

International Journal of Environmental And Public Health: VEĽKÁ ŠTÚDIA K RÚŠKAM

- CZ24 News | 5. září 2021

Mgr. Adriana Kráľová a Iniciatíva Do školy bez podmienok prináša preklad Veľkej štúdie k rúškam v International Journal of Environmental and Public Health. Je maska, ktorá zakrýva ústa a nos, bez nežiaducich vedľajších účinkov pri každodennom používaní a bez potenciálnych nebezpečenstiev? Original: [TU](#).

Je maska, ktorá zakrýva ústa a nos, bez nežiaducich vedľajších účinkov pri každodennom používaní a bez potenciálnych nebezpečenstiev?

Abstrakt

Mnoho krajín zaviedlo požiadavku nosenia rúšok na verejných priestranstvách kvôli obsahu SARS-CoV-2, čo je v roku 2020 bežnou vecou. Doteraz sa neuskutočnilo žiadne komplexné vyšetrenie negatívnych účinkov, ktoré môžu masky spôsobovať. Cieľom bolo nájsť, otestovať, vyhodnotiť a zostaviť vedecky dokázané súvisiace vedľajšie účinky nosenia rúšok. Na kvantitatívne hodnotenie bolo odkazovaných 44 väčšinou experimentálnych štúdií a na vecné hodnotenie bolo nájdených 65 publikácií. Literatúra odhalila relevantné nežiaduce účinky masiek v mnohých odboroch. V tomto príspevku sa odvolávame na psychologické a fyzické zhoršenie a viac symptómov opísaných z dôvodu ich konzistentného, opakujúceho sa a jednotného prejavu z rôznych odborov ako syndróm vyčerpanosti vyvolaný maskou (MIES)₂, pokles a únava ($p < 0,05$), klastrovaný spoločný výskyt respiračného poškodenia a poklesu O_2 (67%), nárast masky N95 a CO_2 (82%), maska N95 a pokles O_2 (72%), N95 maska a bolesť hlavy (60%), zhoršenie dýchania a nárast teploty (88%), ale aj nárast teploty a vlhkosti (100%) pod maskami. Rozšírené nosenie masiek všeobecnou populáciou by mohlo viesť k relevantným účinkom a následkom v mnohých lekárskejších odboroch.

1. Úvod

Na začiatku šírenia nového patogénu SARS-CoV-2 bolo potrebné urobiť ďalekosiahle rozhodnutia aj bez dostupných explicitných vedeckých údajov. Pôvodným predpokladom bolo, že boli zavedené núdzové pandemické opatrenia na účinné a rýchle zníženie akútnej hrozby systému verejného zdravia.

V apríli 2020 Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) odporučila používať rúška iba symptomatickým, chorým jednotlivcom a zdravotníckym pracovníkom a neodporúčala jeho rozsiahle používanie.

V júni 2020 zmenili toto odporúčanie, aby schválili všeobecné používanie masiek, napríklad na preplnených miestach [1 , 2]. V štúdiu metaanalýzy zadanej WHO (úroveň dôkazov Ia) nebol z nosenia rúšok odvodený žiadny jasný, vedecky uchopiteľný prínos miernych alebo silných dôkazov [3].

Aj keď udržiavanie vzdialenosti najmenej jedného metra vykazovalo mierny dôkaz o šírení SARS-CoV-2, v každodennom použití (iba v lekárskejších podmienkach) bolo možné nájsť len slabé dôkazy v prípade masiek samotných [3]. Ďalšia metaanalýza vykonaná v tom istom roku potvrdila slabé vedecké dôkazy o maskách [4].

WHO preto neodporúčala všeobecné alebo nekritické používanie rúšok pre bežnú populáciu a rozšírila svoj zoznam rizík a nebezpečenstiev do dvoch mesiacov. Zatiaľ čo usmernenie z apríla 2020 poukázalo na nebezpečenstvo sebakontaminácie, možné problémy s dýchaním a falošný pocit bezpečia, v usmernení z júna 2020 sa zistili ďalšie potenciálne nepriaznivé účinky, akými sú bolesť hlavy, rozvoj kožných lézií na tvári, dráždivá dermatitída, akné alebo zvýšené riziko kontaminácie na verejných priestranstvách z dôvodu nesprávnej likvidácie masky [1 , 2].

Pod tlakom zvyšujúcich sa absolútnych počtov pozitívnych testov SARS-CoV-2 však mnoho predpisujúcich lekárov predĺžilo nosenie masky podľa určitých časov a situácií, vždy odôvodnené snahou obmedziť šírenie vírusu [5]. Tento prístup podporovali médiá, mnohé inštitúcie a väčšina obyvateľstva.

Medzi lekárskou profesiou a vedcami, používateľmi a pozorovateľmi zdravotníckych pomôcok, súbežne vyzýval na prísnejší prístup [6 , 7 , 8]. Napriek tomu, že po celom svete prebieha kontroverzná vedecká diskusia o výhodách a rizikách masiek vo verejných priestoroch, stali sa v mnohých krajinách súčasne novým sociálnym vzhľadom v každodennom živote.

Aj keď sa zdá, že medzi subjektmi s rozhodovacou právomocou, ktorí zaviedli povinné masky, existuje konsenzus, že lekárske výnimky sú opodstatnené, je v konečnom dôsledku na zodpovednosti jednotlivých klinických lekárov, aby zvážili, kedy odporučiť výnimku z povinných masiek. Lekári sú v tejto záležitosti v konflikte záujmov. Lekári majú na jednej strane vedúcu úlohu pri podpore úradov v boji proti pandémie. Na druhej strane lekári musia v súlade s lekárske etosom chrániť záujmy, blaho a práva tretích strán svojho pacienta s potrebnou starostlivosťou a v súlade s uznávaným stavom lekárske znalostí [9 , 10 , 11].

Starostlivá analýza rizika a prospechu je pre pacientov a ich lekárov stále dôležitejšia, pokiaľ ide o potenciálne dlhodobé účinky masiek. Nedostatočné znalosti právnej legitimity na jednej strane a lekárske vedecké faktov na strane druhej sú dôvodom neistoty klinicky aktívnych kolegov.

Cieľom tohto príspevku je poskytnúť prvú, rýchlu a vedeckú prezentáciu rizík používania všeobecne povinných masiek so zameraním na možné nepriaznivé zdravotné účinky masiek, najmä v určitých diagnostických, patientske a užívateľských skupinách.

2. Materiály a metódy

Cieľom bolo nájsť zdokumentované nežiaduce účinky a riziká rôznych typov masiek pokrývajúcich ústa a nos. Zaujímavé tu boli na jednej strane hotové a vyrobené textilné masky vrátane takzvaných komunitných masiek a na druhej strane lekárske, chirurgické a masky N95 (masky FFP2).

Náš prístup obmedzujúci zameranie na negatívne efekty sa zdá byť na prvý pohľad prekvapivý. Takýto prístup nám však poskytuje viac informácií. Táto metodika je v súlade so stratégiou Villalonga-Olivesa a Kawachiho, ktorí tiež vykonali prehľad výlučne o negatívnych účinkoch [12].

Pre analýzu literatúry sme definovali riziko ochrany úst a nosa ako opis symptómov alebo negatívnych účinkov masiek. Toto kritérium spĺňajú aj recenzie a odborné prezentácie, z ktorých nebolo možné vyťažiť žiadne merateľné hodnoty, ale ktoré jasne predstavujú situáciu vo výskume a popisujú negatívne efekty.

Okrem toho sme definovali kvantifikovateľný negatívny účinok masiek ako prezentáciu meranej, štatisticky významnej zmeny fyziologického parametra v patologickom smere ($p < 0,05$), štatisticky významnú detekciu symptómov ($p < 0,05$) alebo výskyt príznaky najmenej u 50% vyšetrených vo vzorke ($n \geq 50\%$).

Až do 31. októbra 2020 vrátane sme vykonali vyhľadávanie v databáze PubMed/MEDLINE o vedeckých štúdiách a publikáciách o nepriaznivých účinkoch a rizikách rôznych typov masiek pokrývajúcich ústa a nos podľa vyššie uvedených kritérií (pozri [obrázok 1](#): Skontrolujte vývojový diagram). Hľadané výrazy boli „masky na tvár“, „chirurgická maska“ a „N95“ v kombinácii s výrazmi „riziko“ a „nepriaznivé účinky“, ako aj „vedľajšie účinky“. Kritériá výberu príspevkov boli založené na našej vyššie uvedenej definícii rizika a nepriaznivého účinku masiek. Zvažovali sa hlavne publikácie dôkazov úrovni I až III v anglickom a nemeckom jazyku podľa odporúčaní Agentúry pre výskum a kvalitu zdravotníctva (AHQR), ktoré v čase preskúmania neboli staršie ako 20 rokov. Hodnotenie tiež vylúčilo dôkazy úrovne IV, ako sú správy o prípadoch a irelevantné listy redaktorovi, ktoré výlučne odrážajú názory bez vedeckých dôkazov.

Obrázok 1. Vývojový diagram kontroly rozsahu podľa schémy PRISMA.

Po vylúčení 1113 prác, ktoré neboli relevantné pre výskumnú otázku a nespĺňali uvedené kritériá (kvantifikovateľné, negatívne účinky masiek, opis symptómov alebo negatívne účinky masiek), bolo nájdených celkom 109 relevantných publikácií na vyhodnotenie v kontexte nášho preskúmania rozsahu (pozri [obrázok 1](#) : Vývojový diagram).

Šesťdesiatpäť relevantných publikácií týkajúcich sa masiek sa považovalo za spadajúce do rozsahu hodnotenia obsahu. Ich súčasťou bolo 14 recenzií a 2 metaanalýzy z primárneho výskumu. Na kvantitatívne hodnotenie bolo vhodných 44 prezentácií negatívnych účinkov z rokov 2004 až 2020. Tridsaťjeden z týchto štúdií bolo experimentálnych (70%) a 13 štúdií bolo štúdiom zberu údajov v zmysle jednoduchých pozorovacích štúdií, najmä v dermatologickej oblasti (30%). Pozorované parametre štúdie a významné výsledky z týchto 44 publikácií ($p < 0,05$ alebo $n \geq 50\%$) boli zostavené do celkového zobrazenia ([obrázok 2](#)). Na základe týchto údajov bola vykonaná korelačná analýza pozorovaných účinkov masky. To zahŕňalo korelačný výpočet zaznamenaných symptómov a fyziologických zmien (pre nominálne zmenšené, dichotomické premenné podľa Fishera pomocou R, R Foundation for Statistical Computing, Viedeň, Rakúsko, verzia 4.0.2).

Obrázok 2. Prehľad vrátane všetkých 44 uvažovaných štúdií s kvantifikovanými, významnými nepriaznivými účinkami masiek (čierne bodky a čierne obdĺžniky). Nie všetky štúdie skúmali každý spomenutý parameter, pretože v popredí boli často zamerané alebo súvisiace otázky. Sivé polia zodpovedajú nedostatočnému pokrytiu v primárnych štúdiách, biele polia predstavujú merané efekty. Našli sme často kombináciu významných chemických, fyzikálnych, fyziologických parametrov a sťažností. Ospalosť sumarizuje symptóm akýchkoľvek kvalitatívnych neurologických deficitov opísaných v skúmanej vedeckej literatúre.

Okrem toho bolo v súvislosti s účinkami masky, ktoré sme zistili, konzultovaných ďalších 64 publikácií so susedným okruhom tém. Patria sem vyhlásenia, usmernenia a právne zásady. Aby sme rozšírili množstvo údajov pre diskusiu, postupovali sme podľa „princípu snehovej gule“ tak, že sme v bibliografiách lokalizovali citácie vybraných článkov a prípadne ich zahrnuli.

Pretože zistenia z tém predložených na diskusiu boli v neočakávanej miere súvisiace s predmetom, rozhodli sme sa rozdeliť výsledky podľa oblastí medicíny. Medzi príslušnými políčkami samozrejme existujú prekrývania, na ktoré podrobne upozorňujeme.

3. Výsledky

Celkom 65 vedeckých prác o maskách sa kvalifikovalo na hodnotenie čisto na základe obsahu. Ich súčasťou bolo 14 recenzií a dve metaanalýzy.

Z matematicky vyhodnotiteľných, prevratných 44 prác s významnými negatívnymi efektmi masky ($p < 0,05$ alebo $n \geq 50\%$), 22 bolo publikovaných v roku 2020 (50%) a 22 bolo publikovaných pred pandémiou COVID-19. Z týchto 44 publikácií bolo 31 (70%) experimentálneho charakteru a zvyšok boli pozorovacie štúdie (30%). Väčšina predmetných publikácií bola v angličtine (98%). Tridsať článkov sa týkalo chirurgických masiek (68%), 30 publikácií týkajúcich sa masiek N95 (68%) a iba 10 štúdií sa týkalo textilných masiek (23%).

Napriek rozdielom medzi primárnymi štúdiami sme dokázali preukázať štatisticky významnú koreláciu v kvantitatívnej analýze medzi negatívnymi vedľajšími účinkami vyčerpania kyslíka v krvi a únavou u nositeľov masiek s $p = 0,0454$.

Okrem toho sme zistili matematicky zoskupený spoločný vzťah štatisticky významných potvrdených účinkov masiek v primárnych štúdiách ($p < 0,05$ a $n \geq 50\%$), ako je znázornené na [obrázku 2.](#) V deviatich z 11 vedeckých prác (82%) sme zistili kombinovaný nástup ochrany dýchacích ciest N95 a nárastu oxidu uhličitého pri nosení masky. Podobný výsledok pre zníženie saturácie kyslíkom a respiračného poškodenia sme našli so synchronnými dôkazmi v šiestich z deviatich relevantných štúdií (67%). V šiestich z 10 štúdií (60%) boli masky N95 spojené s bolesťami hlavy. Pokiaľ ide o depriváciu kyslíka pod respiračnými chráničmi N95, zistili sme bežný výskyt v ôsmich z 11 primárnych štúdií (72%). Zvýšenie teploty pokožky pod maskami bolo spojené s únavou v 50% (tri zo šiestich primárnych štúdií). Dvojitý výskyt zvýšenia teploty telesného parametra a respiračného poškodenia bol zistený v siedmich z ôsmich štúdií (88%). [Obrázok 2](#)).

Prehľad literatúry potvrdzuje, že v oblasti vnútorného lekárstva sa vyskytuje relevantný, nežiaduci fenomén súvisiaci s lekárstvom, orgánmi a orgánovými systémami sprevádzaný nosením rúšok (najmenej 11 publikácií, [oddiel 3.2](#)). Zoznam zahŕňa neurológiu (sedem publikácií, [časť 3.3](#)), psychológiu (viac ako 10 publikácií, [časť 3.4](#)), psychiatriu (tri publikácie, [časť 3.5](#)), gynekológiu (tri publikácie, [časť 3.6](#)), dermatológiu (najmenej 10 publikácií, [časť 3.7](#)), ORL medicína (štyri publikácie, [časť 3.8](#)), zubné lekárstvo (jedna publikácia, [časť 3.8](#)), športová medicína (štyri publikácie, [časť 3.9](#)), sociológia (viac ako päť publikácií, [časť 3.10](#)), pracovné lekárstvo (viac ako 14 publikácií, [časť 3.11](#)), mikrobiológia (najmenej štyri publikácie, [časť 3.12](#)), epidemiológia (viac ako 16 publikácií, [časť 3.13](#)) a pediatria (štyri publikácie, [časť 3.14](#)), ako aj environmentálnu medicínu (štyri publikácie, [časť 3.15](#)).

Všeobecné fyziologické účinky uvedieme ako základ pre všetky disciplíny. Nasledovať bude opis výsledkov z rôznych odborov medicíny a záverečný odsek pediatrie.

3.1. Všeobecné fyziologické a patofyziologické účinky na nositeľa

Experimentálna dizertačná práca (randomizovaná krížová štúdia) už v roku 2005 ukázala, že nosenie chirurgických masiek u zdravého zdravotníckeho personálu (15 osôb vo veku 18 – 40 rokov) vedie k merateľným fyzickým účinkom so zvýšenými hodnotami transkutánneho oxidu uhličitého po 30 minútach [[13](#)]. V tomto článku bola diskutovaná úloha objemu mŕtveho priestoru a zadržania CO_2 ako príčiny významnej zmeny ($p < 0,05$) v krvných plynach na ceste k hyperkapnii, ktorá bola stále v medziach. Masky rozširujú prirodzený mŕtvy priestor (nos, hrdlo, priedušnica, priedušky) smerom von a mimo úst a nosa.

Experimentálne zvýšenie objemu mŕtveho priestoru počas dýchania zvyšuje retenciu oxidu uhličitého (CO_2) v pľúcach a pri záťaži a podľa toho parciálny tlak oxidu uhličitého pCO_2 v krvi ($p < 0,05$) [[14](#)].

Vedci sa zaoberajú nielen zvýšeným opätovným dýchaním oxidu uhličitého (CO_2) v dôsledku mŕtveho priestoru, ale diskutujú aj o vplyve zvýšeného dýchacieho odporu pri použití masiek [15 , 16 , 17].

Podľa vedeckých údajov nositelia masiek ako celok vykazujú pozoruhodnú frekvenciu typických, merateľných a fyziologických zmien spojených s maskami.

V nedávnej intervenčnej štúdii uskutočnenej na ôsmich subjektoch ukázali merania obsahu plynu pre kyslík (merané v O_2 obj.%) A oxid uhčitý (merané v CO_2 ppm) vo vzduchu pod maskou nižšiu dostupnosť kyslíka aj v pokoji ako bez masky. Analyzátor plynu Multi-Rae bol použitý pre meranie (RaeSystems®) (Sunnyvale, California CA, USA). V čase štúdie bolo zariadenie najpokročilejším prenosným multivariantným analyzátorom plynu v reálnom čase. Používa sa aj v záchrannej medicíne a operačných núdzových situáciách. Absolútna koncentrácia kyslíka (O_2 obj.%) Vo vzduchu pod maskami bola významne nižšia (mínus 12,4 obj.% O_2 v absolútnom vyjadrení, štatisticky významné $p < 0,001$) pri 18,3% v porovnaní s 20,9% koncentráciou vzduchu v miestnosti. Súčasne sa merala zdravotne kritická hodnota koncentrácie oxidu uhličitého (CO_2 obj.%) Zvýšená o 30-násobok v porovnaní s bežným izbovým vzduchom (ppm s maskou oproti 464 ppm bez masky, štatisticky významné s $p < 0,001$) [18].

Tieto javy sú zodpovedné za štatisticky významné zvýšenie obsahu krvi v kysličníku uhličitom (CO_2) u nositeľov masiek [19 , 20], na jednej strane, merané transkutánne prostredníctvom zvýšenej hodnoty PtcCO_2 [15 , 17 , 19 , 21 , 22], na druhej strane prostredníctvom koncového expiračného parciálneho tlaku oxidu uhličitého (PETCO_2) [23 , 24] alebo arteriálneho parciálneho tlaku oxidu uhličitého (PaCO_2) [25].

Okrem zvýšenia hladiny oxidu uhličitého (CO_2) v krvi ($p < 0,05$) v nositeľovi ($p < 0,05$) [13 , 15 , 17 , 19 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28], ďalší dôsledok masiek, ktoré boli často experimentálne dokázané, je štatisticky významný pokles saturácie krvi kyslíkom (SpO_2) ($p < 0,05$) [18 , 19 , 21 , 23 , 29 , 30 , 31 , 32 , 33 , 34]. Pokles parciálneho tlaku kyslíka v krvi (PaO_2) s účinkom sprievodného zvýšenia srdcovej frekvencie ($p < 0,05$) [15 , 23 , 29 , 30 , 34], ako aj zvýšenia dychovej frekvencie ($p < 0,05$) [15 , 21 , 23 , 35 , 36] boli dokázané.

Štatisticky významné merateľné zvýšenie tepovej frekvencie ($p < 0,05$) a zníženie nasýtenia kyslíkom SpO_2 po prvej ($p < 0,01$) a druhej hodine ($p < 0,0001$) pod jednorazovou maskou (chirurgická maska) uviedli vedci v štúdii intervenčnú štúdiu masky vykonali na 53 zamestnaných neurochirurgoch [30].

