et déclenche un syndrome métabolique avec des maladies cardiovasculaires et neurologiques en plus de l'immunosuppression.

Nous avons trouvé dans la littérature traitant les masques non seulement des preuves de ces effets possibles à long terme, mais aussi des preuves d'une augmentation des effets directs à court terme avec l'augmentation de la durée du port du masque en termes d'effets cumulatifs pour : rétention de gaz carbonique, somnolence, maux de tête, sensation de fatigue, irritation de la peau (rougeurs, démangeaisons) et contamination microbiologique (colonisation bactérienne) [19,22,37,66,68,69,89, 91,92].

Dans l'ensemble, la fréquence exacte de la constellation de symptômes MIES décrite dans la population utilisant des masques reste incertaine et ne peut être estimée en raison du manque de données.

En théorie, les effets induits par le masque, à savoir la baisse du taux d'oxygène dans le sang et l'augmentation du taux de dioxyde de carbone, s'étendent au niveau cellulaire avec l'induction du facteur de transcription HIF (hypoxia-induced factor) et l'augmentation des effets inflammatoires et cancérogènes [160] et peuvent donc également avoir une influence négative sur les maladies préexistantes.

Il n'en demeure pas moins que le MIES potentiellement déclenché par les masques (**Figures 3 et 4**) est en contradiction avec **la définition de la santé de l'OMS**, selon laquelle «la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité» [178].

Tous les faits scientifiques trouvés dans notre travail élargissent la base de connaissances pour une vision différenciée du débat sur les masques. Ce gain peut être utile à la fois pour les décideurs, qui devront traiter la question du port obligatoire du masque pendant la pandémie en remettant constamment en question la proportionnalité des mesures, et pour les médecins, qui pourront conseiller leurs patients de manière plus appropriée sur cette base. Pour certaines maladies, compte tenu de la littérature trouvée dans cette étude, il est également nécessaire que le médecin traitant pèse les avantages et les risques liés au port obligatoire du masque. Si l'on adopte une approche strictement scientifique, une

recommandation d'exemption de masque peut être justifiée dans le cadre d'une évaluation médicale (**Figure 5**).

Figure 5 : Maladies / prédispositions présentant des risques importants selon la littérature trouvée pour l'utilisation de masques comme indication de pesée pour les certificats.

Risque accru d'effets indésirables lors de l'utilisation de masques :		
Maladies internes BPCO Syndrome d'apnée du sommeil Insuffisance rénale avancée Obésité Dysfonctionnement cardiopulmonaire Asthme	Maladies psychiatriques Claustrophobie Trouble panique Troubles de la personnalité Démence Schizophrénie Patients impuissants Patients figés et sédatisés	Maladies neurologiques Personnes souffrant de migraines et de céphalées Patients présentant des masses intracrâniennes Épilepsie
Maladies pédiatriques Asthme Maladies respiratoires Maladies cardiopulmonaires Maladies neuromusculaires Épilepsie	Maladies ORL Troubles des cordes vocales Rhinite et maladies obstructives Maladies dermatologiques Acné Atopique	Restrictions en matière de santé au travail Travail physique modéré / lourd Restrictions gynécologiques Femmes enceintes

Outre la protection de la santé de leurs patients, les médecins doivent également fonder leurs actions sur le principe directeur de **la Déclaration de Genève de 1948, telle que révisée en 2017**. Selon ce principe, tout médecin s'engage à mettre en avant la santé et la dignité de son patient et, même sous la menace, à ne pas utiliser ses connaissances médicales pour violer les droits de l'homme et les libertés civiles [9].

Dans le contexte de ces résultats, nous propageons donc une action médicale prudente explicitement conforme à la loi, en mettant en balance la réalité scientifique factuelle [2,4,5,16,130,132,143,175-177] et l'affirmation, essentiellement fondée sur des hypothèses, d'une efficacité générale des masques. Toutefois, en tenant toujours compte des éventuels effets individuels indésirables pour le patient et le porteur de masque concernés, tout à fait en accord avec les principes de la médecine fondée sur les preuves et les directives éthiques d'un médecin.

Les résultats de la présente revue de la littérature pourraient aider à inclure le port du masque dans le diagnostic différentiel des causes physiopathologiques envisagées par chaque médecin, si une symptomatologie correspondante est présente (MIES, figure 4). De cette manière, le médecin peut établir un premier catalogue de plaintes pouvant être associées au port d'un masque (Figure 2) et également exclure certaines maladies du besoin général de masque (Figure 5). Pour les chercheurs, la perspective d'une utilisation continue des masques dans l'usage quotidien suggère des domaines pour de nouvelles activités de recherche. Selon nous, des recherches supplémentaires sont particulièrement souhaitables dans les domaines gynécologique (foetal et embryonnaire) et pédiatrique, car les enfants constituent un groupe vulnérable qui subit les conséquences les plus longues et donc les plus profondes de l'utilisation potentiellement risquée des masques. La recherche

fondamentale au niveau cellulaire concernant le déclenchement par le masque du facteur de transcription HIF avec une promotion potentielle de l'immunosuppression et de la cancérogénicité semble également utile dans ce contexte. D'un point de vue scientifique, notre Scoping Review démontre la nécessité d'une Systematic Review.

Les modifications décrites de la physiologie respiratoire liées au masque peuvent avoir une influence défavorable sur les gaz du sang du porteur de manière subclinique, et en partie aussi cliniquement manifeste, et ainsi avoir un effet négatif sur la base de toute vie aérobie - respiration externe et interne - avec une influence sur les systèmes organiques et les processus métaboliques les plus variés, avec des conséquences physiques, psychologiques et sociales pour l'individu humain.

Contributions des auteurs : Conceptualisation, K.K. et O.H. ; méthodologie, K.K. et O.H. ; logiciel, O.H. ; analyse formelle, K.K., O.H., P.G., A.P., B.K., D.G., S.F. et O.K. ; enquête, K.K., O. H., P.G., A.P., B.K., D.G., S.F., et O.K. ; Rédaction - préparation de la version originale, K.K., O.H., P.G., A.P., B.K., D.G., S.F., et O.K. ; Rédaction - révision et édition, K.K., O.H., P.G., A.P., B.K., D.G., S.F., et O.K.

Tous les auteurs ont lu et approuvé la version publiée du manuscrit.

Financement : cette recherche n'a reçu aucun financement externe.

Déclaration du Conseil de révision institutionnel : Non applicable.

Déclaration de consentement éclairé : Non applicable.

Déclaration de disponibilité des données : Sans objet.

Remerciements : Nous remercions Bonita Blankart pour la traduction du manuscrit. Pour l'assistance dans son domaine d'expertise, nous tenons à remercier : Tanja Boehnke (psychologie), Nicola Fels (pédiatrie), Michael Grönke (anesthésiologie), Basile Marcos (psychiatrie), Bartholomeus Maris (gynécologie) et Markus Veit (pharmacien).

Conflits d'intérêts : Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

Literatur

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. *Krankenhausthygiene 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. Roekner, 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.; Winklewski, 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 CO₂ 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.; Murrough, 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.; Aiempradit, 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, L.; 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.; Reyckler, 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. Galton, 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.; Schmoldt, 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. *Social 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–R1232, 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. PreBötzinger 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.; Rodríguez, 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.; Zany, 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.; Kueimmerer, 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.