

Czy maska, która zakrywa usta i nos jest wolna od niepożądanych skutków ubocznych w codziennym użytkowaniu i wolna od potencjalnych zagrożeń?

Przez

1. **Kai Kisieliński**
2. **Paweł Giboni**
3. **Andreas Prescher**
4. **Bernd Klosterhalfen**
5. **David Graessel**
6. **Stefan Funken**
7. **Oliver Kempfski**
8. **Oliver Hirsch**

8,*

1 aktyka prywatna, 40212 Düsseldorf, Niemcy

2 ywatna praktyka, 22763 Hamburg, Niemcy

3 stytut Anatomii Molekularnej i Komórkowej (MOCA), Wendlingweg 2, 52074 Akwizgran, Niemcy

4 stytut Patologii, Szpital Dueren, Roonstrasse 30, 52351 Dueren, Niemcy

5 stytut Neuronauki i Medycyny, Forschungszentrum Jülich, 52425 Jülich, Niemcy

6 ywatna praktyka, 47803 Krefeld, Niemcy

7 stytut Patofizjologii Neurochirurgicznej, Uniwersyteckie Centrum Medyczne Uniwersytetu Jana Gutenberga w Moguncji Langenbeckstr. 1, 55131 Moguncja, Niemcy

8 ydział Psychologii, FOM University of Applied Sciences, 57078 Siegen, Niemcy

* itor, do którego korespondencja powinna zostać zaadresowana.

Redaktor naukowy: Paul B. Tchounwou

wewn. J. Środowisko. Res. Zdrowie publiczne **2021**, 18 (8), 4344; <https://doi.org/10.3390/ijerph18084344>

Otrzymano: 20 marca 2021 / Poprawiono: 15 kwietnia 2021 / Przyjęto: 16 kwietnia 2021 / Opublikowano: 20 kwietnia 2021 (Ten artykuł należy do sekcji **Zdrowie środowiskowe**) <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/8/4344/htm>

Abstrakcyjny

Wiele krajów wprowadziło wymóg noszenia masek w miejscach publicznych w celu powstrzymania SARS-CoV-2, co stało się powszechne w 2020 r. Do tej pory nie przeprowadzono kompleksowych badań dotyczących negatywnych skutków zdrowotnych, jakie mogą powodować maski. Celem było znalezienie, przetestowanie, ocena i zestawienie naukowo udowodnionych powiązanych skutków ubocznych noszenia masek. Do oceny ilościowej odniesiono się do 44 badań, głównie eksperymentalnych, a do oceny merytorycznej odnaleziono 65 publikacji. Literatura przedmiotu ujawniła istotne negatywne skutki masek w wielu dyscyplinach. W tym artykule odwołujemy się do pogorszenia stanu psychicznego i fizycznego, a także do wielu objawów opisanych z powodu ich spójnego, nawracającego i jednolitego obrazu w różnych dyscyplinach jako zespołu wyczerpania wywołanego maską (MIES). 2 kropli i zmęczenie ($p < 0,05$), klastrowego współwystępowanie czynności układu oddechowego i O 2 kropli (67%), N95 maski i CO 2 wzrost (82%), N95 maski i O 2 kropli (72%), N95 maska i ból głowy (60%), zaburzenia oddychania i wzrost temperatury (88%), ale także wzrost temperatury i wilgoć (100%) pod maskami. **Przedłużone noszenie masek przez populację ogólną może prowadzić do istotnych skutków i konsekwencji w wielu dziedzinach medycyny.**

Słowa kluczowe: środki **ochrony osobistej**; **maski**; **maska na twarz N95**; **maska chirurgiczna**; **ryzyko**; **negatywne skutki**; **długoterminowe negatywne skutki**; **przeciwwskazania**; **ocena ryzyka zdrowotnego**; **hiperkapnia**; **niedotlenienie**; **ból głowy**; **duszność**; **wysiłek fizyczny**; **Zespół MIES**

1. Wstęp

Na początku rozprzestrzeniania się nowego patogenu SARS-CoV-2 konieczne było podejmowanie dalekosiężnych decyzji nawet bez dostępnych jednoznacznych danych naukowych. Wstępne założenie było

takie, że środki nadzwyczajne pandemii zostały wprowadzone w celu skutecznego i szybkiego zmniejszenia poważnego zagrożenia systemu zdrowia publicznego.

W kwietniu 2020 r. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zaleciła stosowanie masek tylko osobom z objawami, chorymi i pracownikami służby zdrowia i nie zaleciła ich powszechnego stosowania.

W czerwcu 2020 r. zmienili to zalecenie na powszechne stosowanie masek np. w zatłoczonych miejscach [1 , 2]. W badaniu metaanalizy zleconym przez WHO (poziom dowódów Ia) noszenie masek nie przyniosło żadnych wyraźnych, naukowo uchwyconych korzyści z umiarkowanych lub mocnych dowodów [3].

Podczas gdy utrzymywanie odległości co najmniej jednego metra dało umiarkowane dowody na rozprzestrzenianie się SARS-CoV-2, w najlepszym razie tylko słabe dowody można było znaleźć dla samych masek w codziennym użyciu (w warunkach niemedyceńskich) [3]. Kolejna metaanaliza przeprowadzona w tym samym roku potwierdziła słabe dowody naukowe dotyczące masek [4].

W związku z tym WHO nie zaleciła ogólnego lub bezkrytycznego stosowania masek dla populacji ogólnej i rozszerzyła swoją listę ryzyka i zagrożeń w ciągu zaledwie dwóch miesięcy. Podczas gdy w wytycznych z kwietnia 2020 r. podkreślono niebezpieczeństwa związane z samozakażaniem, możliwymi trudnościami w oddychaniu i fałszywym poczuciem bezpieczeństwa, w wytycznych z czerwca 2020 r. stwierdzono dodatkowe potencjalne niekorzystne skutki, takie jak ból głowy, rozwój zmian skórnych na twarzy, podrażnienie skóry, trądzik lub zwiększone ryzyko zakażenia w miejscach publicznych z powodu niewłaściwego usuwania masek [1 , 2].

Jednak pod presją rosnącej liczby bezwzględnych pozytywnych testów SARS-CoV-2, wielu lekarzy przepisujących dalej nosiło maskę w zależności od czasu i sytuacji, zawsze uzasadnione chęcią ograniczenia rozprzestrzeniania się wirusa [5]. Media, liczne instytucje i większość społeczeństwa poparły takie podejście.

Wśród profesji medycznej i naukowców, użytkowników i obserwatorów urządzeń medycznych pojawiały się jednocześnie postulaty bardziej zniuansowanego podejścia [6 , 7 , 8]. Choć na całym świecie toczyła się kontrowersyjna dyskusja naukowa na temat korzyści i zagrożeń związanych z maskami w przestrzeni publicznej, stały się one jednocześnie nowym społecznym wyglądem w wielu krajach.

Choć wydaje się, że wśród decydentów, którzy wprowadzili obowiązkowe maski, panuje zgoda co do tego, że zwolnienia medyczne są uzasadnione, ostatecznie to poszczególni klinicyści są odpowiedzialni za rozważenie, kiedy zalecić zwolnienie z obowiązkowych masek. Lekarze znajdują się w konflikcie interesów w tej sprawie. Z jednej strony lekarze odgrywają wiodącą rolę we wspieraniu władz w walce z pandemią. Z drugiej strony, lekarze muszą, zgodnie z etosem medycznej, ochrony interesów, dobra i praw osób trzecich swojego pacjenta z należytą starannością i zgodnie z uznanym stanem wiedzy medycznej [9 , 10 , 11].

Dokładna analiza ryzyka i korzyści staje się coraz bardziej istotna dla pacjentów i ich lekarzy w odniesieniu do potencjalnych długoterminowych skutków masek. Brak wiedzy o legitymacji prawnej z jednej strony i medyczno-naukowych faktach z drugiej jest powodem niepewności wśród aktywnych klinicznie kolegów.

Celem tego artykułu jest przedstawienie pierwszej, szybkiej, naukowej prezentacji zagrożeń związanych z ogólnym obowiązkowym stosowaniem masek poprzez skupienie się na możliwych niekorzystnych skutkach medycznych masek, zwłaszcza w określonych grupach diagnostycznych, pacjentów i użytkowników.

2. Materiały i metody

Celem było poszukiwanie udokumentowanych skutków ubocznych i zagrożeń związanych z różnymi rodzajami masek zakrywających usta i nos. Interesujące były tu z jednej strony gotowe i własnoręcznie wykonane maski tkaninowe, w tym tzw. maski wspólnotowe, a z drugiej maski medyczne, chirurgiczne i N95 (maski FFP2).

Nasze podejście polegające na ograniczaniu uwagi do negatywnych skutków wydaje się na pierwszy rzut oka zaskakujące. Jednak takie podejście pomaga dostarczyć nam więcej informacji. Ta metodologia jest zgodna ze strategią Villalonga-Olives i Kawachi, którzy również przeprowadzili przegląd wyłącznie na temat negatywnych skutków [12].

Do analizy piśmiennictwa zdefiniowaliśmy ryzyko ochrony usta-nos jako opis objawów lub negatywnych skutków masek. Kryterium to spełniają również recenzje i prezentacje eksperckie, z których nie udało się wydobyć mierzalnych wartości, ale które jasno przedstawiają sytuację badawczą i opisują negatywne skutki.

Dodatkowo, wymierny negatywny wpływ masek zdefiniowaliśmy jako prezentację zmierzonej, statystycznie istotnej zmiany parametru fizjologicznego w kierunku patologicznym ($p < 0,05$), statystycznie istotne wykrycie objawów ($p < 0,05$) lub wystąpienie objawy u co najmniej 50% badanych w próbie ($n \geq 50\%$).

Do 31 października 2020 r. włącznie przeprowadziliśmy przeszukiwanie bazy danych PubMed/MEDLINE na temat badań naukowych i publikacji dotyczących działań niepożądanych i zagrożeń związanych z różnymi typami masek zakrywających usta i nos, zgodnie z wymienionymi powyżej kryteriami (patrz **Ryc. 1**: Przejrzyj schemat blokowy). Wyszukiwane terminy to „maski na twarz”, „maska chirurgiczna” i „N95” w połączeniu z terminami „ryzyko” i „skutki niepożądane” oraz „skutki uboczne”. Kryteria wyboru artykułów oparto na naszej powyższej definicji ryzyka i niepożądanego wpływu masek. Uwzględniono głównie publikacje anglojęzyczne i

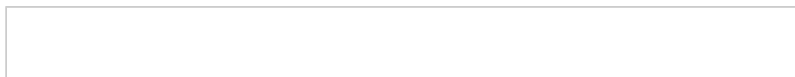
niemieckojęzyczne o poziomach dowodów od I do III zgodnie z zaleceniami Agencji ds. Badań i Jakości w Opiece Zdrowotnej (AHQR), które nie były starsze niż 20 lat w momencie przeglądu. W ocenie wykluczono również dowody poziomu IV, takie jak opisy przypadków i nieistotne listy do redakcji, które zawierają wyłącznie opinie bez dowodów naukowych.



Rysunek 1. Schemat przeglądu scopingu według schematu PRISMA.

Po wykluczeniu 1113 prac, które nie miały związku z pytaniem badawczym i nie spełniały wymienionych kryteriów (wymierne, negatywne skutki masek, opis objawów lub negatywne skutki masek), do oceny w tym kontekście znaleziono łącznie 109 odpowiednich publikacji. naszego przeglądu zakresu (patrz **Rysunek 1** : Schemat blokowy).

Sześćdziesiąt pięć odpowiednich publikacji dotyczących masek uznano za mieszczące się w zakresie oceny merytorycznej. Obejmowały one 14 przeglądów i 2 metaanalizy z badań pierwotnych. Do oceny ilościowej kwalifikowały się 44 prezentacje negatywnych skutków z lat 2004-2020. Trzydzieści jeden z tych badań miało charakter eksperymentalny (70%), a 13 badań było badaniami zbierającymi dane w sensie prostych badań obserwacyjnych, zwłaszcza w dziedzinie dermatologicznej (30%). Obserwowane parametry badania i istotne wyniki z tych 44 publikacji ($p < 0,05$ lub $n \geq 50\%$) zestawiono na ogólnym obrazie (**ryc. 2**). Na podstawie tych danych przeprowadzono analizę korelacji zaobserwowanych efektów maski. Obejmowało to obliczenie korelacji zarejestrowanych objawów i zmian fizjologicznych (dla nominalnie skalowanych zmiennych dychotomicznych według Fishera przy użyciu R, R Foundation for Statistical Computing, Wiedeń, Austria, wersja 4.0.2).



Rysunek 2. Przegląd obejmujący wszystkie 44 rozważane badania z ilościowymi, znaczącymi działaniami niepożądanymi masek (czarne kropki i czarne prostokąty). Nie wszystkie badania dotyczyły każdego wymienionego parametru, ponieważ pytania ukierunkowane lub tematyczne często znajdowały się na pierwszym planie. Szare pola odpowiadają brakowi pokrycia w badaniach podstawowych, białe pola reprezentują zmierzone efekty. Znaleźliśmy często kombinację istotnych parametrów chemicznych, fizycznych, fizjologicznych i dolegliwości. Senność podsumowuje objawy wszelkich jakościowych deficytów neurologicznych opisanych w badanej literaturze naukowej.

Ponadto konsultowano kolejne 64 publikacje o sąsiednim zakresie tematów w związku ze stwierdzonymi efektami masek. Były to deklaracje, wytyczne i zasady prawne. Aby poszerzyć ilość danych do dyskusji, postępowaliśmy zgodnie z „zasadą kuli śnieżnej”, odnajdując w bibliografii cytowania wybranych artykułów i umieszczając je tam, gdzie było to właściwe.

Ponieważ wnioski z przedstawionych do dyskusji tematów były w nieoczekiwanym stopniu merytoryczne, postanowiliśmy podzielić wyniki ze względu na dziedziny medycyny. Oczywiście poszczególne pola nakładają się na siebie, co szczegółowo podkreślamy.

3. Wyniki

Do oceny czysto merytorycznej zakwalifikowano łącznie 65 artykułów naukowych dotyczących masek. Obejmowały one 14 recenzji i dwie metaanalizy.

Spośród ocenianych matematycznie, przełomowych 44 artykułów ze znaczącymi negatywnymi efektami maski ($p < 0,05$ lub $n \geq 50\%$), 22 opublikowano w 2020 r. (50%), a 22 zostały opublikowane przed pandemią COVID-19. Spośród tych 44 publikacji 31 (70%) miało charakter eksperymentalny, a pozostałe to badania obserwacyjne (30%). Większość omawianych publikacji była anglojęzyczna (98%). Trzydzieści prac dotyczyło masek chirurgicznych (68%), 30 publikacji dotyczących masek N95 (68%), a tylko 10 badań dotyczyło masek tkaninowych (23%).

Pomimo różnic między badaniami pierwotnymi, byliśmy w stanie wykazać statystycznie istotną korelację w analizie ilościowej między negatywnymi skutkami ubocznymi ubytku tlenu we krwi a zmęczeniem u osób noszących maskę z $p = 0,0454$.

Ponadto, w badaniach pierwotnych stwierdziliśmy matematycznie pogrupowane występowanie statystycznie istotnych potwierdzonych efektów masek ($p < 0,05$ i $n \geq 50\%$), jak pokazano na **rycinie 2**. W dziewięciu z 11 prac naukowych (82%) stwierdziliśmy łączny początek ochrony dróg oddechowych N95 i wzrost poziomu dwutlenku węgla podczas noszenia maski. W sześciu z dziewięciu odpowiednich badań (67%) uzyskaliśmy podobny wynik dla zmniejszenia saturacji tlenem i upośledzenia oddychania, z równoczesnymi dowodami. Maski N95 były związane z bólami głowy w sześciu z 10 badań (60%). W przypadku pozbawienia tlenu pod wpływem środków ochrony dróg oddechowych N95, stwierdziliśmy częste występowanie w ośmiu z 11 badań pierwotnych (72%). Wzrost temperatury skóry pod maskami był związany ze zmęczeniem w 50% (w

trzech z sześciu badań podstawowych). W siedmiu z ośmiu badań (88%) stwierdzono podwójne występowanie wzrostu temperatury parametru fizycznego i upośledzenia oddychania. **Figura 2**).

Przegląd piśmiennictwa potwierdza, że istotne, niepożądane zjawiska medyczne, narządowe i narządowe związane z noszeniem masek występują w dziedzinie medycyny wewnętrznej (co najmniej 11 publikacji, **rozdział 3.2**). Lista obejmuje neurologię (7 publikacji, **punkt 3.3**), psychologię (ponad 10 publikacji, **punkt 3.4**), psychiatrię (trzy publikacje, **punkt 3.5**), ginekologię (trzy publikacje, **punkt 3.6**), dermatologię (co najmniej 10 publikacji, **punkt 3.7**), laryngologię (cztery publikacje, **rozdział 3.8**), stomatologię (jedna publikacja, **rozdział 3.8**), medycynę sportową (cztery publikacje, **rozdział 3.9**), socjologię (ponad pięć publikacji, **punkt 3.10**), medycynę pracy (ponad 14 publikacji, **punkt 3.11**), mikrobiologię (co najmniej cztery publikacje, **punkt 3.12**), epidemiologię (ponad 16 publikacji, **punkt 3.13**) i pediatrię (cztery publikacje, **rozdział 3.14**) oraz medycynę środowiskową (cztery publikacje, **rozdział 3.15**).

Przedstawimy ogólne efekty fizjologiczne jako podstawę dla wszystkich dyscyplin. Następnie zostanie przedstawiony opis wyników z różnych dziedzin medycyny, a ostatni paragraf zostanie zamknięty na temat pediatrii.

3.1. Ogólne skutki fizjologiczne i patofizjologiczne dla użytkownika

Już w 2005 roku rozprawa eksperymentalna (randomizowane badanie krzyżowe) wykazała, że noszenie masek chirurgicznych przez zdrowy personel medyczny (15 osób w wieku 18–40 lat) prowadzi do wymiernych efektów fizycznych z podwyższonymi przezskórnymi wartościami dwutlenku węgla po 30 minutach [13]. W artykule omówiono rolę objętości martwej przestrzeni i retencji CO₂ jako przyczyny istotnej zmiany ($p < 0,05$) w gazometrii na drodze do nadal mieszczącej się w granicach hiperkapnii. Maski rozszerzają naturalną martwą przestrzeń (nos, gardło, tchawica, oskrzela) na zewnątrz oraz poza usta i nos.

Eksperymentalny wzrost objętości przestrzeni martwej podczas oddychania zwiększa retencję dwutlenku węgla (CO₂) w spoczynku i podczas wysiłku oraz odpowiednio ciśnienie parcjale dwutlenku węgla pCO₂ we krwi ($p < 0,05$) [14].