V ďalšej experimentálnej štúdii (porovnávacia štúdia) spôsobili chirurgické masky a masky N95 významné zvýšenie srdcovej frekvencie ($p < 0,01$) a zodpovedajúci pocit vyčerpania ($p < 0,05$). Tieto symptómy boli sprevádzané pocitom tepla ($p < 0,0001$) a svrbením ($p < 0,01$) v dôsledku prenikania vlhkosti masiek ($p < 0,0001$) u 10 zdravých dobrovoľníkov oboch pohlaví už po 90 minútach fyzickej aktivity [35]. Prienik vlhkosti bol určený pomocou senzorov vyhodnotením protokolov (SCXI-1461, National Instruments, Austin, TX, USA).

Tieto javy boli reprodukované v inom experimente na 20 zdravých subjektoch s chirurgickými maskami. Maskovaný subjekty vykazovali štatisticky významné zvýšenie srdcovej frekvencie ($p < 0,001$) a dychovej frekvencie ($p < 0,02$) sprevádzanou výrazného merateľného zvýšenia transkutánna oxidu uhličitého PtcCO_2 ($p < 0,0006$). Počas cvičenia sa sťažovali aj na dýchacie ťažkosti [15].

Zvýšené opätovné vdýchnutie oxidu uhličitého (CO_2) zo zväčšeného objemu mŕtveho priestoru u

nositeľiek masky môže reflexne spustiť zvýšenú respiračnú aktivitu so zvýšenou svalovou prácou, ako aj z toho vyplývajúcu dodatočnú potrebu kyslíka a spotrebu kyslíka [17]. Ide o reakciu na patologické zmeny v zmysle adaptačného účinku. Maskou indukovaný pokles hodnoty saturácie krvi kyslíkom (SpO_2) [30] alebo parciálny tlak kyslíka v krvi (PaO_2) [34] môže následne dodatočne zintenzívniť subjektívne sťažnosti na hrudník [25 , 34].

Zdokumentované maskou vyvolané zmeny v krvných plynách smerom k hyperkapnii (zvýšené hladiny oxidu uhličitého/ CO_{2v} krvi) a hypoxii (znížené hladiny kyslíka/ O_{2v} krvi) môžu viesť k ďalším nefyzickým účinkom, ako je zmätenosť, znížená schopnosť myslenia a dezorientácia [23 , 36 , 37 , 38 , 39], vrátane celkovo narušených kognitívnych schopností a poklesu psychomotorických schopností [19 , 32 , 38 , 39 , 40 , 41]. To zdôrazňuje dôležitosť zmien parametrov krvných plynov (O_2 a CO_2) ako príčina klinicky relevantných psychologických a neurologických účinkov. Vyššie uvedené parametre a efekty (nasýtenie kyslíkom, obsah oxidu uhličitého, kognitívne schopnosti) boli merané v štúdiu na senzorocho nasýtenia (Semi-Tec AG, Therwil, Švajčiarsko) pomocou stupnice Borg Rating, Frank Scale, Roberge Respirator Comfort Scale a Roberge Subjektívna škála symptómov počas práce, ako aj s Likertovou stupnicou [19]. V ďalšej hlavnej štúdiu boli na meranie hladín oxidu uhličitého, pulzu a kognitívnych schopností použité konvenčné EKG, kapnografické a symptomatické dotazníky [23.]. Ďalší zber fyziologických údajov bol vykonaný pomocou pulzných oxymetrov (Allegiance, MCGaw, USA), subjektívne ťažkosti boli hodnotené pomocou 5-bodovej Likertovej stupnice a motorická rýchlosť bola zaznamenaná pomocou prevodníkov s lineárnou polohou (Tendo-Fitrodyne, Sport Machins, Trenčín, Slovensko) [32]. Niektorí vedci použili štandardizované, anonymizované dotazníky na zber údajov o subjektívnych sťažnostiach spojených s maskami [37].

V laboratórnych podmienkach s rôznymi typmi masiek (komunity, chirurgické, N95) k výraznému zvýšeniu srdcovej frekvencie ($p < 0,04$), čo je zníženie saturácie kyslíkom SPO_2 ($p < 0,05$) s nárastom teploty kože pod maskou (tvár) a ťažkosti s dýchaním ($p < 0,002$) boli zaznamenané u 12 zdravých mladých subjektov (študenti). Vyšetrovatelia navyše pozorovali závraty ($p < 0,03$), apatiu ($p < 0,05$), poruchy myslenia ($p < 0,03$) a problémy s koncentráciou ($p < 0,02$), ktoré boli štatisticky významné aj pri nosení masiek [29].

Podľa iných vedcov a ich publikácií masky tiež zasahujú do regulácie teploty, zhoršujú zorné pole a neverbálnu a verbálnu komunikáciu [15 , 17 , 19 , 36 , 37 , 42 , 43 , 44 , 45].

Vyššie uvedené merateľné a kvalitatívne fyziologické účinky masiek môžu mať dôsledky v rôznych oblastiach odbornosti v medicíne.

Z patológie je známe, že nielen nadprahové podnety prekračujúce normálne limity majú dôsledky súvisiace s ochorením. Podprahové podnety sú tiež schopné spôsobiť patologické zmeny, ak je doba expozície dostatočne dlhá. Príklady sú od najmenšieho znečistenia ovzdušia sýrovodíkom, ktoré má za následok respiračné problémy (podráždenie hrdla, kašeľ, znížená absorpcia kyslíka) a neurologické ochorenia (bolesti hlavy, závraty) [46]. Navyše podprahové, ale dlhodobé pôsobenie oxidov dusíka a tuhých častíc je spojené so zvýšeným rizikom astmy, hospitalizácie a vyššou celkovou úmrtnosťou [47 , 48]. Nízke koncentrácie pesticídov sú tiež spojené s následkami chorôb relevantnými pre ľudí, akými sú mutácie, vývoj rakoviny a neurologické poruchy [49]. Rovnako tak je chronický podprahový príjem arzenu spojený so zvýšeným rizikom rakoviny [50], podprahovým príjmom kadmia s podporou srdcového zlyhania [51], podprahovým príjmom olova je spojená hypertenzia, metabolické poruchy obličiek a kognitívne poruchy [52] alebo podprahový príjem ortuti s imunitnou nedostatočnosťou a neurologickými poruchami [53]. Je tiež známe, že dlhodobé podprahové vystavenie ultrafialovému žiareniu spôsobuje karcinogénne účinky podporujúce mutácie (najmä rakovinu bielej kože) [54].

Nežiaduce zmeny vyvolané maskou sú na prvý pohľad relatívne malé, ale relevantné je opakované dlhodobé pôsobenie v súlade s vyššie uvedeným patogenetickým princípom. Očakávajú sa dlhodobé dôsledky masiek súvisiace s ochorením. Štatisticky významné výsledky zistené v štúdiách s matematicky hmatateľnými rozdielmi medzi nositeľmi masiek a ľuďmi bez rúšok sú klinicky relevantné. Naznačujú, že pri zodpovedajúco opakovanom a dlhodobom pôsobení fyzikálnych, chemických, biologických, fyziologických a psychologických stavov, z ktorých niektoré sú podprahové, ale ktoré sú výrazne posunuté do patologických oblastí, sa môžu vyvinúť zmeny znižujúce zdravie a klinický obraz. krvný tlak a arterioskleróza, vrátane koronárnej choroby srdca (metabolický syndróm), ako aj neurologických chorôb. Pri malých zvýšeníach oxidu uhličitého vo vdýchnutom vzduchu bol tento účinok podporujúci chorobu preukázaný pri bolestiach hlavy, podráždení dýchacích ciest až po astmu, ako aj pri zvýšení krvného tlaku a srdcovej frekvencie s poškodením ciev a nakoniec neuropatologické a kardiovaskulárne dôsledky [38]. Aj mierne, ale trvalo zvýšená srdcová frekvencia podporuje oxidačný stres s endotelovou dysfunkciou prostredníctvom zvýšených zápalových poslov a nakoniec bola dokázaná stimulácia arteriosklerózy ciev [55]. Podobný efekt pri stimulácii vysokého krvného tlaku, srdcovej dysfunkcii a poškodení ciev zásobujúcich mozog sa navrhuje aj pri mierne zvýšených frekvenciách dýchania počas dlhých období [56, 57]. Masky sú zodpovedné za vyššie uvedené fyziologické zmeny s nárastom vdychovaného oxidu uhličitého [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28], malé trvalé zvýšenie srdcovej frekvencie [15, 23, 29, 30, 35] a mierne, ale trvalé zvýšenie frekvencie dýchania [15, 21, 23, 34, 36].

Pre lepšie pochopenie vedľajších účinkov a nebezpečenstiev masiek uvedených v tomto prehľade literatúry je možné odkázať na dobre známe princípy respiračnej fyziológie ([obrázok 3](#)).

Obrázok 3. Patofyziológia masky (dôležité fyzikálne a chemické účinky): Ilustrácia dychového odporu* a objemu mŕtveho priestoru masky N95 u dospelého. Pri dýchaní dochádza k celkovo výrazne zníženému možnému objemu výmeny plynov v pľúcach mínus 37% spôsobeného maskou (Lee 2011) [60] podľa zníženia hĺbky a objemu dýchania v dôsledku väčšieho dýchacieho odporu plus 128%* (námaha pri nádychu väčšia ako pri výdychu) a v dôsledku zvýšeného mŕtveho objemu plus 80%, ktorý sa priamo nezúčastňuje na výmene plynu a je len čiastočne zmiešaný s prostredím. (* = priemerná inšpirácia a expirácia podľa Lee 2011 [60] vrátane penetrácie vlhkosti podľa Roberge 2010 [61], ** = priemerné hodnoty podľa Xu 2015 [59]).

Priemerný mŕtvy priestor počas dýchania u dospelých je približne 150–180 ml a výrazne sa zvyšuje, ak máte masku pokrývajúcu ústa a nos [58]. Napríklad s maskou N95 bol v experimentálnej štúdii určený objem mŕtveho priestoru približne 98–168 ml [59]. To zodpovedá nárastu mŕtveho priestoru súvisiaceho s maskou o približne 65 až 112% u dospelých, a teda takmer zdvojnásobeniu. Pri dychovej frekvencii 12 za minútu by teda dýchanie s kyvadlovým objemom s touto maskou bolo najmenej 2,9 – 3,8 litra za minútu. Mŕtvy priestor nahromadený maskou preto spôsobuje relatívne zníženie objemu výmeny plynu dostupného pľúcam na dych o 37% [60]. To do značnej miery vysvetľuje zhoršenie respiračnej fyziológie uvádzané v našej práci a z toho vyplývajúce vedľajšie účinky všetkých typov masiek pri každodennom používaní u zdravých a chorých ľudí (zvýšenie dychovej frekvencie, zvýšenie srdcovej frekvencie, zníženie nasýtenia kyslíkom, zvýšenie oxidu uhličitého parciálny tlak, únava, bolesti hlavy, závraty, poruchy myslenia a podobne) [36, 58].

Okrem účinku zvýšeného dýchania v mŕtvom priestore má však mimoriadny význam aj dýchací odpor spojený s maskou ([obrázok 3](#)) [23, 36].

Experimenty ukazujú nárast odporu dýchacích ciest o pozoruhodných 126% pri vdýchnutí a 122% pri výdychu s maskou N95 [60]. Experimentálne štúdie tiež ukázali, že zvlhčovanie masky (N95) zvyšuje dýchací odpor o ďalšie 3% [61] a môže teda zvýšiť odpor dýchacích ciest až na 2,3-násobok normálnej hodnoty.

Toto jasne ukazuje dôležitosť odporu dýchacích ciest masky. Tu maska pôsobí ako rušivý faktor pri dýchaní a robí pozorované kompenzačné reakcie so zvýšením frekvencie dýchania a súčasným pocitom dýchania prijateľnými (zvýšená práca dýchacích svalov). Toto extra napätie v dôsledku zosilnenej práce s dýchaním proti väčšiemu odporu spôsobenému maskami tiež vedie k zvýšenému vyčerpaniu so zvýšením srdcovej frekvencie a zvýšenej produkcií CO_2 . V našom prehľade štúdií o vedľajších účinkoch masiek ([obrázok 2](#)) je vhodné, že sme tiež zistili percentuálne zoskupenie významného respiračného poškodenia a významný pokles saturácie kyslíkom (asi v 75% všetkých výsledkov štúdie).

Pri hodnotení primárnych prác sme tiež určili staticky významnú koreláciu poklesu saturácie kyslíkom (SpO_2) a únavy s bežným výskytom v 58% štúdií použitia masky s významnými výsledkami ([obrázok 2](#) , $p < 0,05$) .

3.2. Internistické vedľajšie účinky a nebezpečenstvá

Už v roku 2012 experiment ukázal, že chôdza u 20 maskovaných subjektov v porovnaní s rovnakou aktivitou bez masiek významne zvyšuje srdcovú frekvenciu (priemer +9,4 úderov za minútu, $p < 0,001$) a frekvenciu dýchania ($p < 0,02$). Tieto fyziologické zmeny boli sprevádzané transkutánne významne merateľnými zvýšenými hladinami transkutánneho oxidu uhličitého (PtcCO_2) ($p < 0,0006$), ako aj respiračnými ťažkosťami u nositeľov masiek v porovnaní s kontrolnou skupinou [[15](#)].

V nedávnej experimentálnej porovnávacej štúdii z roku 2020 došlo u 12 zdravých dobrovoľníkov pod chirurgickými maskami a pod maskami N95 k merateľným poruchám meraných parametrov pľúcnych funkcií, ako aj kardiopulmonálnej kapacity (nižšia maximálna odpoveď laktátu v krvi) počas strednej až silnej fyzickej námahy v porovnaní s námahou bez masiek ($p < 0,001$) [[31](#)]. Maskou navodený zvýšený odpor dýchacích ciest viedol k zvýšenej respiračnej práci so zvýšenou spotrebou a potrebou kyslíka, a to tak dýchacích svalov, ako aj srdca. Dýchanie bolo výrazne sťažené ($s < 0,001$) a účastníci hlásili miernu bolesť. Vedci zo svojich výsledkov dospeli k záveru, že srdcová kompenzácia pľúcnych, maskou indukovaných obmedzení, ktoré stále fungovali u zdravých ľudí, už pravdepodobne nebola možná u pacientov so zníženým srdcovým výdajom [[31](#)].

V ďalšej nedávnej štúdii vedci testovali látkové masky (komunitné masky), chirurgické masky a masky FFP2/N95 u 26 zdravých ľudí počas cvičenia na cyklo ergometri. Všetky masky tiež vykazovali merateľnú retenciu oxidu uhličitého (CO_2) (PtcCO_2) (štatisticky významné s $p < 0,001$) a v prípade masiek N95 zníženie hodnoty saturácie kyslíkom SpO_2 (štatisticky významné pri 75 a 100 W s $p < 0,02$, respektíve $p < 0,005$). Klinický význam týchto zmien sa ukázal vo zvýšení frekvencie dýchania pomocou textilných masiek ($s < 0,04$), ako aj pri výskyte vyššie opísaných sťažností špecifických pre masku, ako je pocit tepla, dýchavičnosť a bolesti hlavy. Vnímanie stresu bolo zaznamenané na Borgovej stupnici od 1 do 20. Počas fyzickej námahy pod maskou N95 skupina s maskami vykazovala významné zvýšenie pocitu vyčerpania v porovnaní so skupinou bez 14,6 oproti 11,9 na stupnici 20. Počas expozície sa 14 z 24 osôb v maskách sťažovalo na dýchavičnosť (58%), štyri bolesti hlavy a dva na pocit tepla. Väčšina sťažností sa týkala masiek FFP2 (72%) [[21](#)].

Vyššie uvedené fyziologické a subjektívne fyzické účinky masiek na zdravých ľudí v pokoji a pri námahe [[21](#) , [31](#)] naznačujú vplyv masiek na chorých a starších ľudí aj bez námahy.

V observačnej štúdii s desiatimi 20 až 50-ročnými sestrami, ktoré mali počas smeny nasadenú masku N95, boli vedľajšie účinky ako dýchacie ťažkosti („nemôžem dýchať“), pocity vyčerpania, bolesť hlavy ($p < 0,001$), ospalosť ($p < 0,001$) a pokles saturácie kyslíkom SpO_2 ($p < 0,05$), ako aj zvýšenie srdcovej frekvencie ($p < 0,001$) boli štatisticky významné v súvislosti so zvýšením obezity (BMI) [[19](#)]. Výskyt symptómov pod maskami bol spojený aj so starším vekom (štatisticky významná

korelácia únavy a ospalosti s $p < 0,01$ pre každého, nauzea s $p < 0,05$, zvýšenie krvného tlaku s $p < 0,01$, bolesť hlavy s $p < 0,05$, dýchacie ťažkosti s $p < 0,001$) [19].

V intervenčnej štúdii zahrňajúcej 97 pacientov s pokročilou chronickou obštrukčnou chorobou pľúc (CHOCHP) sa frekvencia dýchania, saturácia kyslíkom a vydychovaný ekvivalent oxidu uhličitého (kapnometria) nepriaznivo a významne zmenili po použití masiek N95 (ekvivalent FFP2) s počiatočnými 10 minútami odpočinku a následná 6-minútová prechádzka. Sedem pacientov experiment prerušilo kvôli vážnym ťažkostiam s poklesom hodnoty saturácie kyslíkom SpO_2 a retenciou patologického oxidu uhličitého (CO_2), ako aj zvýšeným parciálnym tlakom oxidu uhličitého na konci expirácie ($PETCO_2$) [23]. U dvoch pacientov bol $PETCO_2$ prekročil normálne limity a dosiahol hodnoty > 50 mmHg. $FEV1 < 30\%$ a modifikovaná škála dyspnoe škály pre lekárske výskumný výbor (mMRC) ≥ 3 , oba indikátory pokročilej CHOCHP, v tejto štúdii korelovala s celkovou intoleranciou masky. Najčastejším príznakom pod maskou bola dýchavičnosť na 86%. V prerušených štúdiách boli často zaznamenané aj závraty (57%) a bolesti hlavy. U pacientov s CHOCHP tolerujúcich masku bolo možné významné zvýšenie srdcovej frekvencie, dychovej frekvencie a parciálneho tlaku oxidu uhličitého na konci expirácie $PETCO_2$ objektivizovať aj v pokoji, už po 10 minútach nosenia masky ($p < 0,001$) sprevádzaného pokles saturácie kyslíkom SpO_2 ($p < 0,001$) [23]. Výsledky tejto štúdie s úrovňou dôkazu IIa sú orientačné pre nositeľov masiek s CHOCHP.

V ďalšej retrospektívnej komparatívnej štúdii o CHOCHP a chirurgických maskách boli skúšajúci schopní štatisticky preukázať zvýšenie arteriálneho parciálneho tlaku oxidu uhličitého ($PaCO_2$) približne o $+8$ mmHg ($p < 0,005$) a sprievodné zvýšenie systolickej krvi súvisiace s maskou. tlak $+11$ mmHg ($p < 0,02$) [25]. Toto zvýšenie je relevantné u hypertenzných pacientov, ale aj u zdravých ľudí s hraničnými hodnotami krvného tlaku, pretože je možné vyvolať rozsah patologických hodnôt vyvolaný nosením masky.

U 39 hemodialyzovaných pacientov v terminálnom štádiu ochorenia obličiek spôsobila maska typu N95 (ekvivalent FFP2) významný pokles parciálneho tlaku kyslíka v krvi (PaO_2) u 70% pacientov v pokoji (na hemodialýze) v priebehu iba 4 hodín ($p = 0,006$). Napriek kompenzačne zvýšenej frekvencii dýchania ($p < 0,001$) sa u 19% subjektov vyskytla malátnosť s bolesťou na hrudníku ($p < 0,001$) a dokonca mala za následok hypoxémiu (pokles kyslíka pod normálnu hranicu) [34]. Vedci zo svojich zistení dospeli k záveru, že starší ľudia alebo pacienti so zníženou kardiopulmonálnou funkciou majú pri použití masky vyššie riziko vzniku závažného respiračného zlyhania [34].

V prehľadovom dokumente o rizikách a výhodách masiek nosených počas krízy COVID-19 uvádzajú ďalší autori rovnako kritické hodnotenie povinného používania masiek u pacientov s pneumóniou, s ochorením zápalu pľúc COVID-19 aj bez neho [16].

3.3. Neurologické vedľajšie účinky a nebezpečenstvá

Pri vedeckom hodnotení synkopy na operačnom sále bolo 36 zo 77 postihnutých osôb (47%) spojených s nosením masky [62]. Nedali sa však vylúčiť aj iné faktory ako prispievajúce príčiny.

V prehľade dôkazov úrovne III neurológovia z Izraela, Veľkej Británie a USA uvádzajú, že maska nie je vhodná pre epileptikov, pretože môže vyvolať hyperventiláciu [63]. Použitie masky výrazne zvyšuje dychovú frekvenciu asi o plus 15 až 20% [15 , 21 , 23 , 34 , 64]. Je však známe, že zvýšenie frekvencie dýchania vedúce k hyperventilácii sa používa na provokáciu pri diagnostike epilepsie a spôsobuje záchvaty ekvivalentné zmeny EEG u 80% pacientov s generalizovanou epilepsiou a až u 28% fokálnych epileptikov [65].

Lekári z New Yorku skúmali účinky nosenia masiek chirurgickej masky a masky N95 medzi

zdravotníckym personálom na vzorke 343 účastníkov (získovaných pomocou štandardizovaných, anonymizovaných dotazníkov). Nosenie rúšok spôsobilo zistiteľné fyzické nepriaznivé účinky, ako je zhoršené poznávanie (24% nositeľov) a bolesti hlavy u 71,4% účastníkov. Z toho 28% pretrvávalo a potrebovalo lieky. Bolesť hlavy sa vyskytla u 15,2% pod 1 h opotrebenia, u 30,6% po 1 hodine opotrebenia a u 29,7% po 3 hodinách nosenia. Účinok sa teda zosilňoval s predlžujúcou sa dobou nosenia [37].

Zmätok, dezorientácia a dokonca ospalosť (dotazník podľa Likertovej škály) a znížené motorické schopnosti (merané lineárnym snímačom polohy) so zníženou reaktivitou a celkovo zhoršeným výkonom (merané stupnicou subjektívnych symptómov počas práce Roberge) v dôsledku použitia masky boli zdokumentované aj v iných štúdiách [19 , 23 , 29 , 32 , 36 , 37].

Vedci vysvetľujú tieto neurologické poruchy maskovaným latentným poklesom hladín kyslíka v krvnom plyne O_2 (smerom k hypoxii) alebo latentným zvýšením hladín oxidu uhličitého v krvi CO_2 (smerom k hyperkapnii) [36]. Vzhľadom na vedecké údaje sa zdá, že aj toto spojenie je nespochybniteľné [38 , 39 , 40 , 41].

V experimente s maskou od roku 2020 sa zistilo výrazné zhoršenie myslenia ($p < 0,03$) a zhoršená koncentrácia ($p < 0,02$) u všetkých použitých typov masiek (látkové, chirurgické a masky N95) už po 100 minútach nosenia masky [29]. Poruchy myslenia významne korelovali s poklesom saturácie kyslíkom ($p < 0,001$) počas používania masky.

Počiatočné bolesti hlavy ($p < 0,05$) zažilo až 82% zo 158, 21–35 ročných nositeľov masiek v ďalšej štúdii ochrany dýchacích ciest N95, pričom tretina (34%) mala bolesti hlavy až štyrikrát denne. Účastníci nosili masku 18,3 dňa počas 30 dní s priemerom 5,9 hodiny denne [66].

Významne zvýšenú bolesť hlavy ($p < 0,05$) bolo možné pozorovať nielen u N95, ale aj u chirurgických masiek u účastníkov ďalšej observačnej štúdie zdravotníckych pracovníkov [67].

V ďalšej štúdii vedci zaradili 306 používateľov s priemerným vekom 43 rokov a nosiacich rôzne typy masiek, z ktorých 51% malo počiatočnú bolesť hlavy ako špecifický symptóm súvisiaci výlučne so zvýšeným chirurgickým používaním a používaním masky N95 (1 až 4 hodiny, $p = 0,008$) [68].

Výskumníci zo Singapuru dokázali v štúdii zahŕňajúcej 154 zdravých nositeľov masky zdravotnej služby N95, že došlo k významnému zvýšeniu hladín oxidu uhličitého v krvi vyvolaných maskou (merané parciálnym tlakom oxidu uhličitého $PETCO_2$ na konci výdychu) a merateľne vyššej vazodilatácii s došlo k zvýšeniu prietoku mozgovvej tepny v cerebri media. V skúšobnej skupine to bolo spojené s bolesťami hlavy ($p < 0,001$) [27].

Podľa vedcov spomínané zmeny prispievajú aj k bolestiam hlavy pri dlhodobom používaní masiek s posunom k hypoxii a hyperkapnii. Stres a mechanické faktory, ako je podráždenie krčných nervov v oblasti krku a hlavy, spôsobené tesnými popruhmi masky, ktoré tlačia na nervové pramene, tiež prispievajú k bolestiam hlavy [66].

V analýze primárnych štúdií sme boli schopní zistiť asociáciu medzi maskou N95 a bolesťami hlavy. V šiestich z 10 štúdií sa výrazná bolesť hlavy objavila v spojení s maskou N95 (60% všetkých štúdií, **obrázok 2**).

3.4. Psychologické vedľajšie účinky a nebezpečenstvá

Podľa experimentálnej štúdie môže používanie chirurgických masiek a masiek N95 tiež viesť k zníženiu kvality života v dôsledku zníženej kardiopulmonálnej kapacity [31]. Masky spolu s

spôsobovaním fyziologických zmien a nepohodlia s postupnou dĺžkou používania môžu tiež viesť k výraznému nepohodliu ($p < 0,03$ až $p < 0,0001$) a pocitu vyčerpania ($p < 0,05$ až $0,0001$) [69].

Okrem posunu v krvných plynach smerom k hyperkapnii (zvýšenie CO_2) a hypoxii (zníženie O_2), podrobne popísanej vo všeobecných fyziologických účinkoch ([časť 3.1](#)), masky tiež obmedzujú kognitívne schopnosti jednotlivca (merané pomocou prieskumu Likertovou škálou) sprevádzané poklesom psycho-motorických schopností a následne zníženou odozvou (merané pomocou lineárneho prevodníka polohy), ako aj celkovo zníženou výkonnostnou schopnosťou (merané pomocou škály Roberge Subjektívne symptómy počas práce) [29 , 32 , 38 , 39 , 41].

Maska tiež spôsobuje zhoršené zorné pole (obzvlášť postihujúce zem a prekážky na zemi) a tiež bráni zvyčajným činnostiam, ako je jedenie, pitie, dotýkanie sa, škrabanie a čistenie inak nekrytej časti tváre, ktorá je vedome a podvedome sú vnímané ako trvalé narušenie, prekážanie a obmedzovanie [36]. Nosenie rúšok teda so sebou prináša pocit zbavenia slobody a straty autonómie a sebaurčenia, čo môže viesť k potlačeniu hnevu a podvedomého neustáleho vyrušovania, najmä preto, že nosenie rúšok väčšinou diktujú a objednávajú iní [70 , 71]. Tieto vnímané interferencie integrity, sebaurčenia a autonómie spojené s nepohodlím často prispievajú k značnému rozptýleniu a v konečnom dôsledku môžu byť kombinované s poklesom psycho-motorických schopností súvisiacim s fyziologickými maskami, zníženou reakciou a celkovo zhoršenou kognitívnou výkonnosťou. Vedie to k chybnému hodnoteniu situácií, ako aj k oneskorenému, nesprávnemu a nevhodnému správaniu a k zníženiu účinnosti nositeľa masky [36 , 37 , 39 , 40 , 41].

Používanie masiek niekoľko hodín často spôsobuje ďalšie zistiteľné nežiaduce účinky, ako sú bolesti hlavy, lokálne akné, podráždenie pokožky súvisiace s maskou, svrbenie, pocity tepla a vlhkosti, poruchy a nepríjemné pocity postihujúce predovšetkým hlavu a tvár [19 , 29 , 35 , 36 , 37 , 71 , 72 , 73]. Hlava a tvár sú však významné pre pohodu vďaka veľkému zastúpeniu v citlivej mozgovej kôre (homunculus) [36].

Podľa dotazníkového prieskumu masky tiež často spôsobujú úzkosť a psycho-vegetatívny stres u detí-rovnako ako u dospelých-s nárastom psychosomatických a stresových chorôb a depresívnym prežívaním, zníženou účasťou, sociálnym stiahnutím a znížením zdravia -súvisiace samošetrenie [74]. Viac ako 50% študovaných nositeľov masiek malo aspoň mierne depresívne pocity [74]. Ďalšie strach vyvolávajúce a často prehnané mediálne pokrytie to môže ešte viac zintenzívniť. Nedávna retrospektívna analýza všeobecných médií v kontexte epidémie eboly v roku 2014 ukázala, že vedecký pravdivý obsah predstavuje iba 38% všetkých verejne publikovaných informácií [75]. Vedci klasifikovali celkovo 28% informácií ako provokatívne a polarizujúce a 42% ako preháňajúce riziká. Okrem toho bolo 72% mediálneho obsahu zameraných na vyvolanie negatívnych pocitov súvisiacich so zdravím. Pocit strachu spojený s neistotou a prvotnou ľudskou potrebou patriť [76] spôsobuje sociálnu dynamiku, ktorá sa zdá z lekárskeho a vedeckého hľadiska čiastočne neopodstatnená.

Maska, ktorá pôvodne slúžila čisto hygienickým účelom, sa zmenila na symbol súladu a pseudo-solidarity. WHO napríklad uvádza výhody používania masiek zdravými ľuďmi na verejnosti, vrátane potenciálne zníženej stigmatizácie nositeľov masiek, pocitu prispievania k prevencii šírenia vírusu a pripomenutia dodržiavania ďalších opatrení [2].

3.5. Psychiatrické vedľajšie účinky a nebezpečenstvá

Ako už bolo vysvetlené vyššie, masky môžu spôsobiť zvýšené opätovné dýchanie s akumuláciou oxidu uhličitého v nositeľovi v dôsledku zvýšeného objemu mŕtveho priestoru [16 , 17 , 18 , 20] ([obrázok 3](#)), pričom často štatisticky významne je možné merať zvýšený obsah oxidu uhličitého (CO_2) v krvi. úrovně u postihnutých [13 , 15 , 17 , 19 , 20 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28]

([obrázok 2](#)). O zmenách, ktoré vedú k hyperkapnii, je však známe, že vyvolávajú záchvaty paniky [[77](#) , [78](#)]. Vďaka tomu je klinicky relevantný významne merateľný nárast CO₂ spôsobený nosením masky.

Je zaujímavé, že dychové provokačné testy vdychovaním CO₂ sa používajú na odlíšenie úzkostných stavov pri panických poruchách a predmenštruačnej dysfórii od iných psychiatrických klinických obrazov. Tu už absolútne koncentrácie 5% CO₂ postačujú na spustenie panických reakcií v priebehu 15-16 minút [[77](#)]. Normálny obsah vydychovaného vzduchu v CO₂ je asi 4%.

Z experimentálnych štúdií na maskovaných predmetoch je zrejmé, že zmeny koncentrácie v dýchacích plynov vo vyššie uvedenom rozmedzí s hodnotami nad 4% môžu nastať počas opätovného dýchania s predĺženým používaním masky [[18](#) , [23](#)].

Aktivácia lokusu coeruleus pomocou CO₂ sa používa na vyvolanie panických reakcií prostredníctvom dýchacích plynov [[78](#) , [79](#)]. Je to spôsobené tým, že locus coeruleus je dôležitou súčasťou systému vegetatívnych noradrenergických neurónov, riadiaceho centra v mozgovom kmeni, ktoré reaguje na príslušný podnet a zmeny koncentrácií plynov v krvi uvoľnením stresového hormónu noradrenalinu [[78](#)].

Z vyššie uvedených fyziologických, neurologických a psychologických vedľajších účinkov a nebezpečenstiev ([časť 3.1](#) , [časť 3.3](#) a [časť 3.4](#)) možno odvodiť ďalšie problémy s používaním rúšok v psychiatrických prípadoch. Ľudia, ktorí podstupujú liečbu demencie, paranoidnej schizofrénie, porúch osobnosti s úzkosťou a záchvatov paniky, ale aj panických porúch s klaustrofobickými zložkami, sa dajú ťažko sklbiť s požiadavkou masky, pretože aj malé zvýšenie CO₂ môže spôsobiť a zintenzívniť záchvaty paniky [[44](#) , [77](#) , [78](#) , [79](#)].

Podľa psychiatrickej štúdie pacienti so stredne ťažkou až ťažkou demenciou nechápu ochranné opatrenia proti COVID-19 a musia byť presvedčení, aby neustále nosili masky [[80](#)].

Podľa porovnávacej štúdie majú pacienti so schizofréniou nižšiu akceptáciu nosenia masky (zhoda 54,9%) ako pacienti z bežnej praxe (61,6%) [[81](#)]. Do akej miery môže nosenie masky viesť k zhoršeniu symptómov schizofrénie, zatiaľ nebolo podrobne skúmané.

Pri použití masiek došlo k zmätku, zhoršenému mysleniu, dezorientácii (štandardizovaný záznam pomocou špeciálneho hodnotenia a Likertovej stupnice, $p < 0,05$) a v niektorých prípadoch aj k zníženiu maximálnej rýchlosti a reakčného času (merané prevodníkom lineárnej polohy, $p < 0,05$). pozorované [[19](#) , [32](#) , [36](#) , [38](#) , [39](#) , [40](#) , [41](#)]. Psychotropné lieky znižujú psychomotorické funkcie u psychiatrických pacientov. To sa môže stať klinicky relevantným, najmä pokiaľ ide o ďalšiu zníženú schopnosť reagovať a dodatočnú zvýšenú náchylnosť k nehodám takýchto pacientov pri nosení masiek.

Aby sa zabránilo neúmyselnému CO₂ -triggered anestézii [[39](#)], pevné a medicínsky sedatívami pacientov, bez možnosti priebežného sledovania, by nemali byť maskované v súlade s kritériami Centra pre kontrolu a prevenciu chorôb, USA (CDC). Je to spôsobené možnou retenciou CO₂ opísanou vyššie, pretože existuje riziko bezvedomia, aspirácie a asfyxie [[16](#) , [17](#) , [20](#) , [38](#) , [82](#) , [83](#)].

3.6. Gynekologické vedľajšie účinky a nebezpečenstvá

Ako kritická premenná je nízka hladina oxidu uhličitého v krvi u tehotných žien udržiavaná zvýšeným minútovým objemom dýchania stimulovaným progesterónom [[22](#)]. U tehotnej ženy a jej nenarodeného dieťaťa existuje metabolická potreba gradientu oxidu uhličitého (CO₂) medzi matkou

a dieťaťom . Hladina oxidu uhličitého v krvi matky by mala byť vždy nižšia ako hladina nenarodeného dieťaťa, aby sa zabezpečila difúzia CO_2 z krvi plodu do obehu matky placentou.

Vyššie popísané javy súvisiace s maskou ([časť 3.1](#) a [časť 3.2](#)), ako napríklad merateľné zmeny vo fyziológii dýchania so zvýšeným dýchacím odporom, zvýšeným objemom mŕtveho priestoru ([obrázok 3](#)) a zadržaním vydychovaného oxidu uhličitého (CO_2), majú dôležitosť. Ak sa CO_2 znova maskuje pod maskami, tento prejav by mohol, dokonca aj pri podprahovom zvyšovaní oxidu uhličitého, pôsobiť ako rušivá premenná gradientu fetálneho a materského CO_2 , ktorá sa zvyšuje v priebehu expozície, a teda vyvinúť klinický význam, aj pokiaľ ide o znížená rezerva na kompenzáciu nastávajúcich matiek [[20](#) , [22](#) , [28](#)].

V porovnávacej štúdii 22 tehotných žien, ktoré nosili masky N95 počas 20 minút cvičenia, vykazovalo významne vyššie perkutánne hodnoty CO_2 s priemernými hodnotami PtcCO_2 33,3 mmHg v porovnaní s 31,3 mmHg ako u 22 tehotných žien bez masiek ($p = 0,04$) [[22](#)]. Pociť tepla nastávajúcich matiek bol tiež výrazne zvýšený pomocou masiek, s $p < 0,001$ [[22](#)].

V dôsledku toho v ďalšej intervenčnej štúdii vedci preukázali, že dýchanie maskou N95 (ekvivalent FFP2) bráni výmene plynov u 20 tehotných žien v pokoji a počas cvičenia, čo spôsobuje ďalší stres v ich metabolickom systéme [[28](#)]. Pod maskou N95 teda 20 tehotných žien vykazovalo pokles absorpčnej kapacity kyslíka VO_2 asi o 14% (štatisticky významné, $p = 0,013$) a zníženie výstupnej kapacity oxidu uhličitého $\text{VCO}_2 < 0,001$) a zníženie vydychovaného kyslíka ($\text{FeO}_{2.2}$ o cca 18% (štatisticky významné, $p = 0,001$). Zodpovedajúce významné zmeny v ekvivalentoch vydychovaného kyslíka a oxidu uhličitého boli tiež zdokumentované so zvýšením vydychovaného oxidu uhličitého (FeCO_2) (s) ($p < 0,001$), ktoré boli vysvetlené zmeneným metabolizmom v dôsledku obštrukcie dýchacích masiek [[28](#)].

V experimentoch s prevažne krátkou dobou aplikácie masky ani matky, ani plody nepreukázali štatisticky významné zvýšenia srdcovej frekvencie alebo zmeny dychovej frekvencie a hodnôt nasýtenia kyslíkom. Presné účinky dlhodobého používania masky u tehotných žien však zostávajú celkovo nejasné. Preto sa u tehotných žien kriticky pozerá na rozšírené používanie chirurgických masiek a masiek N95 [[20](#)].

Navyše nie je jasné, či látky obsiahnuté v priemyselne vyrábaných maskách, ktoré je možné vydychovať dlhší čas (napr. Formaldehyd ako zložka textilu a thoram ako zložka ušných pások), sú teratogénne [[20](#) , [84](#)] .

3.7. Dermatologické vedľajšie účinky a nebezpečenstvá

Na rozdiel od odevov, ktoré sa nosia na uzavretej koži, masky zakrývajú oblasti tela blízko úst a nosa, tj. Časti tela, ktoré súvisia s dýchaním.

Nevyhnutne to vedie nielen k merateľnému nárastu teploty [[15](#) , [44](#) , [85](#)], ale aj k silnému zvýšeniu vlhkosti v dôsledku kondenzácie vydychovaného vzduchu, čo zase značne mení prirodzené prostredie pokožky periorálnych a perinazálnych oblastí [[36](#) , [61](#) , [82](#)]. Tiež merateľne zvyšuje sčervenanie, hodnotu pH, stratu tekutín kožným epitelom, zvyšuje hydratáciu a produkciu kožného tuku [[73](#)]. Preexistujúce kožné choroby nie sú týmito zmenami len udržiavané, ale aj zhoršované. Koža je vo všeobecnosti náchylnejšia na infekcie a akné.

Autorom experimentálnej štúdie sa podarilo dokázať narušenú bariérovú funkciu pokožky už po 4 hodinách nosenia masky u 20 zdravých dobrovoľníkov, a to ako pre chirurgické masky, tak aj pre masky N95 [[73](#)]. Okrem toho sa mikróby (baktérie, huby a vírusy) vďaka teplému a vlhkému prostrediu hromadia na vonkajšej aj vnútornej strane masiek [[86](#) , [87](#) , [88](#) , [89](#)]. Môžu spôsobiť

klinicky relevantné hubové, bakteriálne alebo vírusové infekcie. Neobvyklý nárast detekcie rinovírusov v sentinelových štúdiách nemeckého inštitútu Roberta Kocha (RKI) od roku 2020 [90] by mohol byť ďalšou indikáciou tohto javu.

Okrem toho je oblasť pokožky, ktorá nie je evolučne prispôbena takýmto podnetom, vystavená zvýšenému mechanickému namáhaniu. Vyššie uvedené skutočnosti celkovo spôsobujú nepriaznivé dermatologické účinky s nežiaducimi kožnými reakciami súvisiacimi s maskou, ako je akné, vyrážky na tvári a príznaky svrbenia [91].