Oprócz zajęcia się zwiększonym ponownym wdychaniem dwutlenku węgla (CO₂) z powodu martwej przestrzeni, naukowcy dyskutują również o **wpływie zwiększonych oporów oddychania podczas używania masek [15 , 16 , 17]**.

Według danych naukowych, osoby noszące maskę jako całość wykazują uderzającą częstotliwość typowych, mierzalnych zmian fizjologicznych związanych z maskami.

W niedawnym badaniu interwencji przeprowadzonych na ośmiu pacjentów, pomiary zawartości gazu dla tlenu (mierzona w O₂ % objętościowych), dwutlenek węgla (mierzonej w CO₂ ppm) w odniesieniu do powietrza **pod maskę wykazywały mniejszą dostępność tlenu, nawet w spoczynku niż bez maski**. Analizator gazu Multi-Rae był używany do pomiarów (RaeSystems®) (Sunnyvale, Kalifornia Kalifornia, Stany Zjednoczone). W czasie badań urządzenie było najbardziej zaawansowanym przenośnym wielowariantowym analizatorem gazów w czasie rzeczywistym. Wykorzystywany jest również w ratownictwie medycznym i ratownictwie operacyjnym. Bezwzględne stężenie tlenu (O₂ Vol%) w powietrzu pod maskami było istotnie niższe (minus 12,4 Vol% O₂ w wartościach bezwzględnych, statystycznie istotne przyp $< 0,001$) przy 18,3% w porównaniu do 20,9% stężenia powietrza w pomieszczeniu. Jednocześnie zmierzono krytyczną dla zdrowia wartość stężenia dwutlenku węgla (CO₂ Vol%) 30-krotnie wyższą w porównaniu z normalnym powietrzem w pomieszczeniu (ppm z maską vs. 464 ppm bez maski, istotna statystycznie przy $p < 0,001$) [18].

Zjawiska te są odpowiedzialne z jednej strony za statystycznie **istotny wzrost zawartości dwutlenku węgla (CO₂) we krwi osób noszących maskę [19 , 20]** mierzony przezskórnie poprzez podwyższoną wartość Ptc CO₂ [15 , 17 , 19 , 21 , 22] z drugiej strony poprzez końcowowdechowe ciśnienie parcjale dwutlenku węgla (PETCO₂) [23 , 24] lub odpowiednio ciśnienie parcjale dwutlenku węgla (PaCO₂) [25].

Oprócz wzrostu poziomu dwutlenku węgla (CO₂) we krwi użytkownika ($p < 0,05$) [13, 15, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28], kolejna konsekwencja masek, co często zostało udowodnione eksperymentalnie, to statystycznie istotny spadek wysycenia krwi tlenem (SpO₂) ($p < 0,05$) [18 , 19 , 21 , 23 , 29 , 30 , 31 , 32 , 33 , 34]. Spadek ciśnienia parcjale tlenu we krwi (PaO₂) z towarzyszącym wzrostem częstości akcji serca ($p < 0,05$) [15 , 23 , 29 , 30 , 34] oraz wzrostem częstości oddechów ($p < 0,05$) [15 , 21 , 23 , 35 , 36] zostały udowodnione.

Statystycznie istotny, mierzalny wzrost częstości tętna ($p < 0,05$) i spadek saturacji tlenem SpO₂ po pierwszej ($p < 0,01$) i drugiej godzinie ($p < 0,0001$) pod jednorazową maską (maską chirurgiczną) odnotowali naukowcy w maskowe badanie interwencyjne, które przeprowadzili na 53 zatrudnionych neurochirurgach [30].

W innym badaniu eksperymentalnym (badanie porównawcze), **maski chirurgiczne i N95 spowodowały znaczny wzrost częstości akcji serca ($p < 0,01$) oraz odpowiadające mu uczucie wyczerpania ($p < 0,05$). Tym objawom towarzyszyło uczucie gorąca ($p < 0,0001$) i swędzenia ($p < 0,01$) z powodu wnikania wilgoci przez maseczki ($p < 0,0001$) u 10 zdrowych ochotników obu płci już po 90 minutach aktywności fizycznej [35].** Przenikanie wilgoci określono za pomocą czujników, oceniając dzienniki (SCXI-1461, National Instruments, Austin, TX, USA).

Zjawiska te zostały odtworzone w innym eksperymencie na 20 zdrowych osobach noszących maski chirurgiczne. U zamaskowanych osób stwierdzono statystycznie istotny wzrost częstości akcji serca ($p < 0,001$) i częstości oddechów ($p < 0,02$) przy istotnym mierzalnym wzroście przezskórnego dwutlenku węgla $PtcCO_2$ ($p < 0,0006$). Skarżyli się również na trudności w oddychaniu podczas ćwiczeń [15].

Zwiększone ponowne oddychanie dwutlenkiem węgla (CO_2) z powiększonej objętości martwej przestrzeni u osób noszących maskę może powodować refleksyjnie zwiększoną aktywność oddechową wraz ze zwiększoną pracą mięśni, a także wynikającym z tego dodatkowym zapotrzebowaniem na tlen i zużyciem tlenu [17]. Jest to reakcja na zmiany patologiczne w sensie efektu adaptacyjnego. Spadek saturacji krwi tlenem (SpO_2) [30] lub ciśnienia parcjalnego tlenu we krwi (PaO_2) [34] wywołany maską może z kolei dodatkowo nasilać subiektywne dolegliwości ze strony klatki piersiowej [25 , 34].

Udokumentowane wywołane maską zmiany w gazometrii krwi w kierunku hiperkapnii (podwyższony poziom dwutlenku węgla/ CO_2 we krwi) i hipoksji (obniżony poziom tlenu/ O_2 we krwi) mogą skutkować dodatkowymi нефizycznymi efektami, takimi jak splątanie, zmniejszona zdolność myślenia i dezorientacja [23 , 36 , 37 , 38 , 39], w tym ogólne upośledzenie zdolności poznawczych i zmniejszenie zdolności psychomotorycznych [19 , 32 , 38 , 39 , 40 , 41]. Podkreśla to znaczenie zmian parametrów gazometrii krwi (O_2 i CO_2) jako przyczyna istotnych klinicznie skutków psychologicznych i neurologicznych. Powyższe parametry i efekty (saturacja tlenem, zawartość dwutlenku węgla, zdolności poznawcze) mierzono w badaniu na czujnikach saturacji (Semi-Tec AG, Therwil, Szwajcaria) przy użyciu skali Borg Rating Scale, Frank Scale, Roberge Respirator Comfort Scale oraz Roberge Skala subiektywnych objawów w trakcie pracy, a także skala Likerta [19]. W drugim badaniu głównym do pomiaru poziomu dwutlenku węgla, tętna i zdolności poznawczych zastosowano konwencjonalne EKG, kapnografię i kwestionariusze objawów [23]. Inne dane fizjologiczne zbierano za pomocą pulsoksymetrów (Allegiance, MCGaw, USA), dolegliwości subiektywne oceniano za pomocą 5-punktowej skali Likerta, a prędkość motoryczną rejestrowano za pomocą przetworników położenia liniowego (Tendo-Fitrodyne, Sport Machins, Trencin, Słowacja). [32]. Niektórzy badacze wykorzystywali standaryzowane, anonimowe kwestionariusze do zbierania danych na temat subiektywnych skarg związanych z maskami [37].

W warunkach eksperymentalnych z różnymi typami masek (powszechna, chirurgiczna, N95) znaczny wzrost częstości akcji serca ($p < 0,04$), spadek nasycenia tlenem SpO_2 ($p < 0,05$) wraz ze wzrostem temperatury skóry pod maską (twarz) i trudności w oddychaniu ($p < 0,002$) odnotowano u 12 zdrowych młodych osób (studentów). Ponadto badacze zaobserwowali zawroty głowy ($p < 0,03$), apatię ($p < 0,05$), zaburzenia myślenia ($p < 0,03$) oraz problemy z koncentracją ($p < 0,02$), które również były istotne statystycznie w przypadku noszenia masek [29].

Według innych badaczy i ich publikacji, maski zakłócają również regulację temperatury, zaburzają pole widzenia oraz komunikację niewerbalną i werbalną [15 , 17 , 19 , 36 , 37 , 42 , 43 , 44 , 45].

Wyżej wymienione mierzalne i jakościowe efekty fizjologiczne masek mogą mieć implikacje w różnych dziedzinach medycyny.

Z patologii wiadomo, że nie tylko bodźce ponadprogowe przekraczające normy mają konsekwencje chorobowe. **Bodźce podprogowe mogą również powodować zmiany patologiczne**, jeśli czas ekspozycji jest wystarczająco długi. Przykładem może być najmniejsze zanieczyszczenie powietrza siarkowodorem powodujące problemy z oddychaniem (podrażnienie gardła, kaszel, zmniejszona absorpcja tlenu) i choroby neurologiczne (ból głowy, zawroty głowy) [46]. Ponadto podprogowa, ale przedłużona ekspozycja na tlenki azotu i cząstki stałe wiąże się ze zwiększonym ryzykiem astmy, hospitalizacji i wyższą śmiertelnością ogólną [47 , 48]. Niskie stężenia pestycydów wiążą się również z istotnymi dla choroby konsekwencjami dla ludzi, takimi jak mutacje, rozwój raka i zaburzenia neurologiczne [49]. Podobnie, przewlekłe podprogowe spożycie arsenu wiąże się ze zwiększonym ryzykiem raka [50], podprogowe spożycie kadmu z promocją niewydolności serca [51], podprogowe spożycie ołowiu wiąże się z nadciśnieniem, zaburzeniami metabolizmu nerek i zaburzeniami poznawczymi [52] lub podprogowe spożycie rtęci z niedoborem odporności i zaburzeniami neurologicznymi [53]. Wiadomo również, że podprogowa ekspozycja na promieniowanie UV przez długi czas powoduje działanie rakotwórcze promujące mutacje (zwłaszcza raka białej skóry) [54].

Niekorzystne zmiany wywołane maską są na pierwszy rzut oka stosunkowo niewielkie, ale wielokrotna ekspozycja przez dłuższy czas zgodnie z wyżej wymienioną zasadą patogenetyczną jest istotna. **Należy się spodziewać długotrwałych, istotnych dla choroby konsekwencji masek**. O ile statystycznie istotne wyniki uzyskane w badaniach z matematycznie namacalnymi różnicami między użytkownikami masek a osobami bez masek są istotne klinicznie. Wskazują one, że przy odpowiednio powtarzanej i długotrwałej ekspozycji na warunki fizyczne, chemiczne, biologiczne, fizjologiczne i psychologiczne, z których niektóre są podprogowe, ale które są znacznie przesunięte w kierunku obszarów patologicznych, mogą wystąpić zmiany zmniejszające zdrowie i obrazy kliniczne, takie jak **wysokie ciśnienie krwi i miażdżyca, w tym choroba wieńcowa serca (zespół metaboliczny) oraz choroby neurologiczne**. W przypadku niewielkich wzrostów dwutlenku węgla we wdychanym powietrzu udowodniono, że ten sprzyjający chorobom efekt

powoduje bóle głowy, podrażnienie dróg oddechowych aż do astmy, a także wzrost ciśnienia krwi i częstości akcji serca z uszkodzeniem naczyń i wreszcie, konsekwencje neuropatologiczne i sercowo-naczyniowe [38]. Nawet nieznaczne, ale uporczywie podwyższone tętno sprzyja stresowi oksydacyjnemu z dysfunkcją śródbłonna poprzez nasilenie przekazników zapalnych, a wreszcie udowodniono stymulację miażdżycy naczyń krwionośnych [55]. Podobny efekt w przypadku stymulacji wysokiego ciśnienia krwi, **dysfunkcji serca i uszkodzenia naczyń krwionośnych zaopatrujących mózg** sugeruje się przy nieznacznym zwiększeniu częstości oddychania przez dłuższy czas [56, 57]. Za wspomniane zmiany fizjologiczne ze wzrostem wdychanego dwutlenku węgla odpowiedzialne są maski [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28], małe przedłużonym wzrost częstości akcji serca [15, 23, 29, 30, 35] i łagodny, ale utrzymujących wzrost stóp oddechowych [15, 21, 23, 34, 36].

W celu lepszego zrozumienia skutków ubocznych i niebezpieczeństw związanych z maskami przedstawionymi w tym przeglądzie literatury, można odwołać się do dobrze znanych zasad fizjologii układu oddechowego (Figura 3).



Rysunek 3. Patofizjologia maski (ważne efekty fizyczne i chemiczne): Ilustracja oporu oddychania* i objętości przestrzeni martwej maski N95 u osoby dorosłej. Podczas oddychania istnieje ogólnie znacznie zmniejszona możliwa objętość wymiany gazowej w płucach o minus 37% spowodowana przez maskę (Lee 2011) [60] zgodnie ze zmniejszeniem głębokości i objętości oddychania ze względu na większy opór oddechowy o plus 128%* (wysiłek przy wdechu większy niż przy wydechu) oraz dzięki zwiększonej objętości przestrzeni martwej o plus 80%, która nie uczestniczy bezpośrednio w wymianie gazowej i jest tylko częściowo mieszana z otoczeniem. (* = uśredniony wdech i wydech według Lee 2011 [60] z uwzględnieniem przenikania wilgoci według Roberge 2010 [61], ** = wartości uśrednione według Xu 2015 [59]).

Średnia objętość martwej przestrzeni podczas oddychania u dorosłych wynosi około 150–180 ml i jest znacznie zwiększona w przypadku noszenia maski zakrywającej usta i nos [58]. Na przykład przy użyciu maski N95 w badaniu eksperymentalnym określono objętość martwej przestrzeni około 98–168 ml [59]. Odpowiada to związanemu z maską wzrostowi przestrzeni martwej o około 65 do 112% u dorosłych, a zatem prawie podwojeniu. Przy częstości oddechów 12 na minutę, oddech wahałoby się co najmniej 2,9–3,8 l na minutę. Dlatego martwa przestrzeń gromadzona przez maskę powoduje względną redukcję objętości wymiany gazowej dostępnej dla płuc na oddech o 37% [60]. Tłumaczy to w dużej mierze zgłaszane w naszej pracy upośledzenie fizjologii oddechu i wynikające z tego skutki uboczne wszelkiego rodzaju masek w codziennym stosowaniu u osób zdrowych i chorych (wzrost częstości oddechów, wzrost częstości akcji serca, spadek nasycenia tlenem, wzrost dwutlenku węgla ciśnienie parcjale, zmęczenie, bóle głowy, zawroty głowy, zaburzenia myślenia itp.) [36, 58].

Oprócz efektu oddychania zwiększoną objętością martwej przestrzeni, wyjątkowe znaczenie ma również opór oddechowy związany z maską (Rysunek 3) [23, 36].

Eksperymenty wykazały wzrost oporu dróg oddechowych o niezwykle 126% przy wdechu i 122% przy wydechu z maską N95 [60]. Badania eksperymentalne wykazały również, że nawilżanie maski (N95) zwiększa opór oddechowy o kolejne 3% [61] i może w ten sposób zwiększyć opór dróg oddechowych nawet 2,3 razy w stosunku do normalnej wartości.

To wyraźnie pokazuje, jak ważny jest opór dróg oddechowych maski. **Maska działa tu jako czynnik zaburzający oddychanie i uprawdopodobnia obserwowane reakcje kompensacyjne ze wzrostem częstotliwości oddychania i równoczesnym uczuciem duszności (zwiększona praca mięśni oddechowych).** To dodatkowe obciążenie spowodowane wzmożoną pracą oddechową przy większych oporach powodowanych przez maski prowadzi również do wzmożonego zmęczenia ze wzrostem tętna i zwiększoną produkcją CO₂. Odpowiednio, w naszym przeglądzie badań nad skutkami ubocznymi masek (Figura 2), znaleźliśmy również procent skupień znaczących zaburzeń oddechowych i znaczny spadek nasycenia tlenem (w około 75% wszystkich wyników badań).

W ocenie prac pierwotnych określiliśmy również statystycznie istotną korelację spadku nasycenia tlenem (SpO₂) i zmęczenia z częstym występowaniem w 58% badań z użyciem masek z istotnymi wynikami (Rysunek 2, $p < 0,05$).

3.2. Internistyczne skutki uboczne i zagrożenia

Już w 2012 roku eksperyment wykazał, że chodzenie u 20 zamaskowanych osób w porównaniu z identyczną aktywnością bez masek znacznie zwiększyło częstość akcji serca (średnio +9,4 uderzeń na minutę, $p < 0,001$) i częstość oddechów ($p < 0,02$). Tym zmianom fizjologicznym towarzyszył znacząco mierzalny przezskórnie wzrost przezskórnego stężenia dwutlenku węgla (PtcCO₂) ($p < 0,0006$) oraz trudności z oddychaniem u osób noszących maskę w porównaniu z grupą kontrolną [15].

W niedawnym eksperymentalnym badaniu porównawczym z 2020 r., 12 zdrowych ochotników pod maskami chirurgicznymi, a także pod maskami N95 doświadczyło mierzalnych upośledzeń w mierzonych parametrach

czynności płuc, a także wydolności sercowo-płucnej (niższa maksymalna odpowiedź mleczanowa krwi) podczas umiarkowanego do ciężkiego wysiłku fizycznego w porównaniu z wysiłkiem bez masek ($p < 0,001$) [31]. Wywołany maską zwiększony opór dróg oddechowych doprowadził do zwiększonej pracy oddechowej ze zwiększonym zużyciem i zapotrzebowaniem tlenu, zarówno mięśni oddechowych, jak i serca. Oddychanie było znacznie utrudnione ($p < 0,001$), a uczestnicy zgłaszali łagodny ból. Na podstawie uzyskanych wyników naukowcy wywnioskowali, że kompensacja kardiologiczna restrykcji płucnych wywołanych maską, która nadal funkcjonowała u zdrowych osób, prawdopodobnie nie była już możliwa u pacjentów z obniżoną pojemnością minutową serca [31].

W innym niedawnym badaniu naukowcy **przetestowali maski z tkaniny (maski społeczne)**, maski chirurgiczne i maski FFP2/N95 u 26 zdrowych osób podczas ćwiczeń na ergometrze rowerowym. **Wszystkie maski wykazały również mierzalną retencję dwutlenku węgla (CO_2) (PtcCO_2)** (istotnie statystycznie przy $p < 0,001$) oraz, dla masek N95, spadek wartości nasycenia tlenem SpO_2 (istotnie statystycznie przy 75 i 100 W przy $p < 0,02$ i $p < 0,005$, odpowiednio). **Kliniczne znaczenie tych zmian wykazano we wzroście częstotliwości oddychania przy użyciu masek z tkaniny** ($p < 0,04$) oraz w występowaniu wcześniej opisanych dolegliwości związanych z maską, takich jak uczucie gorąca, duszność i bóle głowy. Percepcję stresu rejestrowano w skali Borga od 1 do 20. Podczas wysiłku fizycznego pod maską N95, grupa z maskami wykazała znaczny wzrost poczucia wyczerpania w porównaniu z grupą bez maski z 14,6 vs 11,9 w skali 20. Podczas ekspozycji 14 z 24 osób noszących maski skarżyło się na duszność (58%), cztery na bóle głowy i dwie na uczucie gorąca. Większość skarg dotyczyła masek FFP2 (72%) [21].