Čínska výskumná skupina uviedla podráždenie a svrbenie pokožky pri použití masiek N95 u 542 účastníkov testu a tiež koreláciu medzi poškodením pokožky, ku ktorému došlo, a časom expozície (68,9% pri ≤ 6 h/deň a 81,7% pri > 6 h/deň) [92].

Newyorská štúdia hodnotila na náhodnej vzorke 343 účastníkov účinky častého nosenia masiek typu chirurgická maska a masky N95 medzi zdravotníckymi pracovníkmi počas pandémie COVID-19. Nosenie rúšok spôsobilo bolesť hlavy 71,4% účastníkov, okrem toho ospalosť u 23,6%, detekovateľné poškodenie kože u 51% a akné u 53% používateľov masiek [37].

Na jednej strane dochádza v dôsledku strižnej sily k priamym mechanickým kožným léziám na nose a lícnych kostiach, najmä keď sa masky často nasadzujú a snímajú [37 , 92].

Na druhej strane masky vytvárajú neprirodzené vlhké a teplé lokálne prostredie pokožky [29 , 36 , 82]. V skutočnosti boli vedci schopní preukázať výrazný nárast vlhkosti a teploty v zakrytej oblasti tváre v ďalšej štúdii, v ktorej testovaní jedinci nosili masky jednu hodinu [85]. Relatívna vlhkosť pod maskami bola meraná senzorom (Atmo-Tube, San Francisco, CA, USA). Pocit vlhkosti a teploty v oblasti tváre je pre pohodu rozhodujúcejší ako v iných častiach tela [36 , 44]. To môže zvýšiť nepohodlie pod maskami. Zvýšenie teploty navyše podporuje optimalizáciu baktérií.

Tlak masiek tiež spôsobuje prekážku fyziológie prúdenia lymfy a ciev v tvári, čo má za následok zvýšené narušenie funkcie pokožky [73] a v konečnom dôsledku tiež prispieva k akné až u 53% všetkých nositeľiek a iných podráždenie pokožky až u 51% všetkých nositeľiek [36 , 37 , 82].

Iní vedci skúmali 322 účastníkov s maskami N95 v observačnej štúdii a až u 59,6% z nich zistili akné, ako vedľajšie účinky svrbenie v 51,4% a začervenanie u 35,8% [72].

Až u 19,6% (273) z 1393 nositeľov rôznych masiek (komunitné masky, chirurgické masky, masky N95) bolo svrbenie možné objektivizovať v jednej štúdii, u 9% dokonca vážne. Atopická predispozícia (tendencia k alergii) korelovala s rizikom svrbenia. Dĺžka používania významne súvisela s rizikom svrbenia ($p < 0,0001$) [93].

V ďalšej dermatologickej štúdii z roku 2020 potvrdilo 96,9% z 876 používateľov všetkých typov masiek (komunitné masky, chirurgické masky, masky N95) nežiaduce problémy s výrazným nárastom svrbenia (7,7%) sprevádzaným zamlžovaním okuliarov (21,3%), návaly tepla (21,3%), nezrozumiteľná reč (12,3%) a ťažkosti s dýchaním (35,9%) ($p < 0,01$) [71].

Okrem zvýšeného výskytu akné [37 , 72 , 91] pod maskami sú kontaktný ekzém a žihľavka [94] spravidla opísané v súvislosti s precitlivosťou na zložky priemyselne vyrábaných masiek (chirurgická maska a N95), ako je formaldehyd (zložka textilný) a thiram (prísada do ušných pásov) [73 , 84]. Nebezpečná látka thiram, pôvodne pesticíd a žieravina, sa používa v gumárenskom priemysle ako urýchľovač optimalizácie. Formaldehyd je biocíd a karcinogén a v priemysle sa používa ako dezinfekčný prostriedok.

Dokonca aj izolovaná trvalá hyperpigmentácia v dôsledku pozápalovej alebo pigmentovanej

kontaktnej dermatitídy bola popísaná dermatológmi po dlhšom používaní masky [72 , 91].

3.8. ORL a zubné vedľajšie účinky a nebezpečenstvá

Existujú správy od zubných komunit o negatívnych účinkoch masiek, a preto majú názov „ústa masky“ [95]. Provokácia zápalu ďasien (zápal ďasien), halitózy (zápach z úst), kandidózy (plesňové zamorenie slizníc *Candida albicans*) a cheilitídy (zápal pier), najmä kútikov úst, a dokonca plaku a kazu sa pripisujú nadmernému a nevhodnému používaniu masiek. Hlavným spúšťačom uvedených chorôb ústnej dutiny je zvýšená suchosť v ústach v dôsledku zníženého toku slín a zvýšeného dýchania otvorenými ústami pod maskou. Ústne dýchanie spôsobuje povrchovú dehydratáciu a znížený prietok slín (SFR) [95]. Suchosť v ústach je vedecky dokázaná kvôli opotrebovaniu masky [29]. Zlý zvyk dýchať otvorenými ústami pri nosení masky sa zdá byť hodnoverný, pretože takýto spôsob dýchania kompenzuje zvýšený dýchací odpor, najmä pri vdýchnutí cez masky [60 , 61]. Na druhej strane je vonkajšia vlhkosť pokožky [71 , 73 , 85] so zmenenou kožnou flórou, ktorá už bola popísaná v rámci dermatologických vedľajších účinkov (**časť 3.7**), zodpovedná za vysvetlenie zápalu pier a kútikov úst. (cheilitída) [95]. Toto je dôkazom zvratu prirodzených podmienok masiek podporujúcich choroby. Fyziologická vnútorná vlhkosť s vonkajšou suchosťou v ústnej dutine sa s vonkajšou vlhkosťou premieňa na vnútornú suchosť.

Lekári ORL nedávno objavili novú formu dráždivej rinitídy spôsobenú použitím masky N95 u 46 pacientov. Nositeľom masiek vykonali endoskopie a výplachy nosa, ktoré boli následne patologicky posúdené. Klinické problémy boli zaznamenané pomocou štandardizovaných dotazníkov. Zistili štatisticky významný dôkaz rinitídy vyvolanej maskou a svrbenia a opuchu slizníc, ako aj zvýšeného kýchania ($p < 0,01$). Endoskopicky ukázalo zvýšenú sekréciu a dôkaz vdychovaných polypropylénových vlákien masky ako spúšťača podráždenia sliznice [96].

V štúdiu na 221 zdravotníckych pracovníkoch lekári ORL objektivizovali poruchu hlasu u 33% používateľov masiek. Skóre VHI-10 od 1 do 10, ktoré meria poruchy hlasu, bolo v priemere u týchto používateľov masky vyššie o 5,72 (štatisticky významné s $p < 0,001$). Masku nielenže pôsobila ako akustický filter, vyvoláva príliš hlasnú reč, ale zdá sa, že spúšťa aj zhoršenú koordináciu hlasiviek, pretože maska ohrozuje tlakové gradienty potrebné pre nerušenú reč [43]. Vedci zo svojich zistení dospeli k záveru, že masky môžu predstavovať potenciálne riziko spustenia nových porúch hlasu a zhoršenia existujúcich.

3.. Športová medicína Vedľajšie účinky a nebezpečenstvá

Podľa literatúry nie je možné dokázať účinky masiek na zlepšenie výkonu týkajúce sa kardiovaskulárnej optimalizácie a zlepšenia kapacity absorpcie kyslíka.

Napríklad v experimentálnej referenčnej štúdiu (12 subjektov na skupinu) mala cvičebná maska, ktorá údajne napodobňuje výškový tréning (ETM: maska na výcvik nadmorskej výšky), iba cvičné účinky na dýchacie svaly. Nositelia masiek však vykazovali počas cvičenia výrazne nižšie hodnoty nasýtenia kyslíkom (SpO_2 %) (SpO_2 94% pre nositeľov masiek oproti 96% pre masky bez, $p < 0,05$) [33], čo možno vysvetliť zvýšeným úbytkom priestorový objem a zvýšený odpor pri dýchaní. Namerané hodnoty nasýtenia kyslíkom boli významne nižšie ako normálne hodnoty v skupine nositeľov masiek, čo naznačuje klinický význam.

Osvedčený adaptačný účinok dýchacích svalov u zdravých športovcov [33] jasne naznačuje, že masky majú rušivý vplyv na fyziológiu dýchania.

V ďalšej intervenčnej štúdiu o použití masky u vzpieračov vedci zdokumentovali štatisticky významné efekty zníženej pozornosti (záznam do dotazníka, Likertova stupnica) a spomalenej maximálnej

rýchlosti pohybu detekovateľnej pomocou senzorov (oba významné pri $p < 0,001$), čo vedcov viedlo k usúdiť, že používanie masky v športe nie je bez rizika. Ako sekundárne zistenie tiež zistili významný pokles saturácie kyslíkom SpO_2 pri vykonávaní špeciálnych cvikov na vzpieranie („drep na chrbte“) v skupine s maskou už po 1 min cvičenia v porovnaní so skupinou bez masky ($p < 0,001$) [32]. Osvedčená tendencia maek posúvať chemický parameter nasýtenia kyslíkom SpO_2 v patologickom smere (dolná hraničná hodnota 95%) môže mať klinický význam u netrénovaných alebo chorých jedincov.

Športová medicína potvrdila zvýšenie retencie oxidu uhličitého (CO_2) so zvýšením parciálneho tlaku CO_2 v krvi s väčšími objemami mŕtveho priestoru dýchania [14].

V skutočnosti bola experimentálne dokázaná aj retencia CO_2 vyvolaná mŕtvym priestorom pri nosení masky počas cvičenia. Účinky krátkeho aeróbného cvičenia pod maskami N95 boli testované na 16 zdravých dobrovoľníkoch. Bol zistený výrazne zvýšený parciálny tlak oxidu uhličitého (PETCO_2) na konci exspirácie s plus 8 mmHg ($p < 0,001$) [24]. Zvýšenie oxidu uhličitého (CO_2) v krvi u nositeľov masiek pri maximálnom zaťažení bolo plus 14% CO_2 v prípade chirurgických masiek a plus 23% CO_2 v maskách N95, čo je účinok, ktorý môže mať klinický význam v predchorobí, starších ľudí a detí, pretože tieto hodnoty sa silne približovali k patologickému rozpätiu [24].

V zaujímavej vytrvalostnej štúdii s ôsmimi subjektmi stredného veku (19-66) bol stanovený obsah plynu pre O_2 a CO_2 pod maskami pred a po cvičení. Dokonca aj v pokoji bola dostupnosť kyslíka pod maskami o 13% nižšia ako bez masiek a koncentrácia oxidu uhličitého (CO_2) bola 30 -krát vyššia. V strese (Ruffierov test) koncentrácia kyslíka (% O_2) pod maskou výrazne klesla o ďalších 3,7%, zatiaľ čo koncentrácia oxidu uhličitého (% CO_2) sa významne zvýšila o ďalších 20% (štatisticky významné s $p < 0,001$). V súlade s tým je nasýtenie krvi kyslíkom (SpO_2) testovaných osôb tiež výrazne poklesli z 97,6 na 92,1% ($p < 0,02$) [18]. Pokles hodnoty saturácie kyslíkom (SpO_2) na 92%, jasne pod normálnou hranicou 95%, sa klasifikuje ako klinicky významný a zdraviu škodlivý.

Tieto skutočnosti naznačujú, že používanie masiek tiež spúšťa vyššie popísané efekty vedúce k hypoxii a hyperkapnii v športe. WHO a Centra pre kontrolu a prevenciu chorôb, GA, USA (CDC), preto neodporúčajú nosiť masky počas fyzického cvičenia [82 , 97].

Výsledky čilskej štúdie so zdravotníckymi pracovníkmi ukazujú, že masky pôsobia ako akustický filter a vyvolávajú nadmerne hlasnú reč. To spôsobuje poruchu hlasu [43]. Zvýšený objem reči tiež prispieva k zvýšenej produkcii aerosólu nositeľom masky [98]. Tieto experimentálne údaje merané pomocou zariadenia Aerodynamic Particle Sizer (APS, TSI, model 332, TSI Incorporated, Minnesota, MI, USA) sú veľmi relevantné.

Navyše nositelia masiek bránia normálnej interakcii v každodennom živote kvôli zhoršenej jasnosti reči [45], čo ich zvädza k tomu, aby sa k sebe priblížili.

Výsledkom je skreslené stanovovanie priorít v širokej verejnosti, ktoré je v rozpore s odporúčanými opatreniami spojenými s pandémiou COVID-19. WHO uprednostňuje sociálne dištancovanie a hygienu rúk s miernymi dôkazmi a odporúča nosiť masku so slabými dôkazmi, najmä v situáciách, keď jednotlivci nedokážu udržať fyzickú vzdialenosť najmenej 1 m [3].

Narušenie neverbálnej komunikácie v dôsledku straty rozpoznávania výrazu tváre pod maskou môže zvýšiť pocity neistoty, sklúčenosti a necitlivosti, ako aj izoláciu, čo môže byť pre psychicky a sluchovo postihnutých mimoriadne stresujúce [16].

Odborníci upozorňujú, že masky narušajú základy ľudskej komunikácie (verbálnej i neverbálnej). Obmedzené rozpoznávanie tváre spôsobené maskami vedie k potlačeniu emocionálnych signálov.

Masky preto narúšajú sociálnu interakciu, vymazávajú pozitívny efekt úsmevu a smiechu, ale zároveň výrazne zvyšujú pravdepodobnosť nedorozumení, pretože negatívne emócie sú pod maskami tiež menej zrejme [42].

Pokles vnímania empatie používaním masky s narušením vzťahu lekár - pacient je už vedecky dokázaný na základe randomizovanej štúdie (štatisticky významné, s $p = 0,04$) [99]. V tejto štúdii boli u 1030 pacientov hodnotené opatrenia Consultation Empathy Care Measury, Patient Enablement Instrument (PEI) a škála hodnotenia spokojnosti. 516 lekárov, ktorí mali na sebe masky, prejavovalo voči pacientom zníženú empatiu, a tým anulovali pozitívne účinky dynamického vzťahu na zdravie. Tieto výsledky demonštrujú narušenie medzilidskej interakcie a dynamiky vzťahov spôsobené maskami.

Pokyny WHO k používaniu rúšok u detí v komunite, publikované v auguste 2020, poukazujú na to, že výhody používania masiek u detí je potrebné porovnať s potenciálnymi škodami, vrátane sociálnych a komunikačných problémov [100].

Obavy, že rozsiahle pandemické opatrenia povedú k nefunkčnému sociálnemu životu s degradovanými sociálnymi, kultúrnymi a psychologickými interakciami, vyjadrili aj ďalší odborníci [6 , 7 , 8 , 42].

3.11. Sociálne a pracovné lekárstvo Vedľajšie účinky a riziká

Okrem sťažností na konkrétnu masku, ako je pocit tepla, vlhkosti, dýchavičnosti a bolesti hlavy, boli dokumentované aj rôzne fyziologické javy, ako napríklad výrazné zvýšenie srdcovej a dychovej frekvencie, zhoršenie parametrov pľúcnych funkcií, zníženie kardiopulmonálnej kapacity (napr. nižšia maximálna odozva laktátu v krvi) [15 , 19 , 21 , 23 , 29 , 30 , 31], ako aj zmeny kyslíka a oxidu uhličitého v koncovom výdychu a vzduchu pod maskou, ktorá bola meraná v krvi jednotlivcov [13 , 15 , 18 , 19 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 27 , 28 , 29 , 30 , 31 , 32 , 33 , 34]. Významné zmeny boli merateľné už po niekoľkých minútach nosenia masky a v niektorých prípadoch dosahovali hodnoty mínus 13% zníženej koncentrácie O_2 a 30-násobne zvýšenej koncentrácie CO_2 vdýchnutého vzduchu pod maskami ($p < 0,001$) [18]. Pozorované zmeny boli nielen štatisticky významné, ale aj klinicky významné; subjekty tiež vykazovali patologickú saturáciu kyslíkom po expozícii maskami ($p < 0,02$) [18].

Dýchavičnosť pri ľahkej námahe (6 minút chôdze) pod chirurgickými maskami bola so štatistickou významnosťou zaznamenaná u 44 zdravých jedincov v prospektívnej experimentálnej intervenčnej štúdii ($p < 0,001$) [101]. Tu boli sťažnosti posúdené pomocou subjektívnej vizuálnej analógovej stupnice.

V ďalšej štúdii z roku 2011 všetky testované masky spôsobili výrazne merateľný nárast nepohodlia a pocitu vyčerpania u 27 subjektov počas dlhodobého používania ($p < 0,0001$) [69].

Tieto symptómy vedú k ďalšiemu stresu nositeľa masky a preto vo vzťahu k pocitu vyčerpanosti prispievajú k samočinnému bludnému kruhu spôsobenému vegetatívnou sympatickou aktiváciou, ktorá ďalej zvyšuje dychovú a srdcovú frekvenciu, krvný tlak a zvýšený pocit vyčerpania [16 , 20 , 35 , 83].

Iné štúdie ukázali, že psychologické a fyzické účinky rúšok môžu viesť k ďalšiemu zníženiu pracovného výkonu (meraného stupnicou subjektívnych symptómov počas práce podľa Robergeho, Likertovou stupnicou 1-5) prostredníctvom zvýšeného pocitu únavy, nespokojnosti a úzkosti [58 , 102 , 103].

Dlhodobé nosenie rúšok tiež viedlo k fyziologickým a psychologickým poruchám v iných štúdiách, a tým k zníženiu pracovného výkonu [19 , 36 , 58 , 69]. Pri pokusoch na respiračných ochranných pomôckach vedie zvýšenie objemu mŕtveho priestoru o 350 ml k skráteniu možného času výkonu o cca. –19%, ďalej na zníženie komfortu dýchania o –18% (merané prostredníctvom subjektívnej hodnotiacej stupnice) [58]. Čas strávený prácou a tok práce sa navyše preruší a zníži nasadením a zložením masiek a ich výmenou. Znížený pracovný výkon bol zaznamenaný v literatúre, ako je popísané vyššie (najmä v [časti 3.1](#) a [oddiel 3.2](#)), ale nebol podrobnejšie kvantifikovaný [36 , 58].

Chirurgický typ masky a ochranné prostriedky N95 často spôsobovali nepriaznivé účinky na zdravotnícky personál, ako sú bolesti hlavy, dýchacie ťažkosti, akné, podráždenie pokožky, svrbenie, znížená pozornosť, znížená mentálna výkonnosť a pocity vlhkosti a tepla [19 , 29 , 37 , 71 , 85.]. Subjektívne poruchy maskovania súvisiace s používaním, ktoré znižujú pracovný výkon, merané špeciálnymi skóre prieskumov a Likertovými škálami, boli popísané aj v iných štúdiách [15 , 21 , 27 , 32 , 35 , 43 , 66 , 67 , 68 , 72 , 96 , 99].

V [sekcii 3.7](#) o dermatológii sme už spomenuli článok, ktorý demonštroval výrazný nárast teploty v priemere o 1,9 ° C (na viac ako 34,5 ° C) v oblasti tváre pokrytej maskou ($p < 0,05$) [85]. Vzhľadom na relatívne väčšie zastúpenie v citlivej mozgovej kôre (homunculus) je pre pocit pohody rozhodujúcejší pocit teploty v tvári ako ostatné oblasti tela [36 , 44]. Vnímanie nepohodlia pri nosení masky môže byť preto zintenzívnené. Je zaujímavé, že v našej analýze sme zistili kombinovaný výskyt nárastu fyzikálnych premenných teploty pod maskou a symptómu respiračného poškodenia v siedmich z ôsmich príslušných štúdií, pričom vzájomne významne meraný výskyt bol v 88%. Zistili sme tiež kombinovaný výskyt významne nameraného nárastu teploty pod maskou a významne sme merali únavu v 50% príslušných primárnych štúdií (tri zo šiestich článkov, [obrázok 2](#)). Tieto zoskupené nárasty teploty so symptómami respiračného poškodenia a únavy naznačujú klinický význam zisteného nárastu teploty pod maskami. V najhoršom prípade sa uvedené účinky môžu navzájom posilniť a viesť k dekompenzácií, najmä v prípade CHOCHP, srdcového zlyhania a respiračnej insuficiencie.

K rozptýleniu prispieva aj súhrn porúch a nepríjemností, ktoré môže maska spôsobiť (pozri tiež psychologické postihnutie). Tieto v spojení s poklesom psycho-motorických schopností, zníženou reakciou a celkovo zhoršenou kognitívnou výkonnosťou (všetko sú to patofyziologické efekty nosenia masky) [19 , 29 , 32 , 39 , 40 , 41] môžu viesť k zlyhaniu rozpoznať nebezpečenstvá, a tým aj nehody alebo chyby, ktorým sa dá v práci vyhnúť [19 , 36 , 37]. Zvlášť dôležité sú tu apatia vyvolaná maskou ($p < 0,05$), narušené myslenie ($str < 0,05$) a problémy s koncentráciou ($p < 0,02$), merané Likertovou stupnicou (1–5) [29]. Preto predpisy v oblasti ochrany zdravia pri práci zakročujú proti takýmto scenárom. Nemecké poistenie priemyselných havárií (DGUV) má presné a rozsiahle predpisy týkajúce sa ochranných dýchacích prístrojov, kde dokumentujú obmedzenie času nosenia, úroveň intenzity práce a definovanú povinnú výučbu [104].

Normy a normy predpísané v mnohých krajinách týkajúce sa rôznych typov masiek na ochranu ich pracovníkov sú významné aj z hľadiska ochrany zdravia pri práci [105]. Napríklad v Nemecku existujú veľmi prísne bezpečnostné špecifikácie pre masky z iných medzinárodných krajín. Tieto špecifikujú požiadavky na ochranu nositeľa [106]. Všetky tieto normy a sprievodné certifikačné postupy boli so zavedením povinných masiek pre širokú verejnosť stále viac uvoľňované. To znamenalo, že necertifikované masky, ako sú masky komunity, sa počas pandemických opatrení vo veľkom používali aj v pracovnom a školskom sektore dlhší čas [107]. Naposledy, v októbri 2020, nemecké poistenie sociálnych nehôd (DGUV) odporučilo rovnaké časové limity použitia pre obecné masky ako pre filtrovanie polomasiek, konkrétne maximálne tri zmeny 120 minút denne s prestávkami na zotavenie 30 minút medzi nimi. V Nemecku je potrebné používať masky FFP2 (N95) 75 minút, po ktorých nasleduje 30-minútová prestávka. Dodatočné vyšetrenie vhodnosti

špecializovanými lekármi je tiež povinné a stanovené pre profesionálne používané respirátory [104].

3.12. Mikrobiologické dôsledky na nositeľa a životné prostredie: Cudzia/sebakontaminácia

Masky spôsobujú zadržiavanie vlhkosti [61]. Slabý filtračný výkon a nesprávne používanie chirurgických masiek a komunitných masiek, ako aj ich časté opätovné používanie, znamenajú zvýšené riziko infekcie [108 , 109 , 110]. Teplé a vlhké prostredie vytvárané maskami a v maskách bez prítomnosti ochranných mechanizmov, ako sú protilátky, komplementový systém, obranné bunky a inhibujúce patogény a na sliznici, otvára cestu pre nerušený rast, a tým aj ideálny rast a rozmnožovanie. základňa pre rôzne patogény, ako sú baktérie a huby [88], a tiež umožňuje akumuláciu vírusov [87]. Teplá a vlhká mikroklima masky podporuje akumuláciu rôznych zárodkov na maskách a pod nimi [86] a hustota zárodkov je merateľne úmerná dĺžke nosenia masky. Už po 2 hodinách nosenia masky sa v experimentálnych pozorovacích štúdiách hustota patogénu zvyšuje takmer desaťnásobne [87 , 89].

Z mikrobiologického a epidemiologického hľadiska predstavujú masky pri každodennom používaní riziko kontaminácie. To môže nastať ako cudzie znečistenie, ale aj ako vlastné znečistenie. Na jednej strane sú mikróby nasávané alebo prichytené k maskám konvekčnými prúdmi. Na druhej strane sa potenciálne infekčné činidlá z nosohltanu počas dýchania nadmerne hromadia na vonkajšej aj vnútornej strane masky [5 , 88]. Toto je znásobené kontaktom s kontaminovanými rukami. Pretože masky neustále prenikajú dychom obsahujúcim zárodoky a miera reprodukcie patogénov je mimo slizníc vyššia, potenciálne infekčné patogény sa nadmerne hromadia na vonkajšej a vnútornej strane masiek. Na maskách a v maskách sa nachádzajú celkom vážne, potenciálne choroboplodné baktérie a huby, ako napríklad *E. coli* (54% všetkých zistených zárodkov), *Staphylococcus aureus* (25% všetkých zistených zárodkov), *Candida* (6%), *Klebsiella* (5%), *Enterokoky* (4%), *Pseudomonády* (3%), *Enterobacter* (2%) a *Micrococcus* (1%) dokonca detegovateľné vo veľkom množstve [88].

V ďalšej mikrobiologickej štúdii boli na 230 skúmaných chirurgických maskách zistené, že baktérie *Staphylococcus aureus* (57% všetkých zistených baktérií) a huba *Aspergillus* (31% všetkých zistených húb) sú dominantnými zárodkami [86].

Po viac ako šiestich hodinách používania boli v 148 maskách, ktoré nosil zdravotnícky personál, zostupne zoradené nasledujúce vírusy: adenovírus, bocavírus, respiračný syncytiálny vírus a chrípkové vírusy [87].

Z tohto hľadiska je tiež problematické, že vlhkosť distribuuje tieto potenciálne patogény vo forme malých kvapôčok kapilárnym pôsobením na masku a v nej, pričom k ďalšej proliferácii v zmysle vlastnej a cudzej kontaminácie aerosólmi potom môže dôjsť interne aj externe. s každým nádychom [35]. V tomto ohľade je tiež z literatúry známe, že masky sú zodpovedné za proporcionálne neúmernú produkciu jemných častíc v životnom prostredí a prekvapivo oveľa viac ako u ľudí bez rúšok [98].

Ukázalo sa, že všetky subjekty nosiace masku uvoľňovali do vzduchu výrazne viac menších častíc s veľkosťou 0,3 až 0,5 μm ako ľudia bez masiek, a to pri dýchaní, hovorení a kašli (látkové, chirurgické, masky N95, merané pomocou aerodynamického merača častíc) , APS, TS, model 3329) [98]. Zvýšenie detekcie rinovírusov v sentinelových štúdiách nemeckého RKI od roku 2020 [90] by mohlo byť ďalšou indikáciou tohto javu, pretože masky v danom roku dôsledne používala bežná populácia na verejných priestranstvách.

3.13. Epidemiologické dôsledky

Možné vedľajšie účinky a nebezpečenstvá masiek popísané v tomto článku sú založené na štúdiách rôznych typov masiek. Patria sem profesionálne masky typu chirurgických masiek a N95/KN95 (ekvivalent FFP2), ktoré sa bežne používajú v každodennom živote, ale aj masky z komunitnej tkaniny, ktoré sa pôvodne používali. V prípade N95 znamená N Národný inštitút pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci v USA (NIOSH) a 95 označuje 95 -percentnú filtračnú kapacitu pre jemné častice až do minimálne 0,3 μm [82].

Hlavným rizikom používania masky v širokej verejnosti je vytvorenie falošného pocitu bezpečia v súvislosti s ochranou pred vírusovými infekciami, najmä v zmysle falošne predpokladanej silnej sebaochrany. Ignorovanie rizík infekcie môže nielen zanedbať aspekty kontroly zdrojov, ale môže mať aj ďalšie nevýhody. Napriek tomu, že existuje pomerne veľa profesionálnych pozitívnych záznamov o rozšírenom používaní masiek v bežnej populácii [111], väčšina závažných a evidentných vedeckých správ dospela k záveru, že všeobecná povinnosť nosiť masky prináša falošný pocit bezpečia [4 , 5]. To však vedie k zanedbávaniu tých opatrení, ktoré majú podľa WHO vyššiu účinnosť ako nosenie masiek: sociálne distancovanie a hygiena rúk [2 , 112]. Vedci dokázali poskytnúť štatisticky významné dôkazy o falošnom pociťovaní bezpečia a rizikovejšom správaní pri nosení masiek v experimentálnom prostredí [112].

Tí, ktorí rozhodovali v mnohých krajinách, informovali svojich občanov na začiatku pandémie v marci 2020, že ľudia bez symptómov by nemali používať lekársku masku, pretože to vytvorilo falošný pocit bezpečia [113]. Odporúčanie bolo v mnohých krajinách nakoniec zmenené. Minimálne Nemecko poukázalo na to, že nositelia určitých typov masiek, ako sú masky z bežných tkanín (obecné masky), sa nemôžu spoliehať na to, že budú chrániť ich alebo ostatných pred prenosom SARS-CoV-2 [114].

Vedci sa však sťažujú nielen na nedostatok dôkazov o látkových maskách v rámci pandémie [16 , 110], ale aj na vysokú priepustnosť textilných masiek s časticami a potenciálne riziko infekcie, ktorú predstavujú [108 , 109]. Bežné látkové masky s 97% penetráciou pre veľkosti častíc $\geq 0,3 \mu\text{m}$ sú v úplnom kontraste k chirurgickým maskám lekárskeho typu so 44% penetráciou. Na rozdiel od toho má maska N95 pri laboratórnych experimentoch rýchlosť penetrácie menšiu ako 0,01% pre častice $\geq 0,3 \mu\text{m}$ [108 , 115].

V klinickom prostredí v nemocniciach a ambulanciách odporúčajú usmernenia WHO iba chirurgické masky pre chrípkové vírusy na celú liečbu pacienta, s výnimkou opatrení silne generujúcich aerosól, pre ktoré sa navrhujú jemnejšie filtračné masky typu N95. Schválenie konkrétnych typov masiek WHO nie je úplne založené na dôkazoch, pretože v sektore zdravotníctva chýbajú vysokokvalitné štúdie [108 , 109 , 116 , 117].

V laboratórnom experimente (štúdia na úrovni dôkazov IIa) sa ukázalo, že chirurgické masky aj masky N95 majú nedostatky v ochrane pred SARS-CoV-2 a chrípkovými vírusmi pomocou bez vírusových aerosólov [118]. V tejto štúdii mala maska N95 ekvivalentu FFP2 významne lepšiu ochranu (8 až 12-krát účinnejšiu) ako chirurgická maska, ale ani jeden typ masky nezískal spoľahlivú ochranu vytvorenú z hypotéz pred korónovými a chrípkovými vírusmi. Oba typy masky mohli bez prekážok preniknúť časticami aerosólu s priemerom 0,08 až 0,2 μm . Patogény SARS-CoV-2 s veľkosťou 0,06 až 0,14 μm [119] a chrípkové vírusy s 0,08 až 0,12 μm sú bohužiaľ hlboko pod veľkosťou pórov masky [118].

Filteračná kapacita masky N95 do 0,3 μm [82] zvyčajne nie je dosiahnutá chirurgickými maskami a komunitnými maskami. Aerosólové kvapôčky, ktoré majú priemer od 0,09 do 3 μm , však majú slúžiť ako transportné médium pre vírusy. Tieto tiež prenikajú do lekárskeho masiek o 40%. Často tiež dochádza k zlému prispôbeniu tváre a masky, čo ďalej zhoršuje ich funkciu a bezpečnosť [120].

Akumulácia kvapiek aerosólu na maske je problematická. Absorbujú nielen nanočastice, ako sú vírusy [6], ale pri vdýchnutí a výdychu sledujú aj prúdenie vzduchu, čo spôsobuje, že sú nesené ďalej. Okrem toho bol opísaný proces fyzického rozpadu kvapôčok aerosólu pri zvyšujúcich sa teplotách, ako sa vyskytuje aj pod maskou [15 , 44 , 85]. Tento proces môže viesť k zmenšeniu jemných kvapiek vody až do priemeru vírusu [121 , 122]. Masky filtrujú väčšie kvapky aerosólu, ale nedokážu zadržať samotné vírusy a také menšie, potenciálne vírusové kvapôčky aerosólu s veľkosťou menšou ako 0,2 μm , a preto nemôžu zastaviť šírenie vírusu [123].

Podobne v in vivo porovnávacích štúdiách N95 a chirurgických masiek neboli žiadne významné rozdiely v miere infekcie chrípkovým vírusom [124 , 125]. Aj keď to je v kontraste k povzbudzujúcim laboratórnym výsledkom in vitro bez vírových aerosólov v neprirodzených podmienkach, dokonca aj pri tkaninových maskách [126], treba poznamenať, že za prirodzených in vivo podmienok slubné filtračné funkcie textilných masiek na základe elektrostatických účinky sa tiež rýchlo znižujú pri zvyšujúcej sa vlhkosti [127]. Švajčiarsky laboratórny test rôznych masiek dostupných na trhu pre širokú verejnosť nedávno potvrdil, že väčšina typov masiek nedostatočne filtruje aerosóly. Pri všetkých, okrem jedného z ôsmich testovaných typov opakovane použiteľných textilných masiek, bola filtračná účinnosť podľa EN149 vždy nižšia ako 70% pre častice s veľkosťou 1 μm . V prípade jednorazových masiek bola iba polovica zo všetkých ôsmich testovaných typov masiek dostatočne účinná pri filtrácii, aby zadržala 70% častíc s veľkosťou 1 μm [128].

Nedávna experimentálna štúdia dokonca ukázala, že všetci ľudia s maskou (chirurgické, N95, látkové masky) uvoľňujú do vzduchu výrazne a úmerne menšie častice s veľkosťou 0,3 až 0,5 μm ako ľudia bez masiek, a to pri dýchaní, rozprávaní aj kašli [98]. Podľa toho masky pôsobia ako rozprašovače a prispievajú k produkcii veľmi jemných aerosólov. Menšie častice sa však z fyzických dôvodov šíria rýchlejšie a ďalej ako veľké. Zvlášť zaujímavé v tejto experimentálnej referenčnej štúdii bolo zistenie, že testovaný subjekt s jednovrstvovou tkaninovou maskou bol tiež schopný pri dýchaní uvoľniť celkovo o 384% viac častíc (rôznych veľkostí) ako osoba bez [98].

K problémom nevedú len spomínané funkčné slabé stránky samotných masiek, ale aj ich používanie. To zvyšuje riziko falošného pocitu bezpečia. Podľa literatúry sa zdravotnícki pracovníci aj laici dopúšťajú chýb, keď používajú masky, pretože hygienicky správne používanie masiek nie je nijako intuitívne. Celkovo 65% zdravotníckych pracovníkov a až 78% bežnej populácie používa masky nesprávne [116]. V prípade chirurgických masiek a masiek N95 je dodržiavanie pravidiel používania narušené a nie je dostatočne dodržiavané kvôli zníženej nositeľnosti s tepelným nepohodlím a podráždením pokožky [29 , 35 , 116 , 129]. To je zhoršené akumuláciou oxidu uhličitého v dôsledku mŕtveho priestoru (najmä pod maskami N95) s následnými opísanými bolesťami hlavy [19 , 27 , 37 , 66 , 67 , 68 , 83]. Zvýšená srdcová frekvencia, svrbenie a pocity vlhkosti [15 , 29 , 30 , 35 , 71] tiež viesť k zníženiu bezpečnosti a kvality počas používania (pozri tiež vedľajšie účinky a riziká pre zdravie a zdravie pri práci). Z tohto dôvodu sú (každodenné) masky dokonca považované za všeobecné riziko infekcie v bežnej populácii, ktoré sa nepribližuje napodobňovaniu prísnych hygienických pravidiel v nemocniciach a lekárske ordináciách: predpokladaná bezpečnosť sa tak sama stáva bezpečnostným rizikom [5].

V metaanalýze úrovne dôkazu Ia objednanej WHO nebol preukázaný žiadny účinok masiek v kontexte prevencie pandémie vírusu chrípky [130]. V 14 randomizovaných kontrolovaných štúdiách sa nepreukázalo žiadne zníženie prenosu laborátorne potvrdených chrípkových infekcií. Vzhľadom na podobnú veľkosť a distribučné cesty vírusových druhov (chrípka a Corona, pozri vyššie) je možné údaje preniesť aj do SARS-CoV-2 [118]. Napriek tomu kombinácia príležitostného nosenia masky s primeraným umývaním rúk spôsobila v jednej štúdii mierne zníženie počtu infekcií chrípky [131]. Pretože však v tejto štúdii nebolo dosiahnuté žiadne oddelenie hygieny rúk a masiek, ochranný účinok možno vzhľadom na vyššie uvedené údaje skôr prisúdiť hygiene rúk. [131].

Nedávno publikovaná veľká prospektívna dánska komparatívna štúdia porovnávajúca nositeľov masiek a nemaskárov z hľadiska miery ich infekcie SARS-CoV2 nedokázala žiadne štatisticky významné rozdiely medzi skupinami [132].

3.14. Vedľajšie účinky a riziká pre deti

Deti sú obzvlášť zraniteľné a je väčšia pravdepodobnosť, že sa im dostane nevhodného zaobchádzania alebo dodatočnej ujmy. Možno predpokladať, že potenciálne nežiaduce účinky masky popísané pre dospelých sú o to viac platné pre deti (pozri [časť 3.1](#) až [časť 3.13](#) : fyziologické, vnútorné, neurologické, psychologické, psychiatrické, dermatologické, ORL, zubné, sociologické, pracovné a sociálne lekárstvo, mikrobiologické a epidemiologické poruchy a tiež [obrázok 2](#) a [obrázok 3](#)).

Osobitnú pozornosť treba venovať dýchaniu detí, ktoré predstavuje kritickú a zraniteľnú fyziologickú veličinu v dôsledku vyššej potreby kyslíka, zvýšenej citlivosti CNS na hypoxiu, nižšej respiračnej rezervy, menších dýchacích ciest so silnejším nárastom odporu pri zúžení lúmenu. Potápačský reflex spôsobený stimuláciou nosa a hornej pery môže v prípade nedostatku kyslíka spôsobiť zastavenie dýchania až bradykardiu.

Masky, ktoré sa v súčasnosti používajú pre deti, sú výlučne masky pre dospelých vyrábané v menších geometrických rozmeroch a neboli na tento účel špeciálne testované ani schválené [133].

V experimentálnej britskej výskumnej štúdii masky často spôsobovali pocit tepla ($p < 0,0001$) a problémy s dýchaním ($p < 0,03$) u 100 školských detí vo veku od 8 do 11 rokov, najmä pri fyzickej námahe, a preto ochranné prostriedky odobralo 24% detí počas fyzickej aktivity [133]. Vylučovacími kritériami pre tento experiment s maskou boli ochorenie pľúc, kardiovaskulárne postihnutie a klaustrofóbia [133].

Vedci zo Singapuru dokázali vo svojej štúdii na úrovni Ib publikovanej v renomovanom časopise „Nature“ preukázať, že 106 detí vo veku od 7 do 14 rokov, ktoré nosili masky FFP2 iba 5 minút, vykazovalo zvýšenie inspiračných a expiračných hladín CO_2 , čo naznačuje narušená fyziológia dýchania [26].

Narušená respiračná fyziológia u detí však môže mať dlhodobé dôsledky súvisiace s ochorením. Je známe, že mierne zvýšené hladiny CO_2 zvyšujú srdcovú frekvenciu, krvný tlak, bolesti hlavy, únavu a poruchy koncentrácie [38].

V súlade s tým boli ako vylučovacie kritériá pre použitie masky uvedené nasledujúce stavy [26]: akékoľvek kardiopulmonálne ochorenie vrátane, ale nie výlučne, astmy, bronchitídy, cystickej fibrózy, vrodenej srdcovej choroby, emfyzému; akýkoľvek stav, ktorý sa môže zhoršiť fyzickou námahou, vrátane, ale bez obmedzenia na: cvičením vyvolanej astmy; infekcie dolných dýchacích ciest (pneumónia, bronchitída v priebehu posledných 2 týždňov), úzkostné poruchy, cukrovka, hypertenzia alebo epilepsia/záchvatová porucha; akékoľvek telesné postihnutie v dôsledku zdravotného, ortopedického alebo neuromuskulárneho ochorenia; akékoľvek akútne ochorenie horných dýchacích ciest alebo symptomatická rinitída (upchatie nosa, nádcha alebo kýchanie); akýkoľvek stav s deformitou, ktorá ovplyvňuje priliehanie masky (napr. zvýšené ochlpenie na tvári, kraniofaciálne deformácie atď.).