Wspomniane wcześniej fizjologiczne i subiektywne oddziaływanie fizyczne masek na zdrowe osoby w spoczynku i pod wpływem wysiłku [21 , 31] wskazują na działanie masek na osoby chore i starsze nawet bez wysiłku.

W badaniu obserwacyjnym dziesięciu pielęgniarek w wieku od 20 do 50 lat noszących maski N95 podczas pracy zmianowej, skutki uboczne, takie jak trudności w oddychaniu („nie mogę oddychać”), uczucie wyczerpania, ból głowy ($p < 0,001$), senność ($p < 0,001$) i zmniejszenie saturacji tlenem SpO_2 ($p < 0,05$) oraz wzrost częstości akcji serca ($p < 0,001$) były statystycznie istotne w związku ze wzrostem otyłości (BMI) [19]. Występowanie objawów pod maskami było również związane ze starszym wiekiem (istotna statystycznie korelacja zmęczenia i senności z $p < 0,01$, nudności z $p < 0,05$, wzrost ciśnienia krwi z $p < 0,01$, ból głowy z $p < 0,05$, trudności z oddychaniem z $p < 0,001$) [19].

W badaniu interwencyjnym z udziałem 97 pacjentów z zaawansowaną przewlekłą obturacyjną chorobą płuc (POChP) częstość oddechów, saturacja tlenem i ekwiwalenty wydychanego dwutlenku węgla (kapnometria) zmieniły się niekorzystnie i znacząco po zastosowaniu masek N95 (ekwiwalent FFP2) z początkowym 10-minutowym odpoczynkiem i kolejne 6 minut marszu. Siedmiu pacjentów przerwało eksperyment z powodu poważnych dolegliwości związanych ze spadkiem wartości saturacji tlenem SpO_2 i patologiczną retencją dwutlenku węgla (CO_2) oraz podwyższonym końcowydechowym ciśnieniem parcjalnemu dwutlenku węgla (PETCO_2) [23]. U dwóch pacjentów PETCO_2 przekroczyły normy i osiągnęły wartości >50 mmHg. $\text{FEV}_1 < 30\%$ i zmodyfikowana punktacja Medical Research Council (mMRC) Dyspnea Scale ≥ 3 , oba wskaźniki zaawansowanej POChP, korelowały z ogólną nietolerancją maski w tym badaniu. Najczęstszym objawem pod maską była duszność na poziomie 86%. W przypadku rezygnacji z badania często odnotowywano również zawroty głowy (57%) i bóle głowy. U pacjentów z POChP tolerujących maskę znaczny wzrost częstości akcji serca, częstości oddechów i końcowydechowego ciśnienia parcjalnemu dwutlenku węgla PETCO_2 mógł być zobiektywizowany nawet w spoczynku, już po 10 minutach noszenia maski ($p < 0,001$), któremu towarzyszył spadek nasycenia tlenem SpO_2 ($p < 0,001$) [23]. Wyniki tego badania z poziomem dowodów IIa są orientacyjne dla osób noszących maskę na POChP.

W innym retrospektywnym badaniu porównawczym dotyczącym POChP i masek chirurgicznych, badacze byli w stanie wykazać statystycznie wzrost ciśnienia parcjalnemu we krwi tętniczej dwutlenku węgla (PaCO_2) o około $+8$ mmHg ($p < 0,005$) i towarzyszący temu wzrost skurczowej krwi związany z maską. ciśnienie $+11$ mmHg ($p < 0,02$) [25]. Wzrost ten jest istotny u pacjentów z nadciśnieniem, ale także u osób zdrowych z graniczną wartością ciśnienia krwi, ponieważ można wywołać patologiczny zakres wartości wywołany noszeniem maski.

U 39 hemodializowanych pacjentów ze schyłkową niewydolnością nerek maska typu N95 (odpowiednik FFP2) **spowodowała znaczny spadek ciśnienia parcjalnemu tlenu we krwi** (PaO_2) u 70% pacjentów w spoczynku (poddawanych hemodializie) w ciągu zaledwie 4 godzin ($p = 0,006$). Mimo wyrównawczego wzrostu częstości oddechów ($p < 0,001$) **wystąpiło złe samopoczucie z bólem w klatce piersiowej** ($p < 0,001$), a nawet hipoksemię (spadek tlenu poniżej normy) u 19% badanych [34]. **Naukowcy wywnioskowali na podstawie swoich ustaleń, że osoby starsze lub pacjenci z obniżoną funkcją krążeniowo-oddechową mają większe ryzyko rozwoju ciężkiej niewydolności oddechowej podczas noszenia maski** [34].

W pracy przeglądowej na temat ryzyka i korzyści masek noszonych podczas kryzysu COVID-19 inni autorzy przedstawiają również krytyczną ocenę obowiązkowego stosowania masek u pacjentów z zapaleniem płuc, zarówno z, jak i bez choroby COVID-19 [16].

3.3. Neurologiczne skutki uboczne i niebezpieczeństwa

W naukowej ocenie omdleń na sali operacyjnej 36 z 77 chorych (47%) było związanych z noszeniem maski [62]. Nie można jednak wykluczyć innych czynników jako przyczyn współtworzących.

W swoim przeglądzie danych poziomu III neurologzy z Izraela, Wielkiej Brytanii i USA stwierdzają, że maska nie jest odpowiednia dla epileptyków, ponieważ może wywołać hiperwentylację [63]. Użycie maski znacznie zwiększa częstość oddechów o około plus 15 do 20% [15 , 21 , 23 , 34 , 64]. Wiadomo jednak, że zwiększenie częstotliwości oddychania prowadzące do hiperwentylacji jest wykorzystywane do prowokacji w diagnostyce padaczki i powoduje zmiany w zapisie EEG równoważne napadom u 80% pacjentów z padaczką uogólnioną i nawet u 28% padaczki ogniskowej [65].

Lekarze z Nowego Jorku badali skutki noszenia masek typu chirurgicznego i N95 wśród personelu medycznego na próbie 343 uczestników (przebadanych za pomocą standaryzowanych, anonimowych kwestionariuszy). Noszenie masek powodowało wykrywalne fizyczne skutki uboczne, takie jak upośledzenie funkcji poznawczych (24% noszących) i bóle głowy u 71,4% uczestników. Spośród nich 28% utrzymywało się i wymagało leczenia. Ból głowy wystąpił w 15,2% po 1 h noszenia, w 30,6% po 1 h noszenia i w 29,7% po 3 h noszenia. Efekt nasilał się więc wraz ze wzrostem czasu noszenia [37].

Spłątanie, dezorientacja, a nawet senność (kwestionariusz skali Likerta) i ograniczone zdolności motoryczne (mierzone za pomocą przetwornika pozycji liniowej) ze zmniejszoną reaktywnością i ogólnym upośledzeniem sprawności (mierzonej za pomocą Skali Subiektywnych Objawów Roberge podczas Pracy) w wyniku używania maski zostały również udokumentowane w innych badaniach [19 , 23 , 29 , 32 , 36 , 37].

Naukowcy wyjaśnić te zaburzenia neurologiczne z maską wywołane utajonego spadku stężenia tlenu do gazometrii O₂ (w kierunku z niedotlenieniem) lub utajone wzrost stężenia dwutlenku węgla gazometrii CO₂ (w kierunku hiperkapnii) [36]. W świetle danych naukowych związek ten również wydaje się niepodważalny [38 , 39 , 40 , 41].

W eksperymencie z maską z 2020 r. stwierdzono znaczne upośledzenie myślenia ($p < 0,03$) i zaburzenia koncentracji ($p < 0,02$) dla wszystkich stosowanych masek (maski materiałowe, chirurgiczne i N95) już po 100 minutach noszenia maski [29]. Zaburzenia myślenia korelowały istotnie ze spadkiem saturacji tlenu ($p < 0,001$) podczas używania maski.

Początkowe bóle głowy ($p < 0,05$) w innym badaniu dotyczącym ochrony dróg oddechowych N95 doświadczyło do 82% 158 osób w wieku 21-35 lat, przy czym jedna trzecia (34%) doświadczała bólów głowy do czterech razy dziennie. Uczestnicy nosili maskę przez 18,3 dnia przez okres 30 dni, średnio 5,9 godz. dziennie [66].

Istotnie nasilony ból głowy ($p < 0,05$) można było zaobserwować nie tylko dla N95, ale także dla masek chirurgicznych u uczestników innego badania obserwacyjnego pracowników służby zdrowia [67].

W innym badaniu naukowcy sklasyfikowali 306 użytkowników w średnim wieku 43 lata i noszących różne rodzaje masek, z których 51% miało początkowy ból głowy jako specyficzny objaw związany wyłącznie ze zwiększonym stosowaniem masek chirurgicznych i N95 (1 do 4 godzin, $p = 0,008$) [68].

Badacze Singapur mogli zademonstrować w badaniu z udziałem 154 zdrowych N95 noszących maski usług, że znaczne zwiększenie stężenia dwutlenku węgla we krwi maski wywołanej (mierzona do końca wydechu ciśnienie cząstkowe dwutlenku węgla PETCO₂) i wymiennie większy rozszerzenie naczyń z nastąpił wzrost przepływu przez tętnice mózgowe w ośrodkach mózgowych. Wiązało się to z bólami głowy w grupie próbnej ($p < 0,001$) [27].

Zdaniem naukowców wspomniane zmiany przyczyniają się również do bólów głowy podczas długotrwałego stosowania masek z przejściem w stronę hipoksji i hiperkapnii. Ponadto do bólu głowy przyczyniają się również stres i czynniki mechaniczne, takie jak podrażnienie nerwów szyjnych w okolicy szyi i głowy, spowodowane ciasnymi paskami maski uciskającymi pasma nerwowe [66].

W analizie badań pierwotnych byliśmy w stanie wykryć związek między maską N95 a bólami głowy. W sześciu na 10 badań znaczny ból głowy pojawił się w połączeniu z maską N95 (60% wszystkich badań, [Ryc. 2](#)).

3.4. Psychologiczne skutki uboczne i zagrożenia

Według badań eksperymentalnych noszenie masek chirurgicznych i masek N95 może również prowadzić do obniżenia jakości życia ze względu na zmniejszoną wydolność krążeniowo-oddechową [31]. Maski, wraz z wywoływaniem zmian fizjologicznych i dyskomfortu wraz z postępującym czasem użytkowania, mogą również prowadzić do znacznego dyskomfortu ($p < 0,03$ do $p < 0,0001$) oraz uczucia wyczerpania ($p < 0,05$ do $0,0001$) [69].

Oprócz zmiany gazów krwi do hiperkapnii (wzrost w CO₂) i niedotlenienie (zmniejszenie O₂) wyszczególniono w ogólnych skutków fizjologicznych ([sekcja 3.1](#)), maski również ograniczenie zdolności poznawczych jednostki (mierzone za pomocą badania skali Likerta) towarzyszy im **spadek zdolności psychomotorycznych**, a w konsekwencji zmniejszona responsywność (mierzona za pomocą przetwornika pozycji liniowej) oraz **ogólna obniżona wydolnościowa** (mierzona Skalą Subiektywnych Symptomów Roberge podczas Pracy) [29 , 32 , 38 , 39 , 41].

Maska powoduje również pogorszenie pola widzenia (zwłaszcza na podłoże i przeszkody na ziemi), a także hamuje nawykowe czynności, takie jak jedzenie, picie, dotykanie, drapanie i czyszczenie nieosłoniętej w inny sposób części twarzy, która jest świadomie i podświadomie postrzegane jako trwale zaburzenie, nieostrość i ograniczenie [36]. Noszenie masek wiąże się więc z **poczuciem pozbawienia wolności oraz utraty autonomii i samostanowienia**, co może prowadzić do tłumienia gniewu i podświadomego ciągłego rozpraszania się, zwłaszcza że noszenie masek jest w większości podyktowane i nakazane przez innych [70, 71]. Te postrzegane zakłócenia integralności, samostanowienia i autonomii, w połączeniu z dyskomfortem, często przyczyniają się do znacznego rozproszenia uwagi i mogą ostatecznie być połączone ze związanym z maską fizjologiczną **spadkiem zdolności psychomotorycznych, zmniejszoną reaktywnością i ogólnie upośledzoną wydajnością poznawczą**. Prowadzi to do błędnej oceny sytuacji, a także do opóźnionych, nieprawidłowych i niewłaściwych zachowań oraz do spadku skuteczności osoby noszącej maskę [36, 37, 39, 40, 41].

Stosowanie masek przez kilka godzin często powoduje dalsze wykrywalne skutki uboczne, takie jak bóle głowy, miejscowy trądzik, podrażnienie skóry związane z maską, swędzenie, uczucie ciepła i wilgoci, upośledzenie i dyskomfort głównie w obrębie głowy i twarzy [19, 29, 35, 36, 37, 71, 72, 73]. Jednak głowa i twarz są istotne dla dobrego samopoczucia ze względu na ich dużą reprezentację we wrażliwej korze mózgowej (homunkulus) [36].

Według badań ankietowych, maski często wywołują lęk i reakcje na stres psycho-wegetatywny u dzieci – a także u dorosłych – ze wzrostem chorób psychosomatycznych i związanych ze stresem oraz depresyjnego doświadczania siebie, zmniejszeniem uczestnictwa, wycofaniem społecznym i pogorszeniem stanu zdrowia związane z samoopieką [74]. Ponad 50% badanych noszących maski miało co najmniej łagodne **odczucia depresyjne** [74]. Dodatkowe wywołujące strach i często przesadzone relacje w mediach mogą jeszcze bardziej to nasilić. Niedawna retrospektywna analiza mediów ogólnych w kontekście epidemii eboli w 2014 r. wykazała, że prawda naukowa zawiera tylko 38% wszystkich publikowanych informacji [75]. Naukowcy sklasyfikowali łącznie 28% informacji jako prowokujące i polaryzujące, a 42% jako wyolbrzymiające ryzyko. **Ponadto 72% treści w mediach miało na celu wywołanie negatywnych uczuć związanych ze zdrowiem. Uczucie strachu w połączeniu z niepewnością i pierwotną ludzką potrzebą przynależności [76] powoduje dynamikę społeczną, która wydaje się częściowo nieuzasadniona z medycznego i naukowego punktu widzenia.**

Maska, która pierwotnie służyła celom czysto higienicznym, została przekształcona w symbol konformizmu i pseudosolidarności. Na przykład WHO wymienia zalety używania masek przez zdrowe osoby w miejscach publicznych, w tym potencjalnie zmniejszoną stygmatyzację osób noszących maski, poczucie wkładu w zapobieganie rozprzestrzenianiu się wirusa oraz przypomnienie o przestrzeganiu innych środków [2].

3.5. Psychiatryczne skutki uboczne i zagrożenia

Jak wyjaśniono wcześniej, maski mogą powodować zwiększone ponowne oddychanie z nagromadzeniem dwutlenku węgla u użytkownika z powodu zwiększonej objętości przestrzeni martwej [16, 17, 18, 20] (Rysunek 3), z często statystycznie istotnym mierzalnym podwyższonym poziomem dwutlenku węgla (CO₂) we krwi poziomu u chorych [13, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28] (Rys. 2). Wiadomo jednak, że zmiany prowadzące do hiperkapni wywołują ataki paniki [77, 78]. To sprawia, że znacząco mierzalny wzrost CO₂ spowodowany noszeniem maski ma znaczenie kliniczne.

Co ciekawe, testy prowokacji oddechu poprzez wdychanie CO₂ są wykorzystywane do różnicowania stanów lękowych w zaburzeniach paniki i dysforii przedmiesiączkowej od innych psychiatrycznych obrazów klinicznych. **Tutaj bezwzględne stężenia 5% CO₂ już wystarczają do wywołania paniki w ciągu 15–16 min [77].** Normalna zawartość wydychanego powietrza CO₂ wynosi około 4%.

Z badań eksperymentalnych na zamaskowanych osobach wynika, że zmiany stężenia gazów oddechowych w wyżej wymienionym zakresie o wartości powyżej 4% mogą wystąpić podczas ponownego oddychania przy długotrwałym stosowaniu maski [18, 23].

Aktywacja miejsca sinawego przez CO₂ jest wykorzystywana **do wywołania reakcji paniki przez gazy oddechowe [78, 79].** Wynika to z faktu, że miejsce sinawe jest ważną częścią układu wegetatywnych neuronów noradrenergicznych, ośrodka kontroli w pniu mózgu, który reaguje na odpowiedni bodziec i **zmiany stężenia gazu we krwi poprzez uwalnianie hormonu stresu noradrenality [78].**

Z fizjologicznych, neurologicznych i psychologicznych skutków ubocznych i zagrożeń opisanych powyżej (sekcja 3.1, sekcja 3.3 i sekcja 3.4) można wywnioskować dodatkowe problemy związane ze **stosowaniem masek w przypadkach psychiatrycznych. Osoby leczące się na otępienie, schizofrenię paranoidalną, zaburzenia osobowości z lękiem i napadami paniki, ale także zaburzenia paniki z komponentami klaustrofobicznymi, trudno pogodzić z zapotrzebowaniem na maskę, ponieważ nawet niewielkie wzrosty CO₂ mogą powodować i nasilać napady paniki [44, 77, 78, 79].**

Według badania psychiatrycznego pacjenci z otępieniem o nasileniu od umiarkowanego do ciężkiego nie rozumieją środków ochronnych wobec COVID-19 i muszą być przekonywani do ciągłego noszenia masek [80].

Według badania porównawczego pacjenci ze schizofrenią mają mniejszą akceptację noszenia masek (54,9% zgodności) niż chorzy na co dzień (61,6%) [81]. Stopień, w jakim noszenie masek może prowadzić do zaostrzenia objawów schizofrenii, nie został jeszcze szczegółowo zbadany.

Podczas noszenia masek występowały dezorientacja, zaburzenia myślenia, dezorientacja (standaryzowane rejestrowanie za pomocą specjalnej skali ocen i skali Likerta, $p < 0,05$), a w niektórych przypadkach zmniejszenie maksymalnej szybkości i czasu reakcji (mierzone za pomocą przetwornika pozycji liniowej, $p < 0,05$) obserwowane [19 , 32 , 36 , 38 , 39 , 40 , 41]. Lekki psychotropowe zmniejszają funkcje psychomotoryczne u pacjentów psychiatrycznych. Może to stać się istotne klinicznie, zwłaszcza w odniesieniu do dalszej zmniejszonej zdolności reagowania i dodatkowej zwiększonej podatności na wypadki takich pacjentów podczas noszenia masek.

Aby uniknąć niezamierzonego znieczulenia wywołanego CO₂ [39], pacjentów unieruchomionych i poddanych sedacji medycznej, bez możliwości ciągłego monitorowania, nie należy maskować zgodnie z kryteriami Centers for Disease Control and Prevention, USA (CDC). Wynika to z opisanego powyżej możliwego zatrzymywania CO₂ , **ponieważ istnieje ryzyko utraty przytomności, aspiracji i asfiksji [16 , 17 , 20 , 38 , 82 , 83].**

3.6. Ginekologiczne skutki uboczne i zagrożenia

Jako zmienna krytyczna, niski poziom dwutlenku węgla we krwi u kobiet ciężarnych jest utrzymywany poprzez zwiększoną objętość minutową oddechu, stymulowaną progesteronem [22]. W przypadku kobiety w ciąży i jej nienarodzonego dziecka istnieje metaboliczne zapotrzebowanie na gradient dwutlenku węgla (CO₂) płodu i matki . Poziom dwutlenku węgla we krwi matki powinien być zawsze niższy niż u nienarodzonego dziecka, aby zapewnić dyfuzję CO₂ z krwi płodu do krążenia matki przez łożysko.

Dlatego opisane powyżej zjawiska związane z maską (**sekcja 3.1 i sekcja 3.2**), takie jak mierzalne zmiany w fizjologii oddechu ze zwiększonym oporem oddechowym, zwiększoną objętością przestrzeni martwej (**rysunek 3**) i zatrzymywaniem wydychanego dwutlenku węgla (CO₂) są znaczenie. Jeśli CO₂ jest coraz częściej wdychany pod maskami, manifestacja ta może, nawet przy podprogowym wzroście dwutlenku węgla, działać jako zaburzająca zmienna gradientu CO₂ między płodem a matką, zwiększającego się w czasie ekspozycji, a tym samym nabrać znaczenia klinicznego, również w odniesieniu do zmniejszonej rezerwy kompensacyjnej kobiet w ciąży [20 , 22 , 28].

W badaniu porównawczym 22 ciężarne noszące maski N95 podczas 20 minut ćwiczeń wykazywały znacznie wyższe przezskórne wartości CO₂ , ze średnimi wartościami PtcCO₂ 33,3 mmHg w porównaniu do 31,3 mmHg niż u 22 ciężarnych bez masek ($p = 0,04$) [22]. Odczucie ciepła u kobiet w ciąży było również istotnie zwiększone w przypadku masek, przy $p < 0,001$ [22].

W związku z tym w innym badaniu interwencyjnym naukowcy wykazali, że **oddychanie przez maskę N95 (odpowiednik FFP2) utrudniało wymianę gazową u 20 ciężarnych w spoczynku i podczas ćwiczeń, powodując dodatkowe obciążenie ich układu metabolicznego [28]. Tak więc pod maską N95 20 ciężarnych kobiet wykazało spadek zdolności wychwytu tlenu VO₂ o około 14% (istotny statystycznie, $p = 0,013$) oraz spadek zdolności wydawania dwutlenku węgla VCO₂ o około 18% (istotny statystycznie, $p = 0,001$). Udokumentowano również istotne zmiany w równoważnikach wydychanego tlenu i dwutlenku węgla wraz ze wzrostem wydychanego dwutlenku węgla (FeCO₂) ($p < 0,001$) oraz spadki wydychanego tlenu (FeO₂) ($p < 0,001$), które tłumaczy się zmienionym metabolizmem spowodowanym niedrożnością maski oddechowej [28].**

W eksperymentach z przeważnie krótkimi czasami nakładania maski ani matki, ani płody nie wykazały statystycznie istotnego wzrostu częstości akcji serca ani zmian częstości oddechów i wartości saturacji tlenem. Jednak dokładne skutki długotrwałego stosowania masek u kobiet w ciąży pozostają ogólnie niejasne. Dlatego u kobiet w ciąży krytyczne jest przedłużone stosowanie masek chirurgicznych i N95 [20]. Ponadto nie jest jasne, czy substancje zawarte w produkowanych przemysłowo maskach, które mogą być wdychane przez dłuższy czas (np. formaldehyd jako składnik tekstyliów i tiam jako składnik opasek na uszy) są teratogenne [20 , 84]. .

3.7. Dermatologiczne skutki uboczne i zagrożenia

W przeciwieństwie do odzieży noszonej na zamkniętej skórze, maski zakrywają obszary ciała w pobliżu ust i nosa, tj. części ciała zaangażowane w oddychanie.

Nieuchronnie prowadzi to nie tylko do wymiernego wzrostu temperatury [15 , 44 , 85], ale także do znacznego wzrostu wilgotności w wyniku kondensacji wydychanego powietrza, co z kolei znacząco zmienia naturalne środowisko skóry w okolicach ust i nosa [36 , 61 , 82]. Wymiennie zwiększa zaczerwienienie, odczyn

pH, utratę płynów przez nabłonek skóry, zwiększa nawilżenie i wydzielanie sebum [73]. Istniejące wcześniej choroby skóry nie tylko są przez te zmiany utrwalane, ale także zaostrzane. Ogólnie skóra staje się bardziej podatna na infekcje i trądzik.

Autorzy badania eksperymentalnego byli w stanie udowodnić zaburzoną funkcję barierową skóry już po 4 godzinach noszenia maski u 20 zdrowych ochotników, zarówno w przypadku masek chirurgicznych, jak i masek N95 [73]. Ponadto, w ciepłym i wilgotnym środowisku na zewnątrz i wewnątrz masek gromadzą się zarazki (bakterie, grzyby i wirusy) [86 , 87 , 88 , 89]. Mogą powodować klinicznie istotne infekcje grzybicze, bakteryjne lub wirusowe. Niezwykły wzrost wykrywalności rinowirusów w badaniach wartowniczych niemieckiego Instytutu Roberta Kocha (RKI) od 2020 r. [90] może być kolejnym wskaźnikiem tego zjawiska.

Ponadto obszar skóry, który nie jest ewolucyjnie przystosowany do takich bodźców, jest poddawany zwiększonemu obciążeniu mechanicznemu. W sumie powyższe fakty powodują niekorzystne efekty dermatologiczne związane z występowaniem niepożądanych reakcji skórnych związanych z maską, takich jak **trądzik, wysypki na twarzy i objawy świądu [91]**.

Chińska grupa badawcza zgłosiła podrażnienie i swędzenie skóry podczas stosowania masek N95 wśród 542 uczestników testu, a także korelację między uszkodzeniem skóry, które wystąpiło, a czasem ekspozycji (68,9% po ≤6 godz./dobę i 81,7% po >6 godz./dobę) [92].

W badaniu nowojorskim oceniono na losowej próbie 343 uczestników skutki częstego noszenia masek chirurgicznych i masek N95 wśród pracowników służby zdrowia podczas pandemii COVID-19. Noszenie masek powodowało ból głowy u 71,4% badanych, senność u 23,6%, wykrywalne uszkodzenia skóry u 51% i trądzik u 53% użytkowników masek [37].

Z jednej strony, na nosie i kościach policzkowych, pod wpływem siły ścinającej, **dochodzi do bezpośrednich mechanicznych zmian skórnych, zwłaszcza przy częstym zakładaniu i zdejmowaniu masek [37 , 92]**.

Z drugiej strony maski tworzą nienaturalnie wilgotne i ciepłe miejscowe środowisko skóry [29 , 36 , 82]. W rzeczywistości naukowcy byli w stanie wykazać znaczny wzrost wilgotności i temperatury w zakrytym obszarze twarzy w innym badaniu, w którym badani nosili maski przez godzinę [85]. Wilgotność względną pod maskami mierzono czujnikiem (Atmo-Tube, San Francisco, CA, USA). Odczucie wilgotności i temperatury w obszarze twarzy ma większe znaczenie dla dobrego samopoczucia niż inne obszary ciała [36 , 44]. Może to zwiększyć dyskomfort pod maskami. Ponadto wzrost temperatury sprzyja optymalizacji bakterii.

Ucisk masek powoduje również niedrożność fizjologii przepływu naczyń limfatycznych i krwionośnych na twarzy, czego konsekwencją jest wzmożone zaburzenie funkcji skóry [73] i ostatecznie przyczynia się również do powstawania trądziku u nawet 53% wszystkich noszących i innych osób. podrażnienia skóry u do 51% wszystkich użytkowników [36 , 37 , 82].

Inni badacze zbadali 322 uczestników z maskami N95 w badaniu obserwacyjnym i wykryli trądzik u 59,6% z nich, swędzenie u 51,4% i zaczerwienienie u 35,8% jako skutki uboczne [72].

U 19,6% (273) z 1393 osób noszących różne maski (maski środowiskowe, chirurgiczne, maski N95) w jednym badaniu swędzenie mogło zostać zobiektywizowane, a u 9% nawet poważnie. Predyspozycja do atopii (skłonność do alergii) korelowała z ryzykiem świądu. Długość stosowania była istotnie związana z ryzykiem swędzenia ($p < 0,0001$) [93].

W innym badaniu dermatologicznym z 2020 r. 96,9% z 876 użytkowników wszystkich rodzajów masek (masek społecznościowych, masek chirurgicznych, masek N95) potwierdziło niekorzystne problemy ze znacznym wzrostem swędzenia (7,7%) z towarzyszącym zaparowaniem okularów (21,3%), uderzenia gorąca (21,3%), niewyraźna mowa (12,3%) i trudności w oddychaniu (35,9%) ($p < 0,01$) [71].

Oprócz zwiększonej częstości występowania trądziku [37 , 72 , 91] pod maskami, wyprysk kontaktowy i pokrzywka [94] są ogólnie opisywane w związku z nadwrażliwością na składniki masek produkowanych przemysłowo (maska chirurgiczna i N95), takie jak formaldehyd (składnik tekstylny) i tiam (składnik opasek na uszy) [73 , 84]. Niebezpieczna substancja tiam, pierwotnie będąca pestycydem i żrąca, jest stosowana w przemyśle gumowym jako akcelerator optymalizacji. Formaldehyd jest środkiem biobójczym i rakotwórczym i jest stosowany w przemyśle jako środek dezynfekujący.

Dermatolodzy opisali nawet izolowane trwałe przebarwienia w wyniku pozapalnego lub barwnikowego kontaktowego zapalenia skóry po długotrwałym stosowaniu masek [72 , 91].

3.8. Skutki uboczne i zagrożenia laryngologiczne i stomatologiczne

Istnieją doniesienia ze środowisk dentystycznych o negatywnych skutkach masek i są odpowiednio zatytułowane „usta maski” [95]. wywołanie zapalenia dziąseł (zapalenie dziąseł), nieświeżego oddechu, kandydozy (zakażenie błon śluzowych grzybem *Candida albicans*) i zapalenia warg (zapalenie warg), zwłaszcza kącików ust, a nawet płytki nazębnej i próchnicy przypisuje się nadmiernemu i niewłaściwemu używaniu masek. Główną przyczyną wspomnianych chorób jamy ustnej jest zwiększona suchość w ustach z powodu zmniejszonego przepływu śliny i zwiększonego oddychania przez otwarte usta pod maską. Oddychanie przez usta powoduje odwodnienie powierzchniowe i zmniejszenie szybkości wydzielania śliny (SFR) [95]. Suchość w ustach została naukowo udowodniona z powodu noszenia maski [29]. Zły nawyk

oddychania przez otwarte usta podczas noszenia maski wydaje się prawdopodobny, ponieważ taki schemat oddychania kompensuje zwiększone opory oddychania, zwłaszcza podczas wdechu przez maski [60 , 61]. Z kolei zewnętrzne nawilżenie skóry [71 , 73 , 85] ze zmienioną florą skórną, które zostało już opisane w ramach dermatologicznych skutków ubocznych (**sekcja 3.7**) jest uważane za odpowiedzialne za wyjaśnienie stanu zapalnego warg i kącików ust. (zapalenie warg) [95]. To wyraźnie pokazuje sprzyjające chorobom odwrócenie naturalnych warunków spowodowanych przez maski. Fizjologiczna wilgotność wewnętrzna z suchością zewnętrzną w jamie ustnej przekształca się w suchość wewnętrzną z wilgocią zewnętrzną.

Lekarze laryngolodzy odkryli niedawno nową postać drażniącego nieżyty nosa, spowodowanego użyciem maski N95 u 46 pacjentów. Przeprowadzili endoskopia i irygację nosa u osób noszących maski, które następnie poddano ocenie patologicznej. Problemy kliniczne rejestrowano za pomocą standaryzowanych kwestionariuszy. Odkryli statystycznie istotne dowody na indukowany maską nieżyt nosa oraz swędzenie i obrzęk błon śluzowych, a także zwiększone kichanie ($p < 0,01$). Endoskopowo wykazał zwiększone wydzielanie i dowody na obecność włókien polipropylenowych maski wziewnej jako wyzwalacza podrażnienia błony śluzowej [96].

W badaniu przeprowadzonym na 221 pracownikach służby zdrowia laryngolodzy zobiektywizowali zaburzenia głosu u 33% użytkowników masek. Wynik VHI-10 od 1 do 10, który mierzy zaburzenia głosu, był średnio o 5,72 wyższy u tych użytkowników masek (istotny statystycznie przy $p < 0,001$). Maską nie tylko działała jak filtr akustyczny, prowokując nadmiernie głośną mowę, ale wydaje się również wyzwalacz zaburzenia koordynacji strun głosowych, ponieważ maska obniża gradienty ciśnienia wymagane dla niezakłóconej mowy [43]. **Naukowcy doszli do wniosku, że maski mogą stwarzać potencjalne ryzyko wywołania nowych zaburzeń głosu, a także zaostrzenia już istniejących.**

3.9. Skutki uboczne i zagrożenia w medycynie sportowej

Według piśmiennictwa nie można udowodnić, że maski poprawiające wydajność wpływają na optymalizację układu krążenia i poprawę zdolności pochłaniania tlenu.

Na przykład w eksperymentalnym badaniu referencyjnym (12 osób w grupie) maska treningowa, która rzekomo naśladuje trening wysokościowy (ETM: maska do treningu wysokościowego) miała wpływ tylko na mięśnie oddechowe. Jednak osoby noszące maskę wykazały znacznie niższe wartości nasycenia tlenem (SpO₂ %) podczas ćwiczeń (SpO₂ 94% dla osób noszących maskę w porównaniu z 96% dla osób bez maski, $p < 0,05$) [33], co można wyjaśnić zwiększoną liczbą zgonów. objętość przestrzeni i zwiększony opór podczas oddychania. Zmierzone wartości saturacji tlenem były istotnie niższe od wartości prawidłowych w grupie osób noszących maskę, co wskazuje na znaczenie kliniczne.

Udowodnione działanie adaptacyjne mięśni oddechowych **u zdrowych sportowców** [33] **wyraźnie sugeruje, że maski mają zaburzający wpływ na fizjologię układu oddechowego.**

W innym badaniu interwencyjnym dotyczącym stosowania masek u ciężarowców, badacze udokumentowali statystycznie istotne skutki zmniejszonej uwagi (zapis kwestionariusza, skala Likerta) i spowolnienia maksymalnej prędkości ruchu wykrywalnej za pomocą czujników (oba istotne przy $p < 0,001$), co doprowadziło badaczy do wniosku, że używanie masek w sporcie nie jest pozbawione ryzyka. Jako drugorzędne odkrycie wykryli również znaczny spadek nasycenia tlenem SpO₂ podczas wykonywania specjalnych ćwiczeń z podnoszeniem ciężarów („przysiadów na plecach”) w grupie z maską już po 1 minucie ćwiczeń w porównaniu z grupą bez maski ($p < 0,001$) [32]. Udowodniona tendencja masek do zmiany parametru chemicznego nasycenia tlenem SpO₂ w kierunku patologicznym (dolna wartość graniczna 95%) może mieć znaczenie kliniczne u osób nieprzeszkolonych lub chorych.

Medycyna sportowa potwierdziła wzrost retencji dwutlenku węgla (CO₂), ze wzrostem ciśnienia parcjalnego CO₂ we krwi przy większej objętości martwej przestrzeni oddechowej [14].

W rzeczywistości martwa przestrzeń indukowanej CO₂ retencji podczas noszenia maski podczas ćwiczeń także eksperymentalnie udowodnione. Efekty krótkich ćwiczeń aerobowych pod maskami N95 przetestowano na 16 zdrowych ochotnikach. Stwierdzono istotnie podwyższone końcowowdechowe ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla (PETCO₂) o plus 8 mm Hg ($p < 0,001$) [24]. Wzrost dwutlenku węgla we krwi (CO₂) u osób noszących maskę przy maksymalnym obciążeniu wyniósł plus 14% CO₂ w przypadku masek chirurgicznych i plus 23% CO₂ w przypadku masek N95, co może mieć znaczenie kliniczne u osób ze stanem przed chorobą, osób starszych i dzieci, gdyż wartości te mocno zbliżyły się do zakresu patologicznego [24].

W interesującym badaniu wytrzymałości z udziałem ośmiu osób w średnim wieku (19-66) zawartość gazów O₂ i CO₂ pod maskami określono przed i po wysiłku. Nawet w spoczynku dostępność tlenu pod maskami była o 13% niższa niż bez masek, a stężenie dwutlenku węgla (CO₂) było 30 razy wyższe. Pod wpływem stresu (test Ruffiera) stężenie tlenu (% O₂) pod maską znacznie spadło o kolejne 3,7%, podczas gdy stężenie dwutlenku węgla (% CO₂) znacznie wzrosło o kolejne 20% (istotne statystycznie przy $p < 0,001$). Odpowiednio nasycenie krwi tlenem (SpO₂) badanych osób również znacząco spadła z 97,6 do 92,1% ($p < 0,02$) [18]. Spadek wartości nasycenia tlenem (SpO₂) do 92%, wyraźnie poniżej normy 95%, należy uznać za klinicznie istotny i szkodliwy dla zdrowia.

Fakty te wskazują, że stosowanie masek wywołuje również opisane powyżej efekty prowadzące do hipoksji i hiperkapnii w sporcie. W związku z tym WHO i Centers for Disease Control and Prevention, GA, USA (CDC) odradzają noszenie masek podczas ćwiczeń fizycznych [82 , 97].

3.10. Społeczne i socjologiczne skutki uboczne i zagrożenia

Wyniki chilijskiego badania przeprowadzonego na pracownikach służby zdrowia pokazują, że maski działają jak filtr akustyczny i prowokują nadmiernie głośną mowę. Powoduje to **zaburzenia głosu** [43]. Zwiększona głośność mowy przyczynia się również do zwiększonej produkcji aerozolu przez osobę noszącą maskę [98]. Te dane eksperymentalne mierzone za pomocą Aerodynamic Particle Sizer (APS, TSI, model 332, TSI Incorporated, Minnesota, MI, USA) są bardzo istotne.