Je tiež dôležité zdôrazniť možné účinky masiek na neurologické ochorenia, ako bolo popísané vyššie ([časť 3.3](#)).

Masky aj štíty na tvár vo vedeckej štúdii vyvolávali strach u 46% detí (37 z 80). Ak majú deti na

výber, či má lekár, ktorý ich vyšetruje, nosiť masku, odmietajú to v 49% prípadov. Spolu s rodičmi deti uprednostňujú, aby praktizujúci nosil tvárový štít (štatisticky významné s $p < 0,0001$) [[134](#)].

Nedávna observačná štúdia desiatok tisíc detí s maskou v Nemecku pomohla vyšetrovateľom objektivizovať sťažnosti na bolesti hlavy (53%), problémy so sústredením (50%), bezradnosť (49%), problémy s učením (38%) a únavu v 37 rokoch. % z 25 930 hodnotených detí. Z pozorovaných detí malo 25% novovzniknutú úzkosť a dokonca nočné mory [[135](#)]. U detí sú scenáre hrozieb vytvárané prostredím ďalej udržiavané prostredníctvom masiek, v niektorých prípadoch dokonca ešte intenzívnejšie, a týmto spôsobom je existujúci stres zintenzívnený (prítomnosť podvedomých obáv) [[16](#) , [35](#) , [136](#) , [137](#)].

To môže následne viesť k nárastu psychosomatických a stresových chorôb [[74](#) , [75](#)]. Podľa hodnotenia napríklad 60% nositeľov masiek vykazovalo úroveň stresu najvyššieho stupňa 10 na stupnici od 1 do maximálne 10. Menej ako 10% opýtaných nositeľov masiek malo úroveň stresu nižšiu ako 8 z možných 10 [[74](#)].

Keďže deti sú považované za osobitnú skupinu, WHO v auguste 2020 vydala aj samostatné usmernenie o používaní rúšok u detí v komunite, v ktorom výslovne radí tvorcom politik a vnútroštátnym orgánom, vzhľadom na obmedzené dôkazy, že výhody používania masiek u detí musia byť zvážené vzhľadom na potenciálne škody súvisiace s používaním masky. To zahŕňa uskutočniteľnosť a nepohodlie, ako aj sociálne a komunikačné problémy [[100](#)].

Podľa odborníkov masky blokujú základ ľudskej komunikácie a výmenu emócií a nielenže bránia učeniu, ale zbavujú deti pozitívnych účinkov úsmevu, smiechu a emočnej mimiky [[42](#)]. Účinnosť masiek u detí ako antivírusovej ochrany je kontroverzná a chýbajú dôkazy o ich širokom použití u detí; tomu sa podrobnejšie venujú aj vedci z Nemeckej univerzity v Brémach vo svojej diplomovej práci 2.0 a 3.0 [[138](#)].

3.15. Účinky na životné prostredie

Podľa odhadov WHO o dopyte 89 miliónov masiek za mesiac sa ich globálna produkcia bude v dôsledku pandémie Corona [[139](#)] naďalej zvyšovať. Vzhľadom na zloženie napr. Jednorazových chirurgických masiek s polymérmi, ako je polypropylén, polyuretán, polyakrylonitril, polystyrén, polykarbonát, polyetylén a polyester [[140](#)], možno očakávať rastúcu globálnu výzvu, a to aj z hľadiska životného prostredia, najmä mimo Európy, pri absencii stratégií recyklácie a zneškodňovania [[139](#)]. Uvedené polyméry na jedno použitie boli identifikované ako významný zdroj plastov a plastových častíc pre znečistenie všetkých vodných cyklov až do morského prostredia [[141](#)].

K významnému faktoru ohrozenia zdravia prispieva odpad z masiek vo forme mikroplastov po rozklade do potravinového reťazca. Rovnako tak kontaminovaný makroskopický jednorazový odpad z masiek – obzvlášť pred mikroskopickým rozpadom – predstavuje rozšírené médium pre mikróby (prvky, baktérie, vírusy, huby) z hľadiska invazívnych patogénov [[86](#) , [87](#) , [88](#) , [89](#) , [142](#)]. Správna likvidácia biologicky kontaminovaného materiálu každodennej masky nie je dostatočne regulovaná ani v západných krajinách.

4. Diskusia

Potenciálne drastické a nežiaduce účinky zistené vo multidisciplinárnych oblastiach ilustrujú všeobecný rozsah globálnych rozhodnutí o maskách širokej verejnosti vo svetle boja proti pandémie. Podľa zistenej literatúry existujú jasné, vedecky zaznamenané nepriaznivé účinky na nositeľa masky, a to ako na psychologickú, tak aj na sociálnu a fyzickú úroveň.

Inštitúcie vyššej úrovne, ako je WHO alebo Európske centrum pre prevenciu a kontrolu chorôb (ECDC), ani národné, ako napríklad Centrá pre kontrolu a prevenciu chorôb, GA, USA (CDC) alebo nemecké RKI, nedoložili spoľahlivými vedeckými údajmi. pozitívny účinok masiek na verejnosti (z hľadiska zníženej miery šírenia COVID-19 v populácii) [[2](#) , [4](#) , [5](#)].

Na rozdiel od vedecky stanoveného štandardu medicíny založenej na dôkazoch národné a medzinárodné zdravotné úrady vydali svoje teoretické hodnotenia masiek na verejných miestach, aj keď povinné nosenie masiek vytvára klamlivý pocit bezpečia [[5](#) , [112](#) , [143](#)].

Z epidemiologického hľadiska infekcie ponúkajú masky pri každodennom používaní riziko sebakontaminácie nositeľom zvnútra aj zvonka, vrátane kontaminovaných rúk [[5](#) , [16](#) , [88](#)]. Okrem toho sú masky nasiaknuté vydychovaným vzduchom, ktorý potenciálne akumuluje infekčné činitele z nosohltanu a tiež z okolitého vzduchu na vonkajšej a vnútornej strane masky. Tu treba spomenúť predovšetkým závažné baktérie a plesne spôsobujúce infekcie [[86](#) , [88](#) , [89](#)], ale aj vírusy [[87](#)]. Neobvyklý nárast detekcie rinovírusov v sentinelových štúdiách nemeckej RKI od roku 2020 [[90](#)] môže byť indikáciou tohto javu. Bolo by preto žiaduce objasnenie prostredníctvom ďalších vyšetrovaní.

Vedci sa domnievajú, že masky používané verejnosťou predstavujú riziko infekcie, pretože široká verejnosť nemôže dodržiavať štandardizované hygienické pravidlá nemocníc [[5](#)]. Nositelia masiek (chirurgické, N95, látkové masky) navyše vydychávajú relatívne menšie častice (veľkosť 0,3 až 0,5 µm) ako ľudia bez masiek a hlasnejšia reč pod maskami ešte zvyšuje túto zvýšenú produkciu jemného aerosólu nositeľom masky (rozprašovač) účinnok) [[98](#)].

História modernej doby ukazuje, že už v chrípkových pandémiách 1918-1919, 1957-58, 1968, 2002, v SARS 2004-2005, ako aj v prípade chrípky v roku 2009, masky na každodenné používanie nemohli dosiahnuť očakávané úspech v boji proti scenárom vírusovej infekcie [[67](#) , [144](#)]. Skúsenosti viedli k vedeckým štúdiám, ktoré už v roku 2009 popisovali, že masky v každodennom scenári nevykazujú žiadny významný vplyv na vírusy [[129](#) , [145](#)]. Vedci a inštitúcie dokonca neskôr označili masky za nevhodné na bezpečnú ochranu používateľa pred vírusovými respiračnými infekciami [[137](#) , [146](#) , [147](#)]. Dokonca aj pri použití v nemocnici chýba chirurgickým maskám silný dôkaz o ochrane pred vírusmi [[67](#)].

Maska, ktorá sa pôvodne narodila z užitočných znalostí o ochrane rán pred dychom chirurgov a prevažne kontamináciou kvapkami baktériami [[144](#) , [148](#) , [149](#)], bola viditeľne zneužívaná s veľmi nesprávnym populárnym každodenným používaním, najmä v Ázii v posledných rokoch [[150](#)]. Je príznačné, že sociológ Beck už v roku 1992 označil masku za kozmetiku rizika [[151](#)]. Maska je bohužiaľ súčasťou začarovaného kruhu: v prísnom slova zmysle chráni iba symbolicky a súčasne predstavuje strach z infekcie. Tento jav je posilnený kolektívnym riadením strachu, ktoré je neustále živé médiami hlavného prúdu [[137](#)].

V súčasnej dobe maska predstavuje akúsi psychologickú podporu pre bežnú populáciu počas pandémie vírusu, ktorá im sľubuje dodatočnú úzkosť a znížený pohyb. Odporúčanie používať masky v zmysle „kontroly zdroja“ nie z dôvodu vlastnej ochrany, ale z „altruizmu“ [[152](#)] je tiež veľmi obľúbené medzi regulátormi a obyvateľstvom mnohých krajín. Odporúčanie WHO o maske v súčasnej pandémie nie je len čisto infektiologickým prístupom, ale objasňuje aj možné výhody pre zdravých ľudí v širokej verejnosti. Uvádza sa predovšetkým znížená potenciálna stigmatizácia nositeľov masiek, pocit príspevku k prevencii šírenia vírusu a pripomenutie dodržiavania ďalších opatrení [[2](#)].

Nie je potrebné pripomenúť, že veľmi nedávne údaje naznačujú, že detekcia infekcie SARS-CoV-2 zrejme priamo nesúvisí s populárnym používaním masky. Skupiny skúmané v retrospektívnej porovnávacej štúdii (infikované SARS-CoV-2 a neinfikované) sa nelíšili vo svojom zvyku používať

masky: približne 70% subjektov v oboch skupinách vždy používalo masky a ďalších 14,4% z nich často [[143](#)].

V dánskej prospektívnej štúdii o nosení rúšok, vykonanej na asi 6 000 účastníkoch a publikovanej v roku 2020, vedci nenašli žiadny štatisticky významný rozdiel v miere infekcie SARS-CoV-2 pri porovnaní skupiny 3030 osôb s maskou a 2994 bez masky. účastníci štúdie ($p = 0,38$) [[132](#)].

V prípade vírusových infekcií sa masky skutočne zdajú byť nielen menej účinné, ako sa očakávalo, ale ani neobsahujú nežiaduce biologické, chemické, fyzikálne a psychologické vedľajšie účinky [[67](#)]. Niektorí odborníci preto tvrdia, že dobre mienená neprofesionalita môže byť celkom nebezpečná [[6](#)].

Dermatologickí kolegovia ako prví popísali bežné nepriaznivé účinky nosenia masky vo väčších kolektívoch. Jednoduché, priame fyzikálne, chemické a biologické účinky masiek so zvýšením teploty, vlhkosti a mechanického podráždenia spôsobili akné až u 60% nositeľiek [[37](#) , [71](#) , [72](#) , [73](#) , [85](#)]. Ďalšími významne dokumentovanými následkami boli ekzémy, poškodenie kože a celkovo narušená funkcia kožnej bariéry [[37](#) , [72](#) , [73](#)].

Tieto priame účinky používania masky sú dôležitým ukazovateľom ďalších škodlivých účinkov postihujúcich iné orgánové systémy.

V našej práci sme identifikovali vedecky overené a početné štatisticky významné nepriaznivé účinky masiek v rôznych oblastiach medicíny, najmä pokiaľ ide o rušivý vplyv na veľmi komplexný proces dýchania a negatívne účinky na fyziológiu dýchania a metabolizmus plynov v tele. (pozri [obrázok 2](#) a [obrázok 3](#)). Psychológia dýchania a výmena plynov zohrávajú kľúčovú úlohu pri udržiavaní rovnováhy udržiujúcej zdravie v ľudskom tele [[136](#) , [153](#)]. Podľa štúdií, ktoré sme zistili, je mŕtvly priestorový objem, ktorý sa takmer zdvojnásobí nosením masky a viac ako dvojnásobným dýchacím odporom ([obrázok 3](#)) [[59](#) , [60](#) , [61](#)] vedú k opätovnému vdýchnutiu oxidu uhličitého pri každom dýchacom cykle [[16](#) , [17](#) , [18](#) , [39](#) , [83](#)] s - u zdravých ľudí väčšinou podprahovým, ale u chorých čiastočne patologickým zvýšením parciálneho tlaku oxidu uhličitého (PaCO_2) v krvi [[25](#) , [34](#) , [58](#)]. Podľa zistených primárnych štúdií tieto zmeny reflexne prispievajú k zvýšeniu dychovej frekvencie a hĺbky [[21](#) , [23](#) , [34](#) , [36](#)] so zodpovedajúcim zvýšením práce dýchacích svalov prostredníctvom mechanizmov fyziologickej spätnej väzby [[31](#) , [36](#)]. Nie je to teda, ako sa pôvodne predpokladalo, čisto pozitívny tréning pomocou masky. To často zvyšuje podprahový pokles saturácie kyslíka SpO_2 v krvi [[23](#) , [28](#) , [29](#) , [30](#) , [32](#)], ktorý je už znížený zvýšeným objemom mŕtveho priestoru a zvýšeným dýchacím odporom [[18](#) , [31](#)].

Celkový možný výsledný merateľný pokles saturácie kyslíka O_2 krvi v krvi na jednej strane [[18](#) , [23](#) , [28](#) , [29](#) , [30](#) , [32](#)] a zvýšenie oxidu uhličitého (CO_2) na strane druhej [[13](#) , [15](#) , [19](#) , [21](#) , [22](#) , [23](#) , [24](#) , [25](#) , [26](#) , [27](#) , [28](#)] prispievajú k zvýšenej noradrenergickej stresovej reakcii so zvýšením srdcovej frekvencie [[29](#) , [30](#) , [35](#)] a zvýšenie dychovej frekvencie [[15](#) , [21](#) , [23](#) , [34](#)], v niektorých prípadoch aj k výraznému zvýšeniu krvného tlaku [[25](#) , [35](#)].

U jedincov náchylných na paniku môže byť noradrenergická sympatická aktivácia vyvolávajúca stres čiastočne sprostredkovaná priamo mechanizmom oxidu uhličitého (CO_2) na locus coeruleus v mozgovom kmeni [[39](#) , [78](#) , [79](#) , [153](#)], ale tiež obvyklým spôsobom prostredníctvom chemosenzitívne neuróny jadra solitarius v dreni [[136](#) , [154](#)]. Jadro solitarius [[136](#)] sa nachádza v najhlbšej časti mozgového kmeňa, bráne k neuronálnej respiračnej a obehovej kontrole [[154](#)]. Znížená hladina kyslíka (O_2) v krvi tam spôsobuje aktiváciu sympatickej osi prostredníctvom chemoreceptorov v karotidoch [[155](#) , [156](#)].

Aj podprahové zmeny v krvných plynách, ako sú tie, ktoré sú vyvolané pri použití masky, spôsobujú

reakcie v týchto riadiacích centrách v centrálnom nervovom systéme. Masky preto vyvolávajú priame reakcie v dôležitých riadiacích centrách postihnutého mozgu prostredníctvom najmenších zmien kyslíka a oxidu uhličitého v krvi nositeľa [[136](#) , [154](#) , [155](#)].

Súvislosť medzi narušeným dýchaním a kardiorespiračnými ochoreniami, ako je hypertenzia, spánkové apnoe a metabolický syndróm, je vedecky dokázaná [[56](#) , [57](#)]. Je zaujímavé, že znížené hladiny kyslíka/ O_2 v krvi a tiež zvýšené hladiny oxidu uhličitého/ CO_2 v krvi sa považujú za hlavné spúšťače reakcie na sympatický stres [[38](#) , [136](#)]. Za hlavné zodpovedné kontrolné centrá sú považované vyššie uvedené chemosenzitívne neuróny jadra solitarius v medulle [[136](#) , [154](#) , [155](#)]. Klinické účinky predĺženého nosenia masky by teda boli mysliteľným zosilnením chronických stresových reakcií a negatívnych vplyvov na metabolizmus vedúcich k metabolickému syndrómu. Štúdie masiek, ktoré sme zistili, ukazujú, že také zmeny dýchacích plynov (O_2 a CO_2) súvisiace s ochorením (O_2 a CO_2) [[38](#) , [136](#)] sa už dosahujú nosením masky [[13](#) , [15](#) , [18](#) , [19](#) , [21](#) , [22](#) , [23](#) , [24](#) , [25](#) , [26](#) , [27](#) , [28](#) , [29](#) , [30](#) , [31](#) , [32](#) , [33](#) , [34](#)].

Súvislosť medzi hypoxiou, sympatickými reakciami a uvoľňovaním leptínu je vedecky známa [[136](#)].

Ďalej je dôležité prepojenie dýchania s vplyvom na ďalšie telesné funkcie [[56](#) , [57](#)], vrátane psychiky s vytváraním pozitívnych emócií a pohonu [[153](#)]. Najnovšie zistenia z neuro-psychobiologického výskumu naznačujú, že dýchanie nie je iba funkciou regulovanou fyzickými premennými na ich ovládanie (mechanizmus spätnej väzby), ale skôr nezávisle ovplyvňuje mozgové centrá na vyššej úrovni, a preto tiež pomáha formovať psychologické a iné telesné funkcie. a reakcie [[153](#) , [157](#) , [158](#)]. Pretože masky bránia nositeľovi dýchať a zrýchľujú ho, fungujú úplne v rozpore so zásadami dýchania podporujúceho zdravie [[56](#) , [57](#)] používaný v celostnej medicíne a joge. Podľa najnovších výskumov je nerušené dýchanie nevyhnutné pre šťastie a zdravú jazdu [[157](#) , [159](#)], ale masky proti tomu pôsobia.

Výsledkom výrazných zmien v krvných plynch v smere hypoxie (pokles nasýtenia kyslíkom) a hyperkapnie (zvýšenie koncentrácie oxidu uhličitého) prostredníctvom masiek má teda potenciál mať klinicky významný vplyv na ľudský organizmus aj bez prekročenia normálu limity.

Podľa najnovších vedeckých poznatkov majú posuny krvného plynu k hypoxii a hyperkapnii nielen vplyv na popísané okamžité, psychologické a fyziologické reakcie na makroskopickej a mikroskopickej úrovni, ale navyše v mnohých na génovú expresiu a metabolizmus na molekulárnej bunkovej úrovni. rôzne telesné bunky. Vďaka tomu sa drastický rušivý zásah masiek do fyziológie tela prejaví aj na bunkovej úrovni, napr. Pri aktivácii faktora indukovaného hypoxiou (HIF) prostredníctvom hyperkapnie a účinkov podobných hypoxii [[160](#)]. HIF je transkripčný faktor, ktorý reguluje bunkový prísun kyslíka a aktivuje signálne dráhy relevantné pre adaptívne reakcie. napr. HIF inhibuje kmeňové bunky, podporuje rast nádorových buniek a zápalové procesy [[160](#)]. Na základe účinkov masiek podporujúcich hypoxiu a hyperkapniu, ktoré boli komplexne popísané po prvýkrát v našej štúdii, možno predpokladať potenciálne rušivé vplyvy až na intracelulárnu úroveň (HIF-a), najmä pri dlhodobom a nadmernom používaní. masiek. Okrem vegetatívnej chronickej stresovej reakcie u nositeľov masiek, ktorá je sprostredkovaná mozgovými centrami, je tu tiež pravdepodobný nepriaznivý vplyv na metabolizmus na bunkovej úrovni. S perspektívou ďalšieho používania masky v každodennom živote sa tým otvára zaujímavá oblasť výskumu do budúcnosti.