Ponadto osoby noszące maskę nie mogą wchodzić w normalne interakcje w życiu codziennym ze względu na upośledzoną klarowność mowy [45], co skłania ich do zbliżania się do siebie.

Powoduje to zniekształcone ustalanie priorytetów w społeczeństwie, co przeciwdziała zalecanym środkom związanym z pandemią COVID-19. WHO traktuje dystans społeczny i higienę rąk jako miarodajne i zaleca noszenie maski o słabych dowodach, zwłaszcza w sytuacjach, gdy jednostki nie są w stanie utrzymać fizycznego dystansu co najmniej 1 m [3].

Zakłócenie komunikacji niewerbalnej z powodu utraty rozpoznawania mimiki twarzy pod maską może nasilać poczucie niepewności, zniechęcenia i odrętwienia, a także izolacji, co może być niezwykle stresujące dla osób z upośledzeniem umysłowym i słuchem [16].

Ekspertki zwracają uwagę, że maski zakłócają podstawy komunikacji międzyludzkiej (werbalnej i niewerbalnej). **Ograniczone rozpoznawanie twarzy spowodowane maskami prowadzi do tłumienia sygnałów emocjonalnych. Maski zatem zakłócają interakcje społeczne, wymazując pozytywny efekt uśmiechów i śmiechu, ale jednocześnie znacznie zwiększając prawdopodobieństwo nieporozumień, ponieważ negatywne emocje są również mniej widoczne pod maskami** [42].

Spadek percepcji empatii poprzez użycie maski z zakłóceniem relacji lekarz–pacjent został już naukowo udowodniony na podstawie badania z randomizacją (istotne statystycznie, $z p = 0,04$) [99]. W tym badaniu u 1030 pacjentów oceniono konsultacyjny pomiar empatii, wskaźnik PEI (ang. Patient Enablement Instrument) oraz skalę oceny zadowolenia. **516 lekarzy, którzy nosili maski przez cały czas, okazywali pacjentom zmniejszoną empatię, a tym samym niweczyli pozytywne, prozdrowotne skutki dynamicznej relacji.** Wyniki te pokazują zakłócenie interakcji międzyludzkich i dynamiki relacji spowodowane przez maski.

Wytyczne WHO dotyczące używania masek u dzieci w społeczności, opublikowane w sierpniu 2020 r., wskazują, że korzyści wynikające z używania masek u dzieci należy zestawiać z potencjalnymi szkodami, w tym obawami społecznymi i komunikacyjnymi [100].

Obawy, że szeroko zakrojone działania pandemiczne doprowadzą do dysfunkcji życia społecznego o zdegradowanych interakcjach społecznych, kulturowych i psychologicznych, wyrażali także inni eksperci [6 , 7 , 8 , 42].

3.11. Skutki uboczne i zagrożenia w medycynie społecznej i pracy

Oprócz dolegliwości charakterystycznych dla maski, takich jak uczucie gorąca, wilgoci, duszność i ból głowy, udokumentowano różne zjawiska fizjologiczne, takie jak znaczny wzrost częstości akcji serca i oddechu, upośledzenie parametrów czynności płuc, zmniejszenie czynności krążeniowo-oddechowej. (np. niższa maksymalna odpowiedź mleczanowa krwi) [15 , 19 , 21 , 23 , 29 , 30 , 31], a także zmiany tlenu i dwutlenku węgla zarówno w końcowym wydechu, jak i w powietrzu pod maską, mierzone we krwi osobników [13 , 15 , 18 , 19 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 27 , 28 , 29 , 30 , 31 , 32 , 33 , 34]. Istotne zmiany były mierzalne już po kilku minutach noszenia maski i w niektórych przypadkach osiągały wartości rzędu minus 13% obniżonego stężenia O_2 i 30-krotnego wzrostu stężenia CO_2 w wdychanym powietrzu pod maską ($p < 0,001$) [18]. Obserwowane zmiany były nie tylko istotne statystycznie, ale także klinicznie; badani wykazywali również patologiczne wysycenie tlenem po ekspozycji na maski ($p < 0,02$) [18].

Zadyszka podczas lekkiego wysiłku (6 min marszu) pod maskami chirurgicznymi została odnotowana z istotnością statystyczną u 44 zdrowych osób w prospektywnym eksperymentalnym badaniu interwencyjnym ($p < 0,001$) [101]. Tutaj skargi zostały ocenione za pomocą subiektywnej, wizualnej skali analogowej.

W innym badaniu z 2011 roku wszystkie testowane maski powodowały istotnie mierzalny wzrost dyskomfortu i uczucia zmęczenia u 27 badanych podczas długotrwałego użytkowania ($p < 0,0001$) [69].

Objawy te prowadzą do dodatkowego stresu u osoby noszącej maskę zawodową, a tym samym, w związku z uczuciem wyczerpania, przyczyniają się do samonapędzającego się błędnego koła wywołanego wegetatywną aktywacją układu współczulnego, co dodatkowo zwiększa częstość oddechów i serca, ciśnienie krwi i zwiększone poczucie zmęczenia [16 , 20 , 35 , 83].

Inne badania wykazały, że psychologiczne i fizyczne skutki masek mogą prowadzić do dodatkowego zmniejszenia wydajności pracy (mierzonej za pomocą Skali Subiektywnych Objawy podczas Pracy Roberge, skala Likerta od 1 do 5), poprzez zwiększone uczucie zmęczenia, niezadowolenia i lęk [58 , 102 , 103].

Noszenie masek przez dłuższy czas **prowadziło również do upośledzenia fizjologicznego i psychicznego w innych badaniach, a tym samym do zmniejszenia wydajności pracy** [19 , 36 , 58 , 69]. W doświadczeniach na sprzęcie ochrony dróg oddechowych, zwiększenie objętości martwej przestrzeni o 350 ml **prowadzi do skrócenia możliwego czasu działania** o około. –19%, ponadto do zmniejszenia komfortu oddychania o –18% (mierzonego za pomocą subiektywnej skali ocen) [58]. Ponadto czas spędzony na pracy i przepływ pracy zostaje przerwany i skrócony poprzez zakładanie i zdejmowanie masek oraz ich wymianę. Zmniejszona wydajność pracy została odnotowana w literaturze znalezionej w sposób opisany powyżej (zwłaszcza w **rozdziale 3.1** oraz **Sekcja 3.2**), ale nie została szczegółowo oszacowana [36 , 58].

Maska chirurgiczna i sprzęt ochronny N95 często powodowały niepożądane skutki **u personelu medycznego**, takie jak bóle głowy, trudności w oddychaniu, trądzik, podrażnienie skóry, swędzenie, zmniejszona czujność, zmniejszona sprawność umysłowa oraz uczucie wilgoci i gorąca [19 , 29 , 37 , 71 , 85]. Subiektywne, zmniejszające wydajność pracy, związane z maską upośledzenia u użytkowników, mierzone specjalnymi wynikami ankiet i skalami Likerta, zostały również opisane w innych badaniach [15 , 21 , 27 , 32 , 35 , 43 , 66 , 67 , 68 , 72 , 96 , 99].

W **rozdziale 3.7** dotyczącym dermatologii wspomnieliśmy już o pracy, która wykazała znaczny wzrost temperatury o średnio 1,9°C (do ponad 34,5°C) w obszarze twarzy zakrytym maską ($p < 0,05$) [85]. Ze względu na stosunkowo większą reprezentację we wrażliwej korze mózgowej (homunkulusie), odczucie temperatury na twarzy jest bardziej decydujące dla dobrego samopoczucia niż inne obszary ciała [36 , 44]. W ten sposób można zintensyfikować odczuwanie dyskomfortu podczas noszenia maski. Co ciekawe, w naszej analizie stwierdziliśmy łączne występowanie wzrostu temperatury zmiennej fizycznej pod maską i objawowej niewydolności oddechowej w siedmiu z ośmiu analizowanych badań, z wzajemnym istotnie mierzonym występowaniem w 88%. Wykryliśmy również połączone występowanie znacząco zmierzonego wzrostu temperatury pod maską i znacząco zmierzony zmęczenie w 50% odpowiednich badań pierwotnych (trzy z sześciu artykułów, **rysunek 2**). Te skupione powiązania wzrostu temperatury z objawami upośledzenia oddychania i zmęczenia sugerują kliniczne znaczenie wykrytego wzrostu temperatury pod maskami. W najgorszym przypadku wymienione efekty mogą się wzajemnie wzmacniać i prowadzić do dekompensacji, zwłaszcza w przypadku POChP, niewydolności serca i niewydolności oddechowej.

Suma zakłóceń i dyskomfortów, które może wywołać maska, również przyczynia się do rozproszenia uwagi (patrz także upośledzenie psychiczne). Te, w połączeniu ze spadkiem umiejętności psychomotorycznych, zmniejszoną reaktywnością i ogólnie upośledzoną wydajnością poznawczą (wszystkie z nich są patofizjologicznymi skutkami noszenia maski) [19 , 29 , 32 , 39 , 40 , 41] mogą **prowadzić do niepowodzenia rozpoznawanie zagrożeń, a tym samym wypadków lub możliwych do uniknięcia błędów w pracy** [19 , 36 , 37]. Na szczególną uwagę zasługuje apatia wywołana maską ($p < 0,05$), zaburzenia myślenia ($p < 0,05$) i problemy z koncentracją ($p < 0,02$) mierzone skalą Likerta (1–5) [29]. **W związku z tym przepisy BHP podejmują działania przeciwko takim scenariuszom.** Niemieckie Ubezpieczenie od Wypadków przy Pracy (DGUV) ma precyzyjne i obszerne przepisy dotyczące sprzętu ochrony dróg oddechowych, w których dokumentuje ograniczenie czasu noszenia, poziomy intensywności pracy i określony obowiązek instruktażowy [104].

Standardy i normy określone w wielu krajach dotyczące różnych rodzajów masek chroniących pracowników są również istotne z punktu widzenia higieny pracy [105]. Na przykład w Niemczech obowiązują bardzo surowe wymagania dotyczące bezpieczeństwa masek z innych krajów międzynarodowych. Określają one wymagania dotyczące ochrony użytkownika [106]. Wszystkie te normy i towarzyszące im procedury certyfikacji zostały coraz bardziej złagodzone wraz z wprowadzeniem obowiązkowych masek dla ogółu społeczeństwa. Oznaczało to, że niecertyfikowane maski, takie jak maski społecznościowe, były również używane na dużą skalę w sektorach pracy i szkoły przez dłuższy czas podczas pandemii [107]. Ostatnio, w październiku 2020 r., Niemieckie Ubezpieczenie Społeczne (DGUV) zaleciło takie same limity czasu użytkowania masek społecznych, jak w przypadku półmasek filtrujących, a mianowicie maksymalnie trzy zmiany po 120 minut dziennie z przerwami na regenerację wynoszącymi 30 minut pomiędzy nimi. . W Niemczech maski FFP2 (N95) należy nosić przez 75 minut, po których następuje 30-minutowa przerwa. Dodatkowe badanie przydatności przez lekarzy specjalistów jest również obowiązkowe i przewidziane dla masek oddechowych stosowanych zawodowo [104].

3.12. Konsekwencje mikrobiologiczne dla użytkownika i środowiska: zanieczyszczenie obce/samoistne

Maski powodują zatrzymywanie wilgoci [61]. Słaba wydajność filtracji i nieprawidłowe stosowanie masek chirurgicznych i masek środowiskowych, a także ich częste ponowne używanie, oznaczają zwiększone ryzyko infekcji [108 , 109 , 110]. **Ciepłe i wilgotne środowisko stworzone przez i w maskach bez obecności mechanizmów ochronnych, takich jak przeciwciała, układ dopełniacza, komórki obronne i hamujące patogeny oraz na błonie śluzowej toruje drogę do niezakłóconego wzrostu, a tym samym idealnego wzrostu i rozmnażania gruntu dla różnych patogenów, takich jak bakterie i grzyby** [88], a także umożliwia akumulację wirusów [87]. Ciepły i wilgotny mikroklimat maski sprzyja gromadzeniu się różnych zarazków na i pod maskami [86], **a ich gęstość jest wymiennie proporcjonalna do czasu**

noszenia maski. Już po 2 godzinach noszenia maski gęstość patogenów wzrasta prawie dziesięciokrotnie w eksperymentalnych badaniach obserwacyjnych [87 , 89].

Z mikrobiologicznego i epidemiologicznego punktu widzenia maski w codziennym użytkowaniu stwarzają ryzyko skażenia. Może to wystąpić jako obce zanieczyszczenie, ale także jako samozanieczyszczenie. Z jednej strony zarazki są zasysane lub przyczepiają się do masek przez prądy konwekcyjne. Z drugiej strony potencjalne czynniki zakaźne z nosogardzieli gromadzą się nadmiernie zarówno na zewnątrz, jak i wewnątrz maski podczas oddychania [5 , 88]. Jest to spotęgowane kontaktem z zanieczyszczonymi rękami. Ponieważ maski są stale penetrowane przez oddech zawierający zarazki, a tempo reprodukcji patogenów jest wyższe na zewnątrz błon śluzowych, potencjalne patogeny zakaźne gromadzą się nadmiernie na zewnątrz i wewnątrz masek. Na i w maskach znajdują się dość poważne, potencjalnie chorobotwórcze bakterie i grzyby, takie jak *E. coli* (54% wszystkich wykrytych zarazków), *Staphylococcus aureus* (25% wszystkich wykrytych zarazków), *Candida* (6%), *Klebsiella* (5%), *Enterokoki* (4%), *Pseudomonads* (3%), *Enterobacter* (2%) i *Micrococcus* (1%) wykrywalne nawet w dużych ilościach [88].

W innym badaniu mikrobiologicznym stwierdzono, że bakteria *Staphylococcus aureus* (57% wszystkich wykrytych bakterii) i grzyb *Aspergillus* (31% wszystkich wykrytych grzybów) są dominującymi zarazkami na 230 badanych maskach chirurgicznych [86].

Po ponad sześciu godzinach użytkowania na 148 maskach noszonych przez personel medyczny w porządku malejącym znaleziono następujące wirusy: adenowirus, bocawirus, syncytialny wirus oddechowy i wirus grypy [87].

Z tego punktu widzenia problematyczne jest również to, że wilgoć rozprawdza te potencjalne patogeny w postaci drobnych kropelek poprzez działanie kapilarne na masce i w masce, przez co dalsza proliferacja w sensie zanieczyszczenia własnego i obcego przez aerozole może następnie nastąpić wewnętrznie i zewnętrznie. z każdym oddechem [35]. W związku z tym z literatury wiadomo również, że maski są odpowiedzialne za proporcjonalnie nieproporcjonalną produkcję drobnych cząstek w środowisku i, o dziwo, znacznie bardziej niż u ludzi bez masek [98].

Wykazano, że wszystkie osoby noszące maskę uwalniały do powietrza znacznie więcej mniejszych cząstek o wielkości 0,3–0,5 μm niż osoby bez masek, zarówno podczas oddychania, mówienia i kaszlu (maski materiałowe, chirurgiczne, N95, mierzone za pomocą Aerodynamic Particle Sizer). , APS, TS, model 3329) [98]. Wzrost wykrywalności rinowirusów w badaniach wartowniczych niemieckiego RKI od 2020 r. [90] może być kolejnym wskaźnikiem tego zjawiska, ponieważ maski były konsekwentnie używane przez ogólną populację w przestrzeni publicznej w tym roku.

3.13. Konsekwencje epidemiologiczne

Możliwe skutki uboczne i zagrożenia związane z maskami opisane w tym artykule opierają się na badaniach różnych typów masek. Należą do nich profesjonalne maski typu maski chirurgiczne i N95/KN95 (odpowiednik FFP2), które są powszechnie używane w życiu codziennym, ale także maski z tkaniny, które były początkowo używane. W przypadku N95, N oznacza National Institute for Occupational Safety and Health of the United States (NIOSH), a 95 oznacza 95-procentową zdolność filtrowania drobnych cząstek do co najmniej 0,3 μm [82].

Poważnym ryzykiem używania masek u ogółu społeczeństwa jest tworzenie fałszywego poczucia bezpieczeństwa w odniesieniu do ochrony przed infekcjami wirusowymi, zwłaszcza w sensie fałszywie zakładanej silnej samoobrony. Lekceważenie ryzyka infekcji może nie tylko lekceważyć aspekty kontroli źródła, ale także skutkować innymi niedogodnościami. Chociaż istnieje sporo profesjonalnych pozytywnych relacji o powszechnym używaniu masek w ogólnej populacji [111], większość poważnych i ewidentnych doniesień naukowych stwierdza, że ogólny obowiązek noszenia masek niesie ze sobą fałszywe poczucie bezpieczeństwa [4 , 5]. Prowadzi to jednak do zaniedbania tych środków, które według WHO mają wyższy poziom skuteczności niż noszenie masek: dystansu społecznego i higieny rąk [2 , 112]. Badacze byli w stanie dostarczyć statystycznie istotne dowody fałszywego poczucia bezpieczeństwa i bardziej ryzykownego zachowania podczas noszenia masek w warunkach eksperymentalnych [112].

Decydenci w wielu krajach poinformowali swoich obywateli na wczesnym etapie pandemii w marcu 2020 r., że osoby bez objawów nie powinny używać masek medycznych, ponieważ stwarza to fałszywe poczucie bezpieczeństwa [113]. Zalecenie zostało ostatecznie zmienione w wielu krajach. Przynajmniej Niemcy wskazały, że osoby noszące niektóre rodzaje masek, takie jak zwykłe maski z tkaniny (maski społeczności), nie mogą na nich polegać w celu ochrony siebie lub innych przed przenoszeniem SARS-CoV-2 [114].

Jednak naukowcy skarżą się nie tylko na brak dowodów na istnienie masek z tkaniny w zakresie pandemii [16 , 110], ale także na wysoką przepuszczalność masek z tkaniny przez cząstki i potencjalne ryzyko infekcji, jakie stwarzają [108 , 109]. Zwykłe maski z tkaniny o 97% penetracji dla cząstek o wielkości $\geq 0,3 \mu\text{m}$ stanowią wyraźny kontrast z medycznymi maskami chirurgicznymi o 44% penetracji. Natomiast maska N95 ma współczynnik penetracji mniejszy niż 0,01% dla cząstek $\geq 0,3 \mu\text{m}$ w eksperymencie laboratoryjnym [108 , 115].

W warunkach klinicznych w szpitalach i przychodniach wytyczne WHO zalecają tylko maski chirurgiczne na wirusy grypy podczas całego leczenia pacjenta, z wyjątkiem środków silnie generujących aerozol, dla których sugerowane są drobniejsze maski filtrujące typu N95. **Jednak poparcie WHO dla określonych typów masek nie jest całkowicie oparte na dowodach ze względu na brak wysokiej jakości badań w sektorze zdrowia [108 , 109 , 116 , 117].**

W eksperymencie laboratoryjnym (badanie na poziomie dowodów IIa) wykazano, że zarówno maski chirurgiczne, jak i maski N95 wykazują deficyty ochrony przed SARS-CoV-2 i wirusami grypy przy użyciu aerozoli niezawierających wirusów [118]. W tym badaniu maska N95 równoważna FFP2 działała znacznie lepiej w zakresie ochrony (8–12 razy skuteczniejsza) niż maska chirurgiczna, **ale żaden z typów masek nie zapewnił niezawodnej, opartej na hipotezach ochrony przed wirusami koronowymi i grypą. Oba typy masek mogły być penetrowane bez przeszkód dla cząstek aerozolu o średnicy od 0,08 do 0,2 μm . Zarówno patogeny SARS-CoV-2 o wielkości od 0,06 do 0,14 μm [119], jak i wirusy grypy o wielkości od 0,08 do 0,12 μm są niestety znacznie poniżej rozmiarów porów maski [118].**

Zdolność filtrowania maski N95 do 0,3 μm [82] zwykle **nie jest osiągnięta przez maski chirurgiczne i maski społeczne. Natomiast krople aerozolu o średnicy od 0,09 do 3 μm mają służyć jako medium transportowe dla wirusów.** Przenikają one również w 40% do masek medycznych. Często dochodzi również do słabego dopasowania między twarzą a maską, co dodatkowo pogarsza ich funkcję i bezpieczeństwo [120]. Problematiczne jest gromadzenie się kropelek aerozolu na masce. Nie tylko absorbują nanocząsteczki, takie jak wirusy [6], ale również podążają za przepływem powietrza podczas wdechu i wydechu, powodując, że są przenoszone dalej. Ponadto opisano proces fizycznego rozpadu kropelek aerozolu w wzrastających temperaturach, który zachodzi również pod maską [15 , 44 , 85]. Proces ten może prowadzić do zmniejszenia wielkości drobnych kropelek wody do średnicy wirusa [121 , 122]. **Maski filtrują większe kropelki aerozolu, ale nie mogą zatrzymać samych wirusów i takich mniejszych, potencjalnie zawierających wirusy kropelek aerozolu o wielkości poniżej 0,2 μm , a zatem nie mogą zatrzymać rozprzestrzeniania się wirusa [123].**

Podobnie, w badaniach porównawczych in vivo N95 i masek chirurgicznych, nie było istotnych różnic w częstości infekcji wirusem grypy [124 , 125]. Chociaż kontrastuje to z zachęcającymi wynikami laboratoryjnymi in vitro z aerozolami wolnymi od wirusów w warunkach nienaturalnych, nawet z maskami z tkaniny [126], należy zauważyć, że w naturalnych warunkach in vivo obiecujące funkcje filtracyjne masek tkaninowych opartych na elektrostatyce efekty również szybko zanikają wraz ze wzrostem wilgotności [127]. Szwajcarski test laboratoryjny tekstyliów różnych masek dostępnych na rynku dla ogółu społeczeństwa potwierdził niedawno, że większość rodzajów masek filtruje aerozole w niewystarczającym stopniu. Dla wszystkich z wyjątkiem ośmiu testowanych typów masek wielokrotnego użytku z tkaniny skuteczność filtracji zgodnie z normą EN149 była zawsze mniejsza niż 70% dla cząstek o wielkości 1 μm . W przypadku masek jednorazowych tylko połowa z ośmiu testowanych typów masek była wystarczająco wydajna w zakresie filtrowania, aby zatrzymać 70% cząstek o rozmiarze 1 μm [128].

Niedawne badanie eksperymentalne wykazało nawet, że wszyscy ludzie noszący maski (chirurgiczne, N95, maski z tkaniny) uwalniają do powietrza znacznie i proporcjonalnie mniejsze cząstki o wielkości 0,3 do 0,5 μm niż osoby bez masek, zarówno podczas oddychania, mówienia, jak i kaszlu [98]. Zgodnie z tym maski działają jak nebulizatory i przyczyniają się do wytwarzania bardzo drobnych aerozoli. Z przyczyn fizycznych mniejsze cząstki rozprzestrzeniają się jednak szybciej i dalej niż duże. Szczególnie interesujące w tym eksperymentalnym badaniu referencyjnym było odkrycie, że osoba testująca nosząca maskę z jednowarstwową tkaniny była również w stanie uwolnić łącznie 384% więcej cząstek (o różnych rozmiarach) podczas oddychania **niż osoba bez [98].**

Nie tylko wspomniane słabości funkcjonalne samych masek prowadzą do problemów, ale także ich stosowanie. **Zwiększa to ryzyko fałszywego poczucia bezpieczeństwa.** Zgodnie z literaturą, podczas używania masek popełniają błędy **zarówno pracownicy służby zdrowia, jak i laicy**, ponieważ prawidłowe stosowanie masek pod względem higienicznym wcale nie jest intuicyjne. **Ogółem 65% pracowników służby zdrowia i aż 78% ogólnej populacji używa masek nieprawidłowo [116].** Zarówno w przypadku masek chirurgicznych, jak i masek N95 przestrzeganie zasad użytkowania jest upośledzone i nie jest odpowiednio przestrzegane z powodu zmniejszonej możliwości noszenia z dyskomfortem cieplnym i podrażnieniem skóry [29 , 35 , 116 , 129]. Sytuację pogarsza akumulacja dwutlenku węgla z powodu martwej przestrzeni (zwłaszcza pod maskami N95) z opisanymi wynikami bólów głowy [19 , 27 , 37 , 66 , 67 , 68 , 83]. Zwiększone tętno, swędzenie i uczucie wilgoci [15 , 29 , 30 , 35 , 71] prowadzą również do obniżenia bezpieczeństwa i jakości podczas użytkowania (zob. również skutki uboczne i zagrożenia dla zdrowia społecznego i zawodowego). Z tego powodu maski (codzienne) są nawet uważane za ogólne ryzyko infekcji w ogólnej populacji, co nie zbliża się do naśladowania ścisłych zasad higieny szpitali i gabinetów lekarskich: rzekome bezpieczeństwo staje się więc zagrożeniem samym w sobie. [5].

W metaanalizie dowodów poziomu Ia złecone przez WHO nie udało się wykazać wpływu masek w kontekście zapobiegania pandemii wirusa grypy [130]. W 14 randomizowanych, kontrolowanych

badaniach nie wykazano zmniejszenia przenoszenia potwierdzonych laboratoryjnie zakażeń grypą. Ze względu na podobną wielkość i szlaki dystrybucji gatunków wirusa (grypa i korona, patrz wyżej), dane można również przenieść na SARS-CoV-2 [118]. Niemniej jednak połączenie okazjonalnego noszenia masek z odpowiednim myciem rąk spowodowało nieznaczne zmniejszenie zakażeń grypą w jednym badaniu [131]. Ponieważ jednak w tym badaniu nie osiągnięto rozdzielania higieny rąk i masek, działanie ochronne można raczej przypisać higienie rąk, biorąc pod uwagę wyżej wymienione dane [131].

Opublikowane niedawno duże prospektywne duńskie badanie porównujące osoby noszące maski i osoby nie noszące masek pod względem częstości infekcji SARS-CoV2 nie wykazało żadnych statystycznie istotnych różnic między grupami [132].

3.14. Pediatriczne skutki uboczne i zagrożenia

Dzieci są szczególnie narażone i mogą być bardziej narażone na niewłaściwe leczenie lub dodatkową krzywdę. Można założyć, że potencjalne niepożądane efekty maski opisane dla dorosłych są tym bardziej istotne dla dzieci (patrz **Sekcje 3.1** do **Sekcji 3.13**: **fizjologiczne wewnętrzne, neurologiczne, psychologiczne, psychiatryczne, dermatologiczne, laryngologiczne, dentystryczne, socjologiczne, zawodowe i społeczne, zaburzenia mikrobiologiczne i epidemiologiczne**, a także **Figura 2** i **Figura 3**).

Szczególną uwagę należy zwrócić na oddychanie dzieci, które stanowi krytyczną i wrażliwą zmienną fizjologiczną ze względu na wyższe zapotrzebowanie na tlen, zwiększoną podatność OUN na hipoksję, dolną rezerwę oddechową, mniejsze drogi oddechowe z silniejszym wzrostem oporu przy zwężeniu światła. Odruch nurkowania wywołany stymulacją nosa i górnej wargi może spowodować zatrzymanie oddechu lub bradykardię w przypadku niedoboru tlenu.

Maski obecnie używane dla dzieci to wyłącznie maski dla dorosłych, produkowane w mniejszych wymiarach geometrycznych i nie zostały specjalnie przetestowane ani zatwierdzone do tego celu [133].

W eksperymentalnym brytyjskim badaniu badawczym maski często powodowały uczucie gorąca ($p < 0,0001$) i problemy z oddychaniem ($p < 0,03$) u 100 dzieci w wieku szkolnym w wieku od 8 do 11 lat, zwłaszcza podczas wysiłku fizycznego, dlatego sprzęt ochronny została zdjęta przez 24% dzieci podczas aktywności fizycznej [133]. Kryteriami wykluczenia z tego eksperymentu z maską były choroby płuc, zaburzenia sercowo-naczyniowe i klaustrofobia [133].

Naukowcy z Singapuru byli w stanie wykazać w swoim badaniu poziomu Ib opublikowanym w renomowanym czasopiśmie „nature”, że 106 dzieci w wieku od 7 do 14 lat, które nosiły maski FFP2 tylko przez 5 minut, wykazało wzrost poziomu wdechowego i wydechowego CO₂, co wskazuje zaburzona fizjologia oddechu [26].

Jednak zaburzona fizjologia układu oddechowego u dzieci może mieć długoterminowe konsekwencje związane z chorobą. Wiadomo, że nieznacznie podwyższone poziomy CO₂ zwiększają częstość akcji serca, ciśnienie krwi, bóle głowy, zmęczenie i zaburzenia koncentracji [38].

W związku z tym następujące stany zostały wymienione jako kryteria wykluczające ze stosowania masek [26]: każda choroba sercowo-płucna obejmująca, ale nie wyłącznie: astmę, zapalenie oskrzeli, mukowiscydozę, wrodzoną chorobę serca, rozedmę płuc; każdy stan, który może ulec pogorszeniu przez wysiłek fizyczny, w tym między innymi: astma wywołana wysiłkiem fizycznym; infekcje dolnych dróg oddechowych (zapalenie płuc, zapalenie oskrzeli w ciągu ostatnich 2 tygodni), zaburzenia lękowe, cukrzyca, nadciśnienie lub padaczka/zaburzenia napadowe; jakkolwiek niepełnosprawność fizyczna spowodowana chorobą medyczną, ortopedyczną lub nerwowo-mięśniową; jakkolwiek ostra choroba górnych dróg oddechowych lub objawowy nieżyt nosa (nieδροżność nosa, katar lub kichanie); każdy stan z deformacją, która wpływa na dopasowanie maski (np. zwiększone owłosienie twarzy, deformacje twarzoczaszki itp.).

Ważne jest również, aby podkreślić możliwe efekty masek w chorobach neurologicznych, jak opisano wcześniej (**sekcja 3.3**).

Zarówno maski, jak i osłony na twarz wywołały strach u 46% dzieci (37 z 80) w badaniu naukowym. Jeśli dzieci mają wybór, czy badający je lekarz powinien nosić maskę, w 49% przypadków odrzucają tę opcję. Wraz z rodzicami dzieci wolą, aby healer nosił przyłbicę twarzy (istotnie statystycznie przy $p < 0,0001$) [134].

Niedawne badanie obserwacyjne dziesiątek tysięcy dzieci noszących maski w Niemczech pomogło badaczom zidentyfikować skargi na bóle głowy (53%), trudności z koncentracją (50%), brak radości (49%), trudności w nauce (38%) i zmęczenie u 37 osób. % z 25 930 ocenionych dzieci. Spośród obserwowanych dzieci 25% miało nowy początek lęku, a nawet koszmary senne [135]. U dzieci scenariusze zagrożenia generowane przez otoczenie są dalej utrzymywane za pomocą masek, w niektórych przypadkach jeszcze bardziej nasilane, a tym samym nasila się istniejący stres (obecność podświadomych lęków) [16 , 35 , 136 , 137].

To z kolei może prowadzić do nasilenia chorób psychosomatycznych i związanych ze stresem [74 , 75]. Na przykład, zgodnie z oceną, 60% osób noszących maski wykazywało poziom stresu najwyższej klasy 10 w skali od 1 do maksymalnie 10. Mniej niż 10% ankietowanych użytkowników masek miało poziom stresu niższy niż 8 na możliwe 10 [74].

Ponieważ dzieci są uważane za specjalną grupę, WHO wydała również oddzielne wytyczne dotyczące używania masek u dzieci w społeczności w sierpniu 2020 r., wyraźnie doradzając decydentom

politycznym i władzom krajowym, biorąc pod uwagę ograniczone dowody, że korzyści z używania masek u dzieci należy porównać z potencjalnymi szkodami związanymi z używaniem masek. Obejmuje to wykonalność i dyskomfort, a także kwestie społeczne i komunikacyjne [100].

Zdaniem ekspertów maski blokują podstawy komunikacji międzyludzkiej i wymiany emocji oraz nie tylko utrudniają naukę, ale także pozbawiają dzieci pozytywnych skutków uśmiechu, śmiechu i mimikry emocjonalnej [42]. Skuteczność masek u dzieci jako ochrony przed wirusami jest kontrowersyjna i brak jest dowodów na ich powszechne stosowanie u dzieci; jest to również omawiane bardziej szczegółowo przez naukowców z Niemieckiego Uniwersytetu w Bremie w swoich pracach dyplomowych 2.0 i 3.0 [138].

3.15. Wpływ na środowisko

Według szacunków WHO dotyczących zapotrzebowania na 89 milionów masek miesięcznie, ich globalna produkcja będzie nadal wzrastać podczas pandemii korony [139]. Ze względu na skład m.in. jednorazowych masek chirurgicznych z polimerami takimi jak polipropylen, poliuretan, poliakrylonitryl, polistyren, poliwęglan, polietylen i poliester [140] można spodziewać się coraz większego globalnego wyzwania, także z punktu widzenia ochrony środowiska, zwłaszcza poza Europą, przy braku strategii recyklingu i utylizacji [139]. Wspomniane polimery jednorazowego użytku zostały zidentyfikowane jako znaczące źródło cząstek plastiku i plastiku dla zanieczyszczenia wszystkich obiegów wodnych, aż do środowiska morskiego [141].

Istotnym czynnikiem zagrożenia dla zdrowia są odpady masek w postaci mikroplastików po rozkładzie w łańcuchu pokarmowym. Podobnie skażone makroskopowe odpady masek jednorazowego użytku – zwłaszcza przed rozpadem mikroskopowym – stanowią szeroko rozpowszechnione środowisko dla drobnoustrojów (pierwotniaków, bakterii, wirusów, grzybów) pod względem inwazyjnych patogenów [86 , 87 , 88 , 89 , 142]. Właściwa utylizacja biozakażonego materiału masek do codziennego użytku jest niewystarczająco uregulowana nawet w krajach zachodnich.

4. Dyskusja

Potencjalne drastyczne i niepożądane skutki stwierdzone w obszarach multidyscyplinarnych ilustrują ogólny zakres globalnych decyzji dotyczących masek w społeczeństwie w świetle walki z pandemią. Zgodnie z odnalezioną literaturą, istnieją wyraźne, naukowo udokumentowane niekorzystne skutki dla osoby noszącej maskę, zarówno na poziomie psychologicznym, jak i społecznym oraz fizycznym.

Ani instytucje wyższego szczebla, takie jak WHO czy Europejskie Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób (ECDC), ani instytucje krajowe, takie jak Centers for Disease Control and Prevention, GA, USA (CDC) czy niemiecki RKI, nie poparte rzetelnymi danymi naukowymi pozytywny wpływ masek w społeczeństwie (w sensie zmniejszonego tempa rozprzestrzeniania się COVID-19 w populacji) [2 , 4 , 5].

Wbrew ustalonemu naukowo standardowi medycyny opartej na dowodach, krajowe i międzynarodowe organy ds. zdrowia wydały swoje teoretyczne oceny dotyczące masek w miejscach publicznych, mimo że obowiązkowe noszenie masek daje zwodnicze poczucie bezpieczeństwa [5 , 112 , 143].

Z epidemiologicznego punktu widzenia infekcji, maski w codziennym użytkowaniu stwarzają ryzyko skażenia przez użytkownika zarówno od wewnątrz, jak i od zewnątrz, w tym poprzez skażone ręce [5 , 16 , 88]. Dodatkowo maski są nasączone wydychanym powietrzem, które potencjalnie gromadzi czynniki zakaźne z nosogardzieli, a także z otaczającego powietrza na zewnątrz i wewnątrz maski. W szczególności należy tu wymienić groźne bakterie i grzyby wywołujące infekcje [86 , 88 , 89], ale także wirusy [87]. Niezwykły wzrost wykrywalności rinowirusów w badaniach wartowniczych niemieckiego RKI od 2020 r. [90] może wskazywać na to zjawisko. Pożądane byłoby zatem wyjaśnienie w drodze dalszych badań.

Naukowcy uważają, że maski używane przez ogół społeczeństwa stwarzają ryzyko infekcji, ponieważ znormalizowane zasady higieny szpitali nie mogą być przestrzegane przez ogół społeczeństwa [5]. Ponadto osoby noszące maski (chirurgiczne, N95, maski z tkaniny) wydychają stosunkowo mniejsze cząsteczki (rozmiar od 0,3 do 0,5 μm) niż osoby bez masek, a głośniejsza mowa pod maskami dodatkowo wzmacnia tę zwiększoną produkcję drobnego aerozolu przez osobę noszącą maskę (nebulizator). efekt) [98].

Historia współczesności pokazuje, że już w pandemii grypy w latach 1918–1919, 1957–58, 1968, 2002, w SARS 2004–2005, a także w czasie grypy w 2009 roku maski w codziennym użytkowaniu nie mogły osiągnąć oczekiwanej wartości. sukces w walce ze scenariuszami infekcji wirusowych [67 , 144]. Doświadczenia doprowadziły do badań naukowych opisujących już w 2009 roku, że maski nie wykazują żadnego znaczącego wpływu na wirusy w codziennym scenariuszu [129 , 145]. Jeszcze później naukowcy i instytucje oceniły maski jako nieodpowiednie do bezpiecznej ochrony użytkownika przed wirusowymi infekcjami dróg oddechowych [137 , 146 , 147]. Nawet w zastosowaniach szpitalnych maskom chirurgicznym brakuje mocnych dowodów na ochronę przed wirusami [67].