Skutočnosť, že dlhodobé pôsobenie latentne zvýšených hladín CO_2 a nepriaznivých skladieb dýchacieho vzduchu má účinky podporujúce choroby, bola uznaná už na začiatku. WHO už v roku 1983 opísala „syndróm chorej budovy“ (SBS) ako stav, v ktorom ľudia žijúci v interiéri pociťovali akútne účinky súvisiace s ochorením, ktoré sa s časom pobytu zvyšovali, bez konkrétnych príčin alebo chorôb [[161](#) , [162](#)]. Syndróm postihuje ľudí, ktorí trávajú väčšinu času v uzavretých priestoroch, často s podprahovo zvýšenými hladinami CO_2 , a sú náchylní k symptómom, ako je

zvýšený srdcový tep, zvýšenie krvného tlaku, bolesti hlavy, únava a ťažkosti s koncentráciou [38 , 162]. Niektoré zo sťažností popísaných v štúdiách masiek, ktoré sme zistili (**obrázok 2**), sú prekvapivo podobné problémom so syndrómom chorej budovy [161]. Teplota, obsah oxidu uhličitého vo vzduchu, bolesti hlavy, závraty, ospalosť a svrbenie tiež zohrávajú úlohu pri syndróme chorej budovy. Na jednej strane by masky mohli byť zodpovedné za efekty, aké sú popísané pre syndróm chorej budovy, ak sa používajú dlhšie časové obdobie. Na druhej strane by mohli tieto účinky dodatočne zosilniť pri nosení v klimatizovaných budovách, najmä ak sú masky povinné v interiéri. Napriek tomu v niektorých štúdiách existovala tendencia k vyšším hodnotám systolického krvného tlaku u nositeľov masiek [21 , 31 , 34], ale štatistická významnosť bola zistená iba v dvoch štúdiách [25 , 35]. Našli sme však relevantnejšie a významnejšie dôkazy o zvýšení srdcovej frekvencie, bolestiach hlavy, únave a problémoch s koncentráciou spojených s nositeľmi masiek (**obrázok 2**), ktoré poukazujú na klinický význam nosenia masiek.

Podľa vedeckých výsledkov a zistení majú masky merateľne škodlivé účinky nielen na zdravých ľudí, ale aj na chorých ľudí a ich význam sa pravdepodobne zvyšuje s dĺžkou používania [69]. Je tu potrebný ďalší výskum, aby sa objasnili dlhodobé dôsledky rozsiahleho používania masiek s podprahovou hypoxiou a hyperkapniou v bežnej populácii, a to aj pokiaľ ide o možné zhoršujúce sa účinky na choroby kardiorespiračného životného štýlu, ako je hypertenzia, spánkové apnoe a metabolický syndróm. Už často zvýšený oxid uhličitý v krvi (CO_2) hladiny u ľudí s nadváhou, pacientov so spánkovým apnoe a pacientov s CHOCHP s prekrytím by sa mohli ešte viac zvýšiť pomocou každodenných masiek. Nielen vysoký index telesnej hmotnosti (BMI), ale aj spánkové apnoe sú u týchto pacientov spojené s hyperkapniou počas dňa (dokonca aj bez masiek) [19 , 163]. Hyperkapnia pre takýchto pacientov znamená zvýšenie rizika závažných ochorení so zvýšenou morbiditou, ktoré by potom bolo možné ešte zvýšiť nadmerným používaním masky [18 , 38].

Účinky aktivácie sympatického stresu vyvolané hyperkapniou sú u žien dokonca závislé od cyklu. Sympatická reakcia, kontrolovaná mechanizmom progesterónu, meraná zvýšeným krvným tlakom v luteálnej fáze, je výrazne silnejšia [164]. To môže tiež viesť k rôznej citlivosti zdravých a chorých žien na masky, ktoré majú nežiaduce účinky a ktoré súvisia so zvýšením oxidu uhličitého (CO_2).

V našom prehľade bolo možné negatívne telesné a psychické zmeny spôsobené maskami objektivizovať aj u mladších a zdravých jedincov.

Fyzikálne a chemické parametre vo väčšine prípadov neprekročili normálne hodnoty, ale boli štatisticky významne merateľné ($p < 0,05$) smerujúce k patologickým rozsahom. Spreádzali ich telesné poruchy (pozri **obrázok 2**). Je dobre známe, že podprahové podnety sú schopné spôsobiť dlhodobé pôsobenie patologických zmien: nielen jedna vysoká dávka poruchy, ale aj chronicky pretrvávajúca, podprahová expozícia jej často vedie k chorobe [38 , 46 , 47 , 48 , 50 , 51 , 52 , 53 , 54]. Vedecky opakovane merateľné fyzikálne a chemické efekty masky boli často sprevádzané typickými subjektívnymi sťažnosťami a patofyziologickými javmi. Skutočnosť, že sa tieto často vyskytujú súčasne a spoločne, naznačuje syndróm pod maskami.

Obrázok 2 sumarizuje významné fyziologické, psychologické, somatické a všeobecné patologické zmeny závislé od masky a ich častý spoločný výskyt je pozoruhodný. V rámci kvantitatívneho hodnotenia experimentálnych štúdií sme boli skutočne schopní preukázať štatisticky významnú koreláciu pozorovaných vedľajších účinkov únavy a vyčerpania kyslíka pri použití masky s $p < 0,05$. Okrem toho sme vo vedeckých štúdiách zistili častý, simultánny a spoločný výskyt ďalších nežiaducich účinkov (**obrázok 2**). Štatisticky významné asociácie takýchto súčasne sa vyskytujúcich nežiaducich účinkov boli popísané už v primárnych štúdiách [21 , 29]. V siedmich z deviatich príslušných štúdií (88%) sme zistili kombinovaný výskyt nárastu telesných parametrov pod maskou so symptómom respiračného poškodenia. Zistili sme podobný výsledok pre zníženie saturácie kyslíkom pod maskou a symptóm respiračného poškodenia so súčasnou detekciou v

šiestich z ôsmich príslušných štúdií (67%). Zistili sme kombinovaný výskyt nárastu oxidu uhličitého pri použití masky N95 v deviatich z 11 vedeckých prác (82%). Zistili sme podobný výsledok pre kvapku kyslíka pri použití masky N95 so súčasným výskytom v ôsmich z 11 primárnych dokumentov (72%). Použitie masiek N95 bolo tiež spojené s bolesťou hlavy v šiestich z 10 príslušných primárnych štúdií (60%). [Obrázok 2](#)).

Pretože symptómy boli popísané v kombinácii u nositeľov masiek a vo väčšine prípadov neboli pozorované izolovane, označujeme ich ako všeobecný maskou indukovaný syndróm vyčerpania (MIES) kvôli konzistentnej prezentácii v mnohých prácach z rôznych odborov. Patria sem nasledujúce, prevažne štatisticky významne ($p < 0,05$) preukázané patofyziologické zmeny a subjektívne ťažkosti, ktoré sa často vyskytujú v kombinácii, ako je popísané vyššie (pozri tiež [časť 3.1](#) až [časť 3.11](#) , [obrázok 2](#) , [obrázok 3](#) a [obrázok 4](#)):

Obrázok 4. Nepriaznivé efekty masky ako súčasti syndrómu vyčerpania vyvolaného maskou (MIES). Chemické, fyzikálne a biologické účinky, ako aj uvedené dôsledky na orgánový systém sú dokumentované štatisticky významnými výsledkami v zistenej vedeckej literatúre ([obrázok 2](#)). Termín ospalosť sa tu používa na zhrnutie akýchkoľvek kvalitatívnych neurologických deficitov opísaných v skúmanej vedeckej literatúre.

- - Zvýšenie objemu mŕtveho priestoru [[22](#) , [24](#) , [58](#) , [59](#)] ([obrázok 3](#) , [časť 3.1](#) a [časť 3.2](#)).
- - Zvýšenie dychového odporu [[31](#) , [35](#) , [61](#) , [118](#)] ([obrázok 3](#) , [obrázok 2](#) : stĺpec 8).
- - Zvýšenie hladiny oxidu uhličitého v krvi [[13](#) , [15](#) , [19](#) , [21](#) , [22](#) , [23](#) , [24](#) , [25](#) , [26](#) , [27](#) , [28](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 5).
- - Zníženie saturácie krvi kyslíkom [[18](#) , [19](#) , [21](#) , [23](#) , [28](#) , [29](#) , [30](#) , [31](#) , [32](#) , [33](#) , [34](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 4).
- - Zvýšenie srdcovej frekvencie [[15](#) , [19](#) , [23](#) , [29](#) , [30](#) , [35](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 12).
- - Pokles kardiopulmonálnej kapacity [[31](#)] ([časť 3.2](#)).
- - Pocit vyčerpania [[15](#) , [19](#) , [21](#) , [29](#) , [31](#) , [32](#) , [33](#) , [34](#) , [35](#) , [69](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 14).
- - Zvýšenie dychovej frekvencie [[15](#) , [21](#) , [23](#) , [34](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 9).
- - Ťažké dýchanie a dýchavičnosť [[15](#) , [19](#) , [21](#) , [23](#) , [25](#) , [29](#) , [31](#) , [34](#) , [35](#) , [71](#) , [85](#) , [101](#) , [133](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 13).
- - Bolesť hlavy [[19](#) , [27](#) , [37](#) , [66](#) , [67](#) , [68](#) , [83](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 17).
- - Závrat [[23](#) , [29](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 16).
- - Pocit vlhkosti a tepla [[15](#) , [16](#) , [22](#) , [29](#) , [31](#) , [35](#) , [85](#) , [133](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 7).
- - Ospalosť (kvalitatívne neurologické deficity) [[19](#) , [29](#) , [32](#) , [36](#) , [37](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 15).
- - Pokles vnímania empatie [[99](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 19).
- - Porušená funkcia bariéry pokožky s akné, svrbením a kožnými léziami [[37](#) , [72](#) , [73](#)] ([obrázok 2](#) : stĺpec 20-22).

Z výsledkov je možné vyvodiť, že účinky popísané u zdravých ľudí sú všetky výraznejšie u chorých ľudí, pretože ich kompenzačné mechanizmy v závislosti od závažnosti ochorenia sú znížené alebo dokonca vyčerpané. Niektoré existujúce štúdie na pacientoch a pacientmi s merateľnými patologickými účinkami masiek tento predpoklad podporujú [[19](#) , [23](#) , [25](#) , [34](#)]. Vo väčšine vedeckých štúdií bol čas expozície maskám v kontexte meraní/vyšetrovaní výrazne kratší (vo vzťahu k celkovému opotrebovaniu a trvaniu používania), ako sa očakáva od širokej verejnosti podľa súčasných pandemických predpisov a nariadení.

Časové limity expozície sú v mnohých oblastiach dnes len málo pozorované alebo vedome ignorované, ako už bolo uvedené v [oddiele 3.11](#) o pracovnom lekárstve. Vyššie uvedené skutočnosti

umožňujú dospieť k záveru, že opísané negatívne účinky masiek, najmä u niektorých našich pacientov a veľmi starších osôb, môžu byť pri dlhodobom používaní závažnejšie a nepriaznivejšie, ako sú uvedené v niektorých štúdiách s maskami.

Z pohľadu lekára môže byť tiež ťažké radiť deťom a dospelým, ktorí v dôsledku sociálneho tlaku (nosiť masku) a túžby cítiť sa, že patria, potláčajú svoje vlastné potreby a starosti, kým účinky masiek nebudú mať výrazné negatíva. vplyv na ich zdravie [76]. Napriek tomu by sa používanie masiek malo zastaviť okamžite, najneskôr vtedy, keď sa vyskytne dýchavičnosť, závraty alebo vertigo [23 , 25]. Z tohto hľadiska sa zdá byť rozumné, aby osoby s rozhodovacou právomocou a orgány poskytovali informácie, definovali povinnosti súvisiace s vyučovaním a ponúkli vhodné školenia zamestnávateľom, učiteľom a iným osobám, ktoré majú dozornú alebo opatrovateľskú povinnosť. V tejto súvislosti by bolo možné tiež aktualizovať a rozšíriť znalosti o opatreniach prvej pomoci.

Starším, vysokorizikovým pacientom s ochorením pľúc, kardiakom, tehotným ženám alebo pacientom s cievnu mozgovou príhodou sa odporúča, aby sa poradili s lekárom a prediskutovali bezpečnosť masky N95, pretože sa môže znížiť objem ich pľúc alebo kardiopulmonálny výkon [23]. Korelácia medzi vekom a výskytom vyššie uvedených symptómov pri nosení masky je štatisticky dokázaná [19]. Podľa referenčnej literatúry je u pacientov so zníženou kardiopulmonálnou funkciou zvýšené riziko vzniku závažného respiračného zlyhania pri použití masky [34]. Bez možnosti nepretržitého lekárskeho monitorovania možno dospieť k záveru, že bez dôkladného monitorovania by nemali používať masky. Americká spoločnosť pre astmu a alergiu už odporučila opatrnosť pri používaní masiek v súvislosti s pandémiou COVID-19 u ľudí so stredne závažným a závažným ochorením pľúc [165]. Pretože je známe, že pacienti s ťažkou nadváhou, spánkovým apnoe a pacientmi s CHOCHP s prekryvaním sú náchylní k hyperkapnii, predstavujú pri rozsiahlom používaní masiek aj rizikovú skupinu pre vážne nepriaznivé účinky na zdravie [163]. Dôvodom je potenciál masiek produkovať ďalší CO₂ retencia môže mať nielen rušivý vplyv na krvné plyny a respiračnú fyziológiu postihnutých, ale môže tiež viesť k ďalším vážnym nepriaznivým účinkom na zdravie z dlhodobého hľadiska. Je zaujímavé, že v experimente na zvieratách zvýšenie CO₂ s hyperkapniou vedie k stiahnutiu hladkých svalov dýchacích ciest so zúžením priedušiek [166]. Tento efekt by mohol vysvetliť pozorované pľúcne dekompenzácie pacientov s pľúcnym ochorením pod maskami ([časť 3.2](#)) [23 , 34].

Pacienti s renálnou insuficienciou vyžadujúcou dialýzu sú podľa dostupnej literatúry ďalšími kandidátmi na možnú výnimku z požiadavky na masku [34]. Podľa kritérií Centier pre kontrolu a prevenciu chorôb, GA, USA (CDC), by mali byť z požiadavky na masku vyňatí chorí a bezmocní ľudia, ktorí si sami nedokážu odstrániť masku [82].

Pretože je možné predpokladať, že deti reagujú na masky ešte citlivejšie, literatúra naznačuje, že masky sú kontraindikáciou pre deti s epilepsiou (hyperventilácia ako spúšťač záchvatov) [63]. V oblasti pediatrie by sa mala osobitná pozornosť venovať aj symptómom masky opísaným v rámci psychologických, psychiatrických a sociologických účinkov s možným spustením panických záchvatov spätným dýchaním CO₂ v prípade predispozície a tiež posilneniu klaustrofóbných obáv [77 , 78 , 79 , 167]. Rušenie verbálnych porúch súvisiace s maskou [43 , 45 , 71] a neverbálna komunikácia, a preto je sociálna interakcia obzvlášť závažná pre deti. Masky obmedzujú sociálnu interakciu a blokujú pozitívne vnímanie (úsmev a smiech) a emočnú mimiku [42]. Osvedčená maskou indukovaná mierna až stredná kognitívna porucha s poruchou myslenia, zníženou pozornosťou a závratmi [19 , 23 , 29 , 32 , 36 , 37 , 39 , 40 , 41 , 69], ako aj psychologickými a neurologickými účinkami [135], by sa mali navyše vziať do úvahy, keď sú masky povinné v škole a v blízkosti verejnej aj neverejnej dopravy, a to aj pokiaľ ide o možnosť zvýšeného rizika úrazov (pozri tiež vedľajšie účinky a nebezpečenstvá zdravia pri práci) [19 , 29 , 32 , 36 , 37]. Kritériá vylúčenia uvedené v pediatrických štúdiách s maskami (pozri pediatrické poruchy, [časť 3.14](#)) [26 , 133] by sa malo vzťahovať aj na vylúčenie týchto detí zo všeobecnej povinnosti maskovať v súlade s

vedeckými zisteniami na ochranu príslušných chorých detí. Dlhodobé sociologické, psychologické a vzdelávacie dôsledky komplexnej požiadavky maskovania rozšírenej na školy sú tiež nepredvídateľné s ohľadom na psychický a fyzický vývoj zdravých detí [42 , 135]. Je zaujímavé, že podľa príspevku Corona Thesis Paper z Univerzity v Brémach sú deti „infikované menej často, menej často ochorejú, letalita sa blíži nule a infekciu tiež prenášajú menej často“, uvádza sa v práci Thesis Paper 2.0. nemeckej univerzity v Brémach na strane 6 [138]. Podľa Thesis Paper 3.0 z Nemeckej univerzity v Brémach sú štúdie vykonávané za podmienok reálneho života s koncovými ukazovateľmi, ktoré ukazujú takmer žiadne infekcie, takmer žiadnu chorobnosť, takmer žiadnu úmrtnosť a iba nízku nákazlivosť u detí [138]. Nedávna nemecká observačná štúdia (5600 hlásených pediatrov) tiež ukázala prekvapivo nízky výskyt ochorenia COVID-19 u detí [168]. Infekcia dospelých SARS-CoV-2 deťmi bola zvažovaná iba v jednom podozrivom prípade, ale nebolo možné ju s určitosťou dokázať, pretože rodičia mali tiež kvôli svojmu povolaniu početné kontakty a expozičné faktory pre vírusové infekcie. V tomto prípade sa kolujúce titulky vo verejnoprávnych médiách, že deti viac prispievajú k výskytu infekcií, majú považovať za neoficiálne.

U tehotných žien sa používanie masiek počas námahy alebo v pokoji počas dlhého časového obdobia považuje za kritické, pretože sa v tejto oblasti ešte málo výskumu [20]. Ak existujú jasné vedecké dôkazy o zvýšenej ventilácii mŕtveho priestoru s možnou akumuláciou CO_2 v krvi matky, malo by sa zabrániť používaniu masiek tehotnými ženami viac ako 1 hodinu, ako aj pri fyzickom strese, aby sa chránila nenarodeného dieťaťa [20 , 22]. Masky podporujúce hyperkapniu by v tomto prípade mohli pôsobiť ako zmätok gradientu fetálneho/materského CO_2 (časť 3.6) [20 , 22 , 28].

Podľa literatúry citovanej v časti 3.5 o psychiatrických vedľajších účinkoch (poruchy osobnosti s úzkosťou a záchvaty paniky, klaustrofóbia, demencia a schizofrénia) by sa maskovanie malo vykonávať, ak vôbec, s dôkladným zvážením výhod a nevýhod. Je potrebné venovať pozornosť možnej provokácii počtu a závažnosti záchvatov paniky [77 , 78 , 79].

U pacientov s bolesťami hlavy možno pri dlhodobom používaní masky očakávať zhoršenie symptómov (pozri tiež časť 3.3 ., Neurologické vedľajšie účinky) [27 , 66 , 67 , 68]. V dôsledku zvýšenia hladiny oxidu uhličitého (CO_2) v krvi pri použití masky dochádza k vazodilatácii v centrálnom nervovom systéme a klesá pulzácia ciev [27]. V tejto súvislosti je tiež zaujímavé poznamenať rádiologické experimenty, ktoré demonštrujú nárast objemu mozgu pod podprahom, ale stále v normálnych medziach CO_2 zvýšenie krvi pomocou štruktúrnej magnetickej rezonancie. Zvýšenie oxidu uhličitého v krvi bolo vyvolané u siedmich subjektov prostredníctvom spätného dýchania s výsledným mediánom koncentrácie oxidu uhličitého 42 mmHg a medzikvartilným rozsahom 39,44 mmHg, čo zodpovedá iba podprahovému zvýšeniu pri normálnych hodnotách 32 – 45 mmHg. V experimente došlo k významnému zvýšeniu objemu mozgového parenchýmu merateľného pod zvýšenými arteriálnymi hladinami CO_2 ($p < 0,02$), so súčasným poklesom priestorov CSF ($p < 0,04$), úplne v súlade s doktrínou Monroe -Kelly, podľa ktorej celkový objem v lebke zostáva vždy rovnaký. Autori interpretovali zvýšenie objemu mozgu ako výraz zvýšenia objemu krvi v dôsledku CO_2 nárastom indukovaná dilatácia mozgových ciev [169]. Dôsledky takého podprahového nárastu oxidu uhličitého (CO_2) aj pod maskami [13 , 15 , 18 , 19 , 22 , 23 , 25] sú pre ľudí s patologickými zmenami vo vnútri lebky (aneuryzmy, nádory atď.) Nejasné súvisiace cievne zmeny [27] a posunutie objemu mozgu [169], najmä v dôsledku dlhšej expozície pri nosení masky, ale môžu mať veľký význam v dôsledku prebiehajúcich objemových posunov súvisiacich s krvnými plynmi.

Vzhľadom na zvýšený objem mŕtveho priestoru je dlhodobá a zvýšená akumulácia a opätovné vdýchnutie iných zložiek dýchacieho vzduchu okrem CO_2 tiež nevysvetlená, a to tak u detí, ako aj u starých a chorých ľudí. Vydychovaný vzduch obsahuje viac ako 250 látok vrátane dráždivých alebo toxických plynov, ako sú oxidy dusíka (NO), sírovodík (H_2S), izoprén a acetón [170]. V prípade oxidov dusíka [47] a sírovodíka [46] boli v environmentálnej medicíne popísané patologické

účinky súvisiace s ochorením aj pri nízkej, ale chronickej expozícii [46 , 47 , 48]. Medzi prchavými organickými zlúčeninami vo vydychovanom vzduchu z hľadiska množstva dominuje acetón a izoprén, treba však spomenúť aj alylmetylsulfid, kyselinu propionovú a etanol (niektoré bakteriálneho pôvodu) [171]. Zatiaľ nie je objasnené, či také látky medzi sebou chemicky reagujú aj pod maskami a v mŕtvom priestore vytvorenom maskami (**obrázok 3**), ako aj so samotným tkanivom masky a v akom množstve sú tieto a možné reakčné produkty znovu vdýchnuté. Okrem zmien v krvnom plyne opísaných vyššie (kvapka O_2 a CO_2 vzostup), tieto efekty by mohli tiež hrať úlohu s ohľadom na nežiaduce efekty masky. Tu je potrebný ďalší výskum, ktorý je obzvlášť zaujímavý v prípade dlhodobého a všadeprítomného používania masiek.

WHO vidí v integrácii jednotlivých spoločností a komunit, ktoré vyrábajú svoje vlastné látkové masky, potenciálny sociálny a ekonomický prínos. Vzhľadom na globálny nedostatok chirurgických masiek a osobných ochranných pomôcok to považuje za zdroj príjmu a poukazuje na to, že opätovné použitie textilných masiek môže znížiť náklady a odpad a prispieť k udržateľnosti [2]. Okrem otázky certifikačných postupov pre tieto textilné masky je potrebné spomenúť aj to, že vzhľadom na rozsiahlu povinnosť maskovania sú textilné (umelé) látky vo forme mikro- a nanočastíc, z ktorých niektoré nemožno v tele degradovať, sú chronicky absorbované do tela vdýchnutím v neobvyklom rozsahu. V prípade lekárskeho masiek treba spomenúť jednorazové polyméry, ako je polypropylén, polyuretán, polyakrylonitril, polystyrén, polykarbonát, polyetylén a polyester [140]. Lekári ORL už dokázali detekovať takéto častice v nosovej sliznici nositeľov masiek so slizničnými reakciami v zmysle reakcie cudzieho telesa s nádchou [96]. V prípade masiek pre komunity sú pravdepodobne k vyššie uvedeným látkam pridané ďalšie látky z textilného priemyslu. Telo sa v rámci reakcie cudzieho telesa pokúsi absorbovať tieto látky prostredníctvom makrofágov a zachytávacích buniek v dýchacích cestách a alveolách, pričom pri neúspešnom pokuse o ich odbúranie môže dôjsť k uvoľneniu toxínu a zodpovedajúcim lokálnym a generalizovaným reakciám [172]. Rozsiahla ochrana dýchania pri trvalom dlhodobom používaní (24/7), prinajmenšom z teoretického hľadiska, tiež potenciálne predstavuje riziko vzniku pľúcnej [47] alebo dokonca generalizovanej poruchy súvisiacej s maskou , ako je už známe z textilní pracovníci chronicky vystavení organickému prachu v treťom svete (byssinóza) [172].

Pre širokú verejnosť je z vedeckého hľadiska potrebné čerpať z dlhoročných znalostí ochrany dýchania v pracovnom lekárstve, aby sa ochránili najmä deti pred škodami spôsobenými necertifikovanými maskami a nesprávnym používaním.

Univerzálna nedefinovaná a rozšírená maska - bez ohľadu na viacnásobné predispozície a náchylnosti - je v rozpore s tvrdením stále dôležitejšej individualizovanej medicíny so zameraním na jedinečné vlastnosti každého jednotlivca [173].

Podľa výsledkov našej kontroly rozsahu je potrebný systematický prehľad na tému masiek. Primárne štúdie často ukázali nedostatky v operacionalizácii, najmä pri hodnotení kognitívnych a neuropsychologických parametrov. V budúcnosti tu budú užitočné počítačové testovacie postupy. Výskum masky by si mal tiež stanoviť budúci cieľ skúmania a definovania podskupín, pre ktoré je používanie ochrany dýchania obzvlášť rizikové.

5. Obmedzenia

Náš prístup so zameraním na negatívne efekty je v súlade s Villalonga-Olivesom a Kawachim [12]. S pomocou takéhoto selektívneho kladenia otázok v zmysle dialektiky je možné získať nové poznatky, ktoré by inak mohli zostať skryté. Naše vyhľadávanie literatúry sa zameralo na nepriaznivé negatívne účinky masiek, najmä s cieľom poukázať na riziká obzvlášť pre určité skupiny pacientov. Publikácie predstavujúce iba pozitívne účinky masiek preto neboli v tomto prehľade brané do úvahy.

Pri zostavovaní štúdií s neškodnými výsledkami pri použití masiek je preto potrebné odkázať na recenzie s iným cieľom výskumu, pričom je potrebné venovať pozornosť tamojšiemu možnému konfliktu záujmov. Niektoré nami vylúčené štúdie bez negatívnych účinkov ukázali metodologické nedostatky (malé, nejednotné experimentálne skupiny, chýbajúca kontrolná skupina aj bez masiek kvôli obmedzeniam koróny atď.) [174]. Inými slovami, ak neboli v publikáciách popísané žiadne negatívne sprievodné efekty, nemusí to nutne znamenať, že masky majú výlučne pozitívne účinky. Je celkom možné, že negatívne efekty neboli jednoducho uvedené v literatúre a počet negatívnych účinkov môže byť oveľa vyšší, ako naznačuje náš prehľad.

Prehľadávali sme iba jednu databázu, takže počet článkov o negatívnych efektoch masky môže byť vyšší, ako sme uvádzali.

Aby sme mohli ešte rozsiahlejšie popísať charakteristické efekty pre každý typ masky, nemali sme dostatok vedeckých údajov o príslušných špeciálnych prevedeniach masiek. V tejto oblasti je vzhľadom na súčasnú pandemickú situáciu s rozsiahlym povinným maskovaním stále veľká potreba výskumu.

Experimenty hodnotené v tomto článku navyše nemajú vždy jednotné parametre merania a študijné premenné a v závislosti od štúdie berú do úvahy účinkov masiek v pokoji alebo v strese u subjektov s rôznymi zdravotnými podmienkami. **Obrázok 2** preto predstavuje kompromis. Výsledky primárnych štúdií o použití masky čiastočne nepreukázali žiadne prirodzené odchýlky v parametroch, ale často ukázali také jasné korelácie medzi symptómami a fyziologickými zmenami, takže štatistická korelačná analýza nebola vždy potrebná. V 58% štúdií sme zistili štatisticky významnú koreláciu nedostatku kyslíka a únavy ($s < 0,05$). Štatisticky významný korelačný dôkaz pre ostatné parametre bol predtým preukázaný v primárnych štúdiách [21 , 29].

Najbežnejšie používaným ochranným vybavením osobných častíc v prípade pandémie COVID-19 je maska N95 [23]. Vďaka svojim vlastnostiam (lepšia filtračná funkcia, ale väčší odpor dýchacích ciest a väčší objem mŕtveho priestoru ako ostatné masky) je maska N95 schopná zvýrazniť negatívne účinky týchto ochranných prostriedkov jasnejšie ako ostatné (**obrázok 3**). Relatívne časté zvažovanie a hodnotenie masiek N95 v rámci zistených štúdií (30 zo 44 kvantitatívne hodnotených štúdií, 68%) je v rámci našej výskumnej otázky dokonca výhodné. Je však potrebné poznamenať, že komunitné masky predávané na trhu sú stále viac podobné ochranným prostriedkom, ktoré boli lepšie preskúmané vo vedeckých štúdiách, ako sú chirurgické masky a masky N95, pretože mnoho výrobcov a používateľov komunitných masiek sa snaží približovať profesionálny štandard (chirurgická maska, N95/FFP2). Nedávne výsledky štúdií o komunitných maskách naznačujú podobné účinky na respiračnú fyziológiu, aké sú popísané pre lekárske masky: v nedávnej publikácii látkové masky (komunitné masky) tiež vyvolali merateľný nárast oxidu uhličitého P_{tCO_2} u nositeľov počas námahy a v tomto zmysle sa veľmi priblížili chirurgickým maskám [21].

Väčšina štúdií citovaných v našom článku zahŕňala iba krátke obdobia pozorovania a aplikácie (skúmané doby nosenia masky sa pohybovali od 5 minút [26] do 12 hodín [19]. V iba jednej štúdií bola maximálna doba pozorovania odhadovaná na 2 mesiace. bolo zvolené obdobie [37]. Preto môžu byť skutočné negatívne efekty masiek počas dlhšieho obdobia aplikácie výraznejšie, ako sú uvedené v našej práci.

6. Závery

Obhajoba požiadavky na predĺženú masku zostáva na jednej strane prevažne teoretická a je možné ju udržať iba pomocou individuálnych kazuistik, argumentov hodnovernosti založených na modelových výpočtoch a sľubných laboratórnych testov in vitro. Nedávne štúdie o SARS-CoV-2 navyše ukazujú signifikantne nižšiu infekčnosť [175] a významne nižšiu úmrtnosť, ako sa pôvodne predpokladalo,

pretože sa dalo vypočítať, že medián korigovanej miery úmrtnosti na infekcie (IFR) bol 0,10% v lokalitách s nižšia ako priemerná globálna úmrtnosť populácie na COVID-19 [176]. Začiatkom októbra 2020 WHO tiež verejne oznámila, že projekcie ukazujú, že COVID-19 je smrteľný pre približne 0,14% tých, ktorí ochorejú-v porovnaní s 0,10% pre endemickú chrípku-opäť číslo oveľa nižšie, ako sa očakávalo [177].

Na druhej strane sú klinicky relevantné vedľajšie účinky masiek.

V našej práci sme sa zamerali výlučne na nežiaduce a negatívne vedľajšie účinky, ktoré môžu masky vytvárať. Validné významné dôkazy o kombinovaných zmenách súvisiacich s maskou boli objektivizované ($p < 0,05$, $n \geq 50\%$) a v príslušných štúdiách sme zistili zoskupený a spoločný výskyt rôznych nepriaznivých účinkov s výrazne meranými účinkami (**obrázok 2**). Dokázali sme preukázať štatisticky významnú koreláciu pozorovaného nepriaznivého účinku hypoxie a symptómu únavy s $p < 0,05$ v kvantitatívnom hodnotení primárnych štúdií. Naš prehľad literatúry ukazuje, že u zdravých aj chorých ľudí sa môže vyskytnúť syndróm vyčerpanosti maskou (MIES), s typickými zmenami a príznakmi, ktoré sa často pozorujú v kombinácii, ako je zvýšenie objemu mŕtveho priestoru dýchania [22 , 24 , 58 , 59], zvýšenie dýchacieho odporu [31 , 35 , 60 , 61], zvýšenie oxidu uhličitého v krvi [13 , 15 , 17 , 19 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 , 35], zníženie saturácie krvi kyslíkom [18 , 19 , 21 , 23 , 28 , 29 , 30 , 31 , 32 , 33 , 34], zvýšenie srdcovej frekvencie [23 , 29 , 30 , 35], zvýšenie krvného tlaku [25 , 35], zníženie kardiopulmonálnej kapacity [31], zvýšenie dychovej frekvencie [15 , 21 , 23 , 34 , 36], dýchavičnosť a ťažkosti s dýchaním [15 , 17 , 19 , 21 , 23 , 25 , 29 , 31 , 34 , 35 , 60 , 71 , 85 , 101 , 133], bolesť hlavy [19 , 27 , 29 , 37 , 66 , 67 , 68 , 71 , 83], závraty [23 , 29], pocit tepla a chladu [17 , 22 , 29 , 31 , 35 , 44 , 71 , 85 , 133], znížená schopnosť koncentrácie [29], znížená schopnosť myslenie [36 , 37], ospalosť [19 , 29 , 32 , 36 , 37], zníženie vnímania empatie [99], zhoršená funkcia bariéry pokožky [37 , 72 , 73] so svrbením [31 , 35 , 67 , 71 , 72 , 73 , 91 , 92 , 93], akné, kožné lézie a podráždenie [37 , 72 , 73], celkovo vnímaná únava a vyčerpanie [15 , 19 , 21 , 29 , 31 , 32 , 34 , 35 , 69] (**Obrázok 2** , **obrázok 3** a **obrázok 4**).

Nosenie rúšok nespôsobuje konzistentne klinické odchýlky od normy fyziologických parametrov, ale podľa vedeckej literatúry sa dá očakávať dlhodobý patologický dôsledok s klinickým významom v dôsledku dlhodobiejšieho účinku s podprahovým vplyvom a výrazným posunom v patologický smer. Na zmeny, ktoré neprekračujú normálne hodnoty, ale sú trvalo sa opakujúce, ako napríklad zvýšenie oxidu uhličitého v krvi [38 , 160], zvýšenie srdcovej frekvencie [55] alebo zvýšenie dychovej frekvencie [56 , 57], ktoré majú boli zdokumentované s maskou [13 , 15 , 17 , 19 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 , 34 , 35] (**obrázok 2**), dlhodobá tvorba vysokého krvného tlaku [25 , 35], artériosklerózy a koronárnej choroby srdca a neurologických chorôb je vedecky zrejmy [38 , 55 , 56 , 57 , 160]. Tento princíp patogenetického poškodenia s chronickou expozíciou nízkym dávkam s dlhodobým účinkom, ktorý vedie k chorobe alebo podmienkam relevantným pre chorobu, bol už podrobne študovaný a popísaný v mnohých oblastiach environmentálnej medicíny [38 , 46 , 47 , 48 , 49 , 50 , 51 , 52 , 53 , 54]. Predĺžené nosenie masky by podľa skutočností a korelácií, ktoré sme zistili, mohlo spôsobiť chronickú reakciu sympatického stresu vyvolanú modifikáciami krvného plynu a kontrolovanú mozgovými centrami. To následne vyvoláva a spúšťa oslabenie imunity a metabolický syndróm s kardiovaskulárnymi a neurologickými ochoreniami.

V recenzovanej literatúre o maskách sme nenašli len dôkazy o potenciálnych dlhodobých účinkoch, ale aj dôkazy o zvýšení priamych krátkodobých účinkov so predĺžením času nosenia masky z hľadiska kumulatívnych účinkov na: zadržiavanie oxidu uhličitého, ospalosť, bolesť hlavy, pocit vyčerpania,

podráždenie pokožky (začervenanie, svrbenie) a mikrobiologická kontaminácia (kolonizácia zárodkami) [[19](#) , [22](#) , [37](#) , [66](#) , [68](#) , [69](#) , [89](#) , [91](#) , [92](#)].

Celkovo presná frekvencia opísanej konštelácie symptómov MIES v populácii používajúcej masku zostáva nejasná a nemožno ju odhadnúť z dôvodu nedostatočných údajov.

Účinky poklesu kyslíka v krvnom plyne a zvýšenia obsahu oxidu uhličitého teoreticky zasahujú masky do bunkovej úrovne s indukciou transkripčného faktora HIF (faktor vyvolaný hypoxiou) a so zvýšenými účinkami na zápal a rakovinu [[160](#)] a môžu , majú teda tiež negatívny vplyv na už existujúce klinické obrázky.

V každom prípade, MIES potenciálne vyvolané maskami ([obrázok 3](#) a [obrázok 4](#)) je v kontraste k definícii zdravia WHO: „zdravie je stav úplnej telesnej, duševnej a sociálnej pohody, a nie iba neprítomnosť choroby alebo slabosti. “ [[178](#)].

Všetky vedecké fakty nájdené v našej práci rozširujú vedomostnú základňu o diferencovaný pohľad na diskusiu o maskách. Tento zisk môže byť relevantný pre osoby s rozhodovacou právomocou, ktoré sa musia počas pandémie zaoberať otázkou povinného používania masky počas neustálej kontroly proporcionality, ako aj pre lekárov, ktorí na tomto základe môžu svojim pacientom vhodnejšie poradiť. Pri určitých chorobách je vzhľadom na literatúru uvedenú v tejto štúdii nevyhnutné, aby ošetrojúci lekár zvážil prínosy a riziká súvisiace s povinnosťou rúška. S celkovo prísne vedeckým posúdením sa odporúčanie pre výnimku z masky môže stať odôvodniteľným v rámci lekárskeho posudku ([obrázok 5](#)).

Obrázok 5. Ochorenia/predispozície s významným rizikom, podľa zistenej literatúry, pri použití masiek. Indikácie na zváženie osvedčení o výnimke z lekárskeho masiek.

Lekári by mali okrem ochrany zdravia svojich pacientov vychádzať aj z hlavného princípu Ženevskej deklarácie z roku 1948, ktorá bola zrevidovaná v roku 2017. Podľa toho každý lekár sľubuje, že bude na prvom mieste zdravie a dôstojnosť svojho pacienta a že aj pod hrozbou nevyužiť svoje lekárske znalosti na porušovanie ľudských práv a občianskych slobôd [[9](#)]. V rámci týchto zistení preto propagujeme explicitne medicínsky uvážlivý a právne vyhovujúci čin s ohľadom na vedeckú faktickú realitu [[2](#) , [4](#) , [5](#) , [16](#) , [130](#) , [132](#) , [143](#) , [175](#) , [176](#) , [177](#)] proti prevažne predpokladom vedenému tvrdeniu o všeobecnej účinnosti masiek, vždy s prihliadnutím na možné nežiaduce individuálne účinky pre pacienta a príslušného nositeľa masky, a to úplne v súlade so zásadami medicíny založenej na dôkazoch a etickými pokynmi lekára.

Výsledky tohto prehľadu literatúry by mohli pomôcť zahrnúť nosenie rúška do diferenciálnej diagnostickej patofyziologickej príčiny zvažujúcej každého lekára, ak sú prítomné zodpovedajúce symptómy (MIES, [obrázok 4](#)). Lekár tak môže čerpať z počiatočného katalógu sťažností, ktorý môže byť spojený s nosením masky ([obrázok 2](#)), a tiež vylúčiť niektoré choroby zo všeobecnej požiadavky na masku ([obrázok 5](#)).

Pre vedcov perspektíva pokračujúceho používania masky v každodennom živote naznačuje oblasti pre ďalší výskum. Podľa nášho názoru je ďalší výskum obzvlášť žiaduci v gynekologických (fetálnych a embryonálnych) a pediatrických oblastiach, pretože deti sú zraniteľnou skupinou, ktorá by čelila najdlhším, a teda aj najhlbším následkom potenciálne rizikového použitia masky. Za týchto okolností je tiež užitočný základný výskum na bunkovej úrovni týkajúci sa maskou vyvolaného spúšťania transkripčného faktora HIF s potenciálnou podporou imunosupresie a karcinogenity. Náš prehľad rozsahu ukazuje potrebu systematického preskúmania.

Popísané zmeny respiračnej fyziológie súvisiace s maskou môžu mať nepriaznivý vplyv na krvné plyny nositeľa subklinicky a v niektorých prípadoch aj klinicky manifestné, a preto majú negatívny vplyv na základe celého aeróbného života, vonkajšieho a vnútorného dýchania, s vplyvom na najrozmanitejšie orgánové systémy a metabolické procesy s fyzickými, psychickými a sociálnymi dôsledkami pre jednotlivého človeka.

Autor: Adriana Kráľová