Oryginalnie zrodzona z przydatnej wiedzy na temat ochrony ran przed oddechem chirurgów i głównie bakteriowym skażeniem kropelkowym [144 , 148 , 149], maska była wyraźnie niewłaściwie używana z w dużej mierze niepoprawnym popularnym codziennym stosowaniem, szczególnie w Azji w ostatnich latach [150]. Co znamienne, socjolog Beck opisał maskę jako kosmetyk ryzyka już w 1992 roku [151]. Niestety, maska tkwi w błędnym kole: ściśle mówiąc, chroni tylko symbolicznie, a jednocześnie reprezentuje strach przed

infekcją. Zjawisko to jest wzmacniane przez zbiorowe sianie strachu, które jest stale pielęgnowane przez media głównego nurtu [137].

Obecnie maska stanowi rodzaj wsparcia psychologicznego dla ogólnej populacji podczas pandemii wirusa, obiecując im dodatkową swobodę poruszania się, zmniejszającą lęk. Zalecenie używania masek w sensie „kontroli źródła” nie z samoobrony, ale z „altruizmu” [152] jest również bardzo popularne wśród organów regulacyjnych, a także populacji wielu krajów. Zalecenie WHO dotyczące masek w obecnej pandemii jest nie tylko podejściem czysto infekcyjnym, ale także jasno określa możliwe korzyści dla zdrowych ludzi w społeczeństwie. W szczególności wymienia się zmniejszoną potencjalną stygmatyzację osób noszących maskę, poczucie wkładu w zapobieganie rozprzestrzenianiu się wirusa, a także przypomnienie o przestrzeganiu innych środków [2].

Nie należy zapominać, że najnowsze dane sugerują, że wykrycie infekcji SARS-CoV-2 nie wydaje się być bezpośrednio związane z używaniem popularnych masek. Grupy badane w retrospektywnym badaniu porównawczym (zakażone SARS-CoV-2 i niezakażone) nie różniły się zwyczajem używania masek: około 70% badanych w obu grupach zawsze nosiło maski, a kolejne 14,4% często [143].

W duńskim prospektywnym badaniu dotyczącym noszenia masek, przeprowadzonym na około 6000 uczestników i opublikowanym w 2020 r., naukowcy nie stwierdzili statystycznie istotnej różnicy w częstości występowania infekcji SARS-CoV-2 porównując grupę 3030 osób noszących maski z 2994 osobami bez masek. uczestników badania ($p = 0,38$) [132].

Rzeczywiście, w przypadku infekcji wirusowych maski wydają się być nie tylko mniej skuteczne niż oczekiwano, ale także niepozbawione niepożądanych biologicznych, chemicznych, fizycznych i psychologicznych skutków ubocznych [67]. W związku z tym niektórzy eksperci twierdzą, że nieprofesjonalizm oparty na dobrych intencjach może być dość niebezpieczny [6].

Koledzy dermatolodzy jako pierwsi opisali powszechne niepożądane skutki noszenia masek w większych zbiorowościach. Proste, bezpośrednie fizyczne, chemiczne i biologiczne działanie masek wraz ze wzrostem temperatury, wilgotności i podrażnieniami mechanicznymi powodowało trądzik nawet u 60% użytkowników [37 , 71 , 72 , 73 , 85]. Inne istotnie udokumentowane konsekwencje to egzema, uszkodzenie skóry i ogólne upośledzenie funkcji bariery skórnej [37 , 72 , 73].

Te bezpośrednie skutki stosowania masek są ważnym wskaźnikiem dalszych szkodliwych skutków wpływających na inne układy narządów.

W naszej pracy zidentyfikowaliśmy potwierdzone naukowo i liczne statystycznie istotne działania niepożądane masek w różnych dziedzinach medycyny, szczególnie w odniesieniu do zakłócającego wpływu na bardzo złożony proces oddychania oraz negatywnego wpływu na fizjologię oddechową i metabolizm gazów organizmu (patrz **Rysunek 2** i **Rysunek 3**). Fizjologia układu oddechowego i wymiana gazowa odgrywają kluczową rolę w utrzymywaniu równowagi w organizmie człowieka [136 , 153]. Według badań, które odkryliśmy, objętość martwej przestrzeni jest prawie podwojona przez noszenie maski i ponad dwukrotny opór oddychania (**Rysunek 3**) [59 , 60 , 61] prowadzą do ponownego oddychania dwutlenkiem węgla z każdym cyklem oddechowym [16 , 17 , 18 , 39 , 83] z – głównie u zdrowych ludzi – podprogą, ale u osób chorych częściowo patologicznym wzrostem ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla (PaCO_2) we krwi [25 , 34 , 58]. Zgodnie z wynikami badań pierwotnych, zmiany te odruchowo przyczyniają się do wzrostu częstotliwości i głębokości oddechu [21 , 23 , 34 , 36] z odpowiednim wzrostem pracy mięśni oddechowych poprzez fizjologiczne mechanizmy sprzężenia zwrotnego [31 , 36]. Nie jest to więc, jak początkowo zakładano, czysto pozytywny trening poprzez używanie masek. Zwiększa to często podprogowy spadek saturacji tlenem SpO_2 we krwi [23 , 28 , 29 , 30 , 32], który jest już redukowany przez zwiększoną objętość martwej przestrzeni i zwiększony opór oddechowy [18 , 31].

Ogólny możliwy wynikowy mierzalny spadek nasycenia tlenem O_2 krwi z jednej strony [18 , 23 , 28 , 29 , 30 , 32] i wzrost dwutlenku węgla (CO_2) z drugiej [13 , 15 , 19 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28], przyczyniają się do zwiększenia noradrenergicznego odpowiedzi na stres, ze zwiększeniem częstości akcji serca [29 , 30 , 35] i zwiększenie częstości oddechów [15 , 21 , 23 , 34], w niektórych przypadkach również do znacznego wzrostu ciśnienia tętniczego [25 , 35].

U osób paniki skłonnej stresogennych noradrenergicznego aktywacji układu współczulnego można częściowo bezpośrednio pośredniczy dwutlenku węgla (CO_2), mechanizm na sinawego w pniu mózgu [39 , 78 , 79 , 153], ale także w znany sposób, za pomocą chemowrażliwe neurony jądra solitariusa w rdzeniu [136 , 154]. Jądro solitariusa [136] znajduje się w najgłębszej części pnia mózgu, będącej bramą do neuronalnej kontroli oddechowej i krążenia [154]. Obniżony poziom tlenu (O_2) we krwi powoduje aktywację osi współczulnej za pośrednictwem chemoreceptorów w tętnicach szyjnych [155 , 156].

Nawet podprogowe zmiany w gazometrii, takie jak te wywoływane podczas noszenia maski, powodują reakcje w tych ośrodkach kontroli w ośrodkowym układzie nerwowym. Maski zatem wyzwalają bezpośrednie reakcje w ważnych ośrodkach kontrolnych dotkniętego chorobą mózgu poprzez najmniejsze zmiany tlenu i dwutlenku węgla we krwi osoby noszącej [136 , 154 , 155].

Udowodniono naukowo związek między zaburzeniami oddychania a chorobami sercowo-oddechowymi, takimi jak nadciśnienie, bezdech senny i zespół metaboliczny [56 , 57]. Co ciekawe, obniżone poziomy tlenu/ O_2 we krwi, a także zwiększone poziomy dwutlenku węgla/ CO_2 we krwi są uważane za główne czynniki wyzwalające reakcję na stres współczulny [38 , 136]. Wspomniane wyżej chemowrażliwe neurony jądra solitariusa w rdzeniu są uważane za główne odpowiedzialne ośrodki kontroli [136 , 154 , 155]. Klinicznym skutkiem przedłużonego noszenia maski byłoby zatem wyobrażalne nasilenie przewlekłych reakcji stresowych i

negatywny wpływ na metabolizm prowadzący do zespołu metabolicznego. Znalezione przez nas badania masek pokazują, że takie istotne dla choroby zmiany gazów oddechowych (O_2 i CO_2) [38, 136] są osiągalne już przez noszenie maski [13, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34].

Związek między hipoksją, reakcjami współczulnymi i uwalnianiem leptyny jest naukowo znany [136].

Dodatkowo ważne jest powiązanie oddychania z wpływem na inne funkcje organizmu [56, 57], w tym psychikę z generowaniem pozytywnych emocji i popędu [153]. Najnowsze odkrycia z badań neuropsychobiologicznych wskazują, że oddychanie jest nie tylko funkcją regulowaną przez zmienne fizyczne w celu ich kontrolowania (mechanizm sprzężenia zwrotnego), ale raczej niezależnie wpływa na ośrodki mózgowe wyższego poziomu, a tym samym pomaga również w kształtowaniu funkcji psychologicznych i innych funkcji organizmu. i reakcje [153, 157, 158]. Ponieważ maski utrudniają oddychanie użytkownikowi i przyspieszają go, działają całkowicie wbrew zasadom **oddychania prozdrowotnego** [56, 57] stosowany w medycynie holistycznej i jodze. Według ostatnich badań niezakłócony oddech jest niezbędny dla szczęścia i zdrowego popędu [157, 159], ale maski działają przeciwko temu.

Skutkiem znacznych zmian gazometrii krwi w kierunku hipoksji (spadek saturacji tlenem) i hiperkapnii (wzrost stężenia dwutlenku węgla) przez maski może zatem mieć klinicznie istotny wpływ na organizm człowieka nawet bez przekraczania normy granice.

Według najnowszych odkryć naukowych przesunięcia gazometrii w kierunku hipoksji i hiperkapnii mają wpływ nie tylko na opisane reakcje natychmiastowe, psychologiczne i fizjologiczne na poziomie makroskopowym i mikroskopowym, ale dodatkowo na ekspresję i metabolizm genów na molekularnym poziomie komórkowym u wielu różnych komórek ciała. W ten sposób drastyczna, destrukcyjna interwencja masek w fizjologię ciała staje się również widoczna na poziomie komórkowym, np. w aktywacji czynnika indukowanego hipoksją (HIF) poprzez zarówno hiperkapnię, jak i efekty podobne do hipoksji [160]. HIF jest czynnikiem transkrypcyjnym, który reguluje dostarczanie tlenu do komórek i aktywuje szlaki sygnałowe istotne dla odpowiedzi adaptacyjnych. np. HIF hamuje komórki macierzyste, wspomaga wzrost komórek nowotworowych i procesy zapalne [160]. Na podstawie po raz pierwszy wszechstronnie opisanego w naszym badaniu działania masek sprzyjającego hipoksji i hiperkapnii, można przypuszczać, że mogą wystąpić potencjalne destrukcyjne wpływy aż do poziomu wewnątrzkomórkowego (HIF-a), zwłaszcza poprzez długotrwałe i nadmierne stosowanie masek. Tak więc, oprócz wegetatywnej reakcji na przewlekły stres u osób noszących maskę, która jest kierowana przez ośrodki mózgowe, prawdopodobnie występuje również niekorzystny wpływ na metabolizm na poziomie komórkowym. Perspektywa dalszego używania masek w życiu codziennym otwiera również interesujące pole badań na przyszłość.

Fakt, że przedłużone działanie podwyższonej utajony CO_2 poziomach i niekorzystne kompozycje powietrza oddechowe ma działanie promujące choroby rozpoznano początku. Już w 1983 roku WHO opisała „Syndrom chorego budynku” (SBS) jako stan, w którym ludzie mieszkający w pomieszczeniach doświadczali ostrych skutków chorobowych, które nasilały się wraz z czasem ich pobytu, bez konkretnych przyczyn lub chorób [161, 162]. Zespół ten dotyczy ludzi, którzy spędzają większość czasu w pomieszczeniach, często z podprogowo podwyższonym poziomem CO_2 i są podatni na objawy, takie jak przyspieszone tętno, wzrost ciśnienia krwi, bóle głowy, zmęczenie i trudności z koncentracją [38, 162]. Niektóre z dolegliwości opisanych w badaniach masek, które znaleźliśmy (ryc. 2) są zaskakująco podobne do tych związanych z Syndromem Chorego Budynku [161]. Temperatura, zawartość dwutlenku węgla w powietrzu, bóle i zawroty głowy, senność i swędzenie również odgrywają rolę w zespole chorego budynku. Z jednej strony maski mogą same być odpowiedzialne za efekty takie jak te opisane w przypadku syndromu chorego budynku, gdy są używane przez dłuższy czas. Z drugiej strony mogłyby dodatkowo wzmocnić te efekty w budynkach klimatyzowanych, zwłaszcza gdy maski są obowiązkowe w pomieszczeniach. Niemniej jednak w niektórych badaniach pojawiła się tendencja do wyższych wartości skurczowego ciśnienia krwi u osób noszących maski [21, 31, 34], ale istotność statystyczną stwierdzono tylko w dwóch badaniach [25, 35]. Jednak znaleźliśmy bardziej istotne i znaczące dowody wzrostu częstości akcji serca, bólu głowy, zmęczenia i problemów z koncentracją związanych z użytkownikami masek (Figura 2) wskazujące na kliniczne znaczenie noszenia masek.

Zgodnie z wynikami i odkryciami naukowymi maski mają wymiennie szkodliwy wpływ nie tylko na osoby zdrowe, ale także na osoby chore, a ich znaczenie prawdopodobnie wzrasta wraz z czasem ich stosowania [69]. Potrzebne są dalsze badania, aby rzucić światło na długoterminowe konsekwencje powszechnego stosowania masek w przypadku hipoksji podprogowej i hiperkapnii w populacji ogólnej, a także w odniesieniu do możliwego zaostrzenia chorób sercowo-oddechowych, takich jak nadciśnienie, bezdech senny i zespół metaboliczny. Już często podwyższony poziom dwutlenku węgla we krwi (CO_2) poziom u osób z nadwagą, pacjentów z bezdechem sennym i pacjentów z POChP nakładającą się na siebie może jeszcze bardziej wzrosnąć w przypadku stosowania masek do codziennego użytku. Nie tylko wysoki wskaźnik masy ciała (BMI), ale także bezdech senny są związane z hiperkapnią w ciągu dnia u tych pacjentów (nawet bez masek) [19, 163]. Dla takich pacjentów hiperkapnia oznacza wzrost ryzyka wystąpienia poważnych chorób o zwiększonej chorobowości, które następnie może być dodatkowo zwiększone przez nadmierne używanie masek [18, 38].

Skutki aktywacji stresu współczulnego wywołane hiperkapnią są nawet zależne od fazy cyklu u kobiet. Kontrolowana przez mechanizm progesteronu reakcja współczulna, mierzona podwyższonym ciśnieniem krwi w fazie lutealnej, jest znacznie silniejsza [164]. Może to również skutkować różną wrażliwością zdrowych i chorych kobiet na niepożądane skutki masek, które są związane ze wzrostem dwutlenku węgla (CO₂).

W naszym przeglądzie negatywne zmiany fizyczne i psychiczne spowodowane maskami mogą być zobiektywizowane nawet u młodszych i zdrowych osób.

Parametry fizykochemiczne w większości przypadków nie przekraczały wartości prawidłowych, ale były statystycznie istotnie mieralne ($p < 0,05$), zmierzając w kierunku zakresów patologicznych. Towarzyszyły im upośledzenia fizyczne (patrz **Rysunek 2**). Powszechnie wiadomo, że bodźce podprogowe mogą wywołać zmiany patologiczne, gdy są na nie narażone przez długi czas: nie tylko pojedyncza wysoka dawka zaburzenia, ale także chronicznie uporczywa, podprogowa ekspozycja na nie często prowadzi do choroby [38 , 46], 47 , 48 , 50 , 51 , 52 , 53 , 54]. Wielokrotnie mierzalnym naukowo efektem masek fizycznych i chemicznych często towarzyszyły typowe dolegliwości subiektywne i zjawiska patofizjologiczne. Fakt, że często występują one jednocześnie i razem, wskazuje na syndrom pod maskami.

Rycina 2 podsumowuje istotne, zależne od maski zmiany fizjologiczne, psychologiczne, somatyczne i ogólne patologiczne, a ich częste występowanie razem jest uderzające. W ramach ilościowej oceny badań eksperymentalnych rzeczywiście udało się wykazać statystycznie istotną korelację obserwowanych skutków ubocznych zmęczenia i ubytku tlenu pod maską z $p < 0,05$. Ponadto w badaniach naukowych stwierdziliśmy częste, jednocześnie i wspólne występowanie dalszych działań niepożądanych (**Rysunek 2**). Statystycznie istotne powiązania takich współwystępujących działań niepożądanych zostały już opisane w badaniach pierwotnych [21 , 29]. W siedmiu z dziewięciu analizowanych badań (88%) wykryliśmy łączne występowanie wzrostu temperatury parametru fizycznego pod maską z objawami niewydolności oddechowej. Podobny wynik uzyskaliśmy dla zmniejszenia saturacji tlenem pod maską i objawowej niewydolności oddechowej z jednoczesnym wykryciem w sześciu z ośmiu analizowanych badań (67%). Wykryliśmy łączne występowanie wzrostu dwutlenku węgla pod maską N95 w dziewięciu z 11 artykułów naukowych (82%). Podobny wynik uzyskaliśmy dla spadku tlenu pod maską N95 z jednoczesnym współwystępowaniem w ośmiu z 11 głównych prac (72%). Stosowanie masek N95 było również związane z bólem głowy w sześciu z 10 głównych badań (60%). **Figura 2**).

Ponieważ objawy były opisywane u osób noszących maski łącznie i nie były obserwowane w odosobnieniu w większości przypadków, określamy je jako ogólny zespół wyczerpania wywołanego maską (MIES) ze względu na konsekwentną prezentację w wielu artykułach z różnych dyscyplin. Obejmują one następujące, w przeważającej mierze statystycznie istotne ($p < 0,05$) udowodnione zmiany patofizjologiczne i subiektywne dolegliwości, które często występują w połączeniu, jak opisano powyżej (patrz również **sekcje 3.1** do **sekcji 3.11** , **ryc. 2** , **ryc. 3** i **ryc. 4**):



Rysunek 4. Niekorzystne efekty maski jako składowe zespołu zmęczenia wywołanego maską (MIES). Skutki chemiczne, fizyczne i biologiczne, jak również wymienione konsekwencje dla narządów są udokumentowane statystycznie istotnymi wynikami w znalezionej literaturze naukowej (**Rysunek 2**). Terminem „senność” używa się tutaj do podsumowania wszelkich jakościowych deficytów neurologicznych opisanych w badanej literaturze naukowej.

- **Zwiększenie objętości przestrzeni martwej** [22 , 24 , 58 , 59] (**Rysunek 3** , **Sekcja 3.1** i **Sekcja 3.2**).
- **Wzrost oporu oddychania** [31 , 35 , 61 , 118] (**Rysunek 3** , **Rysunek 2** : Kolumna 8).
- **Wzrost dwutlenku węgla we krwi** [13 , 15 , 19 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28] (**Figura 2** : Kolumna 5).
- **Zmniejszenie nasycenia krwi tlenem** [18 , 19 , 21 , 23 , 28 , 29 , 30 , 31 , 32 , 33 , 34] (**Figura 2** : Kolumna 4).
- **Wzrost częstości akcji serca** [15 , 19 , 23 , 29 , 30 , 35] (**Rysunek 2** : Kolumna 12).
- **Zmniejszenie wydolności krążeniowo-oddechowej** [31] (**punkt 3.2**).
- **Uczucie wyczerpania** [15 , 19 , 21 , 29 , 31 , 32 , 33 , 34 , 35 , 69] (**Figura 2** : Kolumna 14).
- **Wzrost częstości oddechów** [15 , 21 , 23 , 34] (**Figura 2** : Kolumna 9).
- **Trudności w oddychaniu i duszność** [15 , 19 , 21 , 23 , 25 , 29 , 31 , 34 , 35 , 71 , 85 , 101 , 133] (**Figura 2** : Kolumna 13).
- **Ból głowy** [19 , 27 , 37 , 66 , 67 , 68 , 83] (**Figura 2** : Kolumna 17).
- **Zawroty głowy** [23 , 29] (**Figura 2** : Kolumna 16).
- **Uczucie wilgoci i ciepła** [15 , 16 , 22 , 29 , 31 , 35 , 85 , 133] (**rysunek 2** : kolumna 7).

- **Senność (jakościowe deficyty neurologiczne)** [19 , 29 , 32 , 36 , 37] (**Figura 2** : Kolumna 15).
- **Zmniejszenie percepcji empatii** [99] (**Rysunek 2** : Kolumna 19).
- **Upośledzona funkcja bariery skórnej z trądzikiem, świądem i zmianami skórnymi** [37 , 72 , 73] (**Rysunek 2** : Kolumna 20-22).

Z uzyskanych wyników można wywnioskować, że efekty opisane u osób zdrowych są tym bardziej wyraźne u osób chorych, ponieważ ich mechanizmy kompensacyjne, w zależności od ciężkości choroby, są osłabione, a nawet wyczerpane. Niektóre istniejące badania dotyczące pacjentów i pacjentów z mierzalnymi patologicznymi skutkami masek potwierdzają to założenie [19 , 23 , 25 , 34]. W większości badań naukowych czas ekspozycji na maski w kontekście pomiarów/badań był znacznie krótszy (w odniesieniu do całkowitego noszenia i czasu użytkowania) niż oczekuje się od ogółu społeczeństwa na podstawie obecnych przepisów i rozporządzeń dotyczących pandemii.

Limity czasu narażenia są obecnie rzadko przestrzegane lub świadomie lekceważone w wielu dziedzinach, jak już wspomniano w **sekcji 3.11** dotyczącej **medycyny pracy**. Powyższe fakty pozwalają wnioskować, że opisane negatywne skutki masek, szczególnie u niektórych naszych pacjentów i **osób w podeszłym wieku**, mogą być bardziej dotkliwe i niekorzystne przy dłuższym stosowaniu niż przedstawiane w niektórych badaniach nad maskami.

Z punktu widzenia lekarza może być również trudno doradzać dzieciom i dorosłym, którzy ze względu na presję społeczną (założenie maski) i chęć poczucia przynależności tłumią własne potrzeby i obawy, aż skutki masek będą odczuwalne jako negatywne. wpływ na ich zdrowie [76]. Niemniej jednak należy natychmiast zaprzestać używania masek, najpóźniej w przypadku wystąpienia duszności, zawrotów głowy lub zawrotów głowy [23 , 25]. Z tego punktu widzenia wydaje się sensowne, aby decydenci i władze udzielały informacji, określały obowiązki instruktażowe oraz oferowały odpowiednie szkolenia dla pracodawców, nauczycieli i innych osób pełniących obowiązki nadzorcze lub opiekuńcze. W tym zakresie można by również odpowiednio odświeżyć i poszerzyć wiedzę o udzielaniu pierwszej pomocy.

Osoby w podeszłym wieku, pacjenci wysokiego ryzyka z chorobami płuc, pacjenci kardiologiczni, kobiety w ciąży lub pacjenci po udarze powinni skonsultować się z lekarzem w celu omówienia bezpieczeństwa maski N95, ponieważ ich objętość płuc lub wydolność krążeniowo-oddechowa mogą być zmniejszone [23]. Udowodniono statystycznie korelację między wiekiem a występowaniem wyżej wymienionych objawów podczas noszenia maski [19]. Według literatury przedmiotu pacjenci z obniżoną czynnością krążeniowo-oddechową **są narażeni na zwiększone ryzyko rozwoju ciężkiej niewydolności oddechowej przy stosowaniu masek** [34].

Bez możliwości stałego monitorowania medycznego można stwierdzić, że nie powinni nosić masek bez ścisłego monitorowania. Amerykańskie **Towarzystwo Astmy i Alergii zaleciło już ostrożność w stosowaniu masek w związku z pandemią COVID-19 u osób z umiarkowaną i ciężką chorobą płuc** [165]. Ponieważ wiadomo, że osoby z poważną nadwagą, bezdech senny i osoby cierpiące na nakładającą się POChP są podatne na hiperkapnię, stanowią oni również grupę ryzyka wystąpienia poważnych niepożądanych skutków zdrowotnych przy intensywnym stosowaniu masek [163]. Dzieje się tak, ponieważ potencjał masek do wytwarzania dodatkowego CO₂ zatrzymanie może nie tylko zaburzać gazometrię krwi i fizjologię układu oddechowego chorych, ale może również prowadzić do dalszych poważnych niekorzystnych skutków zdrowotnych w dłuższej perspektywie. Co ciekawe, **w eksperymencie na zwierzętach wzrost CO₂ z hiperkapnią prowadzi do skurczu mięśni gładkich dróg oddechowych ze zwężeniem oskrzeli** [166]. **Efekt ten mógłby wyjaśniać obserwowane pod maskami dekompensacje płucne u pacjentów z chorobą płuc** (**sekcja 3.2**) [23 , 34].

Pacjenci z niewydolnością nerek wymagający dializy są, zgodnie z dostępną literaturą, kolejnymi kandydatami do ewentualnego zwolnienia z wymogu stosowania maski [34]. Zgodnie z kryteriami Centers for Disease Control and Prevention, GA, USA (CDC), osoby chore i bezradne, które nie są w stanie samodzielnie zdjąć maski, powinny być zwolnione z wymogu maski [82].

Ponieważ można przypuszczać, że dzieci reagują jeszcze bardziej wrażliwie na maski, literatura sugeruje, że maski są przeciwwskazaniem dla dzieci z padaczką (hiperwentylacja jako wyzwalacz napadów) [63]. W dziedzinie pediatrii szczególną uwagę należy również zwrócić na objawy maskujące opisane w ramach efektów psychologicznych, psychiatrycznych i socjologicznych z możliwym wywołaniem napadów paniki przez ponowne wdychanie CO₂ w przypadku predyspozycji, a także wzmocnieniem lęków klaustrofobicznych [77 , 78 , 79 , 167]. Zaburzenia werbalne związane z maską [43 , 45 , 71] oraz komunikacja niewerbalna, a tym samym interakcje społeczne, są szczególnie poważne dla dzieci. Maski ograniczają interakcje społeczne i blokują pozytywne postrzeganie (uśmiech i śmiech) oraz mimikę emocjonalną [42]. Udowodniono, że

wywołane maską łagodne do umiarkowanego upośledzenie funkcji poznawczych z zaburzeniami myślenia, zmniejszoną uwagą i zawrotami głowy [19 , 23 , 29 , 32 , 36 , 37 , 39 , 40 , 41 , 69], jak również z efektami psychologicznymi i neurologicznymi [135], należy dodatkowo wziąć pod uwagę, gdy maski są obowiązkowe w szkole oraz w pobliżu zarówno transportu publicznego, jak i niepublicznego, również ze względu na możliwość zwiększonego ryzyka wypadków (zob. również skutki uboczne i zagrożenia związane z higieną pracy) [19 , 29 , 32 , 36 , 37]. Kryteria wykluczenia wymienione w badaniach pediatrycznych masek (patrz upośledzenia pediatryczne, punkt 3.14) [26 , 133] powinno mieć również zastosowanie do wyłączenia tych dzieci z obowiązku posiadania maski ogólnej zgodnie z ustaleniami naukowymi dotyczącymi ochrony danych chorych dzieci. Długofalowe socjologiczne, psychologiczne i wychowawcze konsekwencje stosowania kompleksowego maskowania nałożonego na szkoły są również nieprzewidywalne w odniesieniu do rozwoju psychofizycznego dzieci zdrowych [42 , 135]. Co ciekawe, zgodnie z Corona Thesis Paper Uniwersytetu w Bremie dzieci „rzadziej się zarażają, rzadziej chorują, śmiertelność jest bliska zeru, a także rzadziej przenoszą infekcję”, zgodnie z Thesis Paper 2.0 niemieckiego Uniwersytetu w Bremie na stronie 6 [138]. Badania przeprowadzone w warunkach rzeczywistych, w których punkty końcowe nie wykazują prawie żadnych infekcji, prawie żadnej zachorowalności, prawie żadnej śmiertelności i tylko niska zaraźliwość u dzieci, są wyraźnie w większości, zgodnie z Thesis Paper 3.0 z Niemieckiego Uniwersytetu w Bremie [138]. Niedawne niemieckie badanie obserwacyjne (5600 zgłaszających pediatrów) również wykazało zaskakująco niską częstość występowania choroby COVID-19 u dzieci [168]. Zakażenie dorosłych SARS-CoV-2 przez dzieci było rozważane tylko w jednym podejrzanym przypadku, ale nie można było tego jednoznacznie udowodnić, ponieważ rodzice mieli również liczne kontakty i czynniki narażenia na infekcje wirusowe z powodu wykonywanego zawodu. W tym przypadku nagłówki krążące w mediach publicznych, że dzieci w większym stopniu przyczyniają się do występowania infekcji, należy traktować jako anegdotę.

U kobiet w ciąży stosowanie masek podczas wysiłku lub odpoczynku przez długi czas należy uznać za krytyczne, ponieważ przeprowadzono niewiele badań na ten temat [20]. Jeśli istnieją wyraźne dowody naukowe na zwiększoną wentylację przestrzeni martwej z możliwym nagromadzeniem CO₂ we krwi matki, należy unikać stosowania masek przez kobiety w ciąży przez ponad 1 h, a także w warunkach stresu fizycznego w celu ochrony nienarodzone dziecko [20 , 22]. Maski hiperkapnii wspomagający może służyć jako confounder z płodu / matki CO₂ gradientem w tym przypadku (**sekcja 3.6**) [20 , 22 , 28].

Zgodnie z literaturą cytowaną w **Rozdziale 3.5**, dotyczącą psychiatrycznych skutków ubocznych (zaburzenia osobowości z lękiem i napadami paniki, klaustrofobia, demencja i schizofrenia), maskowanie powinno być wykonywane tylko, jeśli w ogóle, z uważnym rozważeniem zalet i wad. Należy zwrócić uwagę na możliwość prowokowania liczby i nasilenia napadów paniki [77 , 78 , 79].

U pacjentów z bólami głowy można spodziewać się pogorszenia objawów przy długotrwałym stosowaniu masek (patrz również **rozdział 3.3**, neurologiczne skutki uboczne) [27 , 66 , 67 , 68]. W wyniku zwiększenia stężenia dwutlenku węgla (CO₂) we krwi podczas używania maski dochodzi do rozszerzenia naczyń w ośrodkowym układzie nerwowym i zmniejszenia pulsacji naczyń krwionośnych [27]. W związku z tym interesujące jest również odnotowanie eksperymentów radiologicznych, które wykazują wzrost objętości mózgu pod podprogą, ale nadal w normalnych granicach CO₂ wzrost krwi za pomocą strukturalnego MRI. Wzrost stężenia dwutlenku węgla we krwi został wywołany u siedmiu pacjentów poprzez ponowne oddychanie, z wynikowym średnim stężeniem dwutlenku węgla 42 mmHg i zakresem międzykwartylowym 39,44 mmHg, co odpowiada jedynie wzrostowi podprogowemu przy normalnych wartościach 32-45 mmHg. W doświadczeniu, stwierdzono znaczny wzrost w mózgu objętości mięszu mierzalnych przy podwyższonej tętnic CO₂ poziomie ($p < 0,02$), przy jednoczesnym zmniejszeniu przestrzeni CSF ($p < 0,04$), całkowicie zgodnie z doktryną Monroe-Kelly, według do której całkowita objętość w czaszce zawsze pozostaje taka sama. Autorzy zinterpretowali wzrost objętości mózgu jako wyraz wzrostu objętości krwi pod wpływem CO₂ wywołane wzrostem rozszerzenia naczyń mózgowych [169]. Konsekwencje takiego również podprogowego wzrostu dwutlenku węgla (CO₂) nawet pod maskami [13 , 15 , 18 , 19 , 22 , 23 , 25] są niejasne dla osób z patologicznymi zmianami wewnątrz czaszki (tętniaki, guzy itp.) związane z tym zmiany naczyniowe [27] i zmiany objętości mózgu [169], zwłaszcza z powodu dłuższej ekspozycji podczas noszenia maski, ale mogą mieć duże znaczenie ze względu na zmiany objętości związane z gazometrią, które mają miejsce.

Wobec zwiększonej objętości martwej przestrzeni niewyjaśnione jest również długotrwałe i zwiększone gromadzenie się i ponowne oddychanie innych składników powietrza oddechowego poza CO₂, zarówno u dzieci, jak i u osób starszych i chorych. Wydychane powietrze zawiera ponad 250 substancji, w tym drażniące lub toksyczne gazy, takie jak tlenki azotu (NO), siarkowodor (H₂S), izopren i aceton [170]. Dla tlenków azotu [47] i siarkowodoru [46] patologiczne skutki choroby zostały opisane w medycynie środowiskowej nawet przy niewielkiej, ale przewlekłej ekspozycji [46 , 47 , 48]. Wśród lotnych związków organicznych w wydychanym powietrzu dominuje pod względem ilości aceton i izopren, ale należy również wymienić siarczek allilu metylu, kwas propionowy i etanol (niektóre pochodzenia bakteryjnego) [171]. Nie wyjaśniono jeszcze, czy takie substancje reagują również chemicznie ze sobą pod maskami i w martwej przestrzeni wytworzonej przez maski (**Figura 3**) oraz z samą tkanką maski oraz w jakich ilościach te i możliwe produkty reakcji są ponownie wdychane. Oprócz opisanych powyżej zmian w gazometrii (kropla O₂ i CO₂ wzrost), efekty te mogą również

odgrywać rolę w przypadku niepożądanych efektów maski. Potrzebne są tu dalsze badania, które są szczególnie interesujące w przypadku długotrwałego i wszechobecnego używania masek.

WHO postrzega integrację poszczególnych firm i społeczności, które produkują własne maski z tkaniny, jako potencjalną korzyść społeczną i ekonomiczną. Ze względu na globalny niedobór masek chirurgicznych i środków ochrony osobistej postrzega to jako źródło dochodu i wskazuje, że ponowne użycie masek z tkaniny może obniżyć koszty i odpady oraz przyczynić się do zrównoważonego rozwoju [2]. Oprócz kwestii procedur certyfikacyjnych dla takich masek tkaninowych należy również wspomnieć, że ze względu na rozległy obowiązek masek, substancje tekstylne (sztuczne) w postaci mikro- i nanocząstek, z których część nie ulega rozkładowi w organizmie, są chronicznie wchłaniane do organizmu poprzez inhalację w niezwykle wysokim stopniu. W przypadku masek medycznych należy wspomnieć o jednorazowych polimerach, takich jak polipropylen, poliuretan, poliakrylonitryl, polistyren, poliwęglan, polietylen i poliester [140]. Lekarze laryngolodzy byli już w stanie wykryć takie cząstki w błonie śluzowej nosa osób noszących maskę z reakcjami śluzówkowymi w sensie reakcji na ciało obce z nieżytem nosa [96]. W przypadku masek wspólnotowych do wyżej wymienionych substancji prawdopodobnie zostaną dodane inne substancje pochodzące z przemysłu tekstylnego. Organizm będzie próbował wchłoniąć te substancje przez makrofagi i komórki zmiatające w drogach oddechowych i pęcherzykach płucnych w ramach reakcji na ciało obce, przez co może nastąpić uwolnienie toksyn i odpowiadające im reakcje miejscowe i uogólnione w nieudanej próbie ich rozbicia [172]. Ekstensywna ochrona dróg oddechowych przy stałym, długotrwałym stosowaniu (24/7), przynajmniej z teoretycznego punktu widzenia, również potencjalnie niesie ze sobą ryzyko doprowadzenia do zaburzeń płuc związanych z maską [47] lub nawet uogólnionych, jak już wiadomo z pracownicy włókiennicy w Trzecim Świecie chronicznie narażeni na pyły organiczne (bysinosi) [172].

Dla ogółu społeczeństwa, z naukowego punktu widzenia, konieczne jest czerpanie z wieloletniej wiedzy na temat ochrony dróg oddechowych w medycynie pracy, aby chronić w szczególności dzieci przed szkodami powodowanymi przez niecertyfikowane maski i niewłaściwe użytkowanie.

Wymóg uniwersalnej, nieokreślonej i rozszerzonej maski – bez uwzględnienia wielu predyspozycji i podatności – jest sprzeczny z twierdzeniem, że coraz ważniejszy zindywidualizowany lek skupia się na unikalnych cechach każdej osoby [173].

Zgodnie z wynikami naszego przeglądu zakresu, konieczny jest systematyczny przegląd na temat masek. Badania pierwotne często wykazywały słabości w operacjonalizacji, zwłaszcza w ocenie parametrów poznawczych i neuropsychologicznych. Skomputeryzowane procedury testowe będą tu przydatne w przyszłości. Badania nad maskami powinny również postawić sobie na przyszły cel zbadanie i zdefiniowanie podgrup, dla których stosowanie środków ochrony dróg oddechowych jest szczególnie ryzykowne.

5. Ograniczenia

Nasze podejście skupiające się na negatywnych skutkach jest zgodne z Villalonga-Olives i Kawachi [12]. Za pomocą takiego selektywnego kwestionowania w sensie dialektyki można uzyskać nowe spostrzeżenia, które w przeciwnym razie mogłyby pozostać ukryte. Nasze przeszukiwanie literatury koncentrowało się na negatywnych skutkach masek, w szczególności w celu wskazania zagrożeń, szczególnie dla niektórych grup pacjentów. Dlatego publikacje prezentujące wyłącznie pozytywne działanie masek nie zostały uwzględnione w tym przeglądzie.

W przypadku kompilacji badań z nieszkodliwymi wynikami przy użyciu masek należy zatem odwołać się do przeglądów o innym celu badawczym, przy czym należy zwrócić uwagę na możliwe konflikty interesów. Niektóre z wykluczonych przez nas badań, w których brak jest negatywnych efektów, wykazały słabości metodologiczne (małe, niejednolite grupy eksperymentalne, brak grupy kontrolnej nawet bez masek z powodu ograniczeń koronowych itp.) [174]. Innymi słowy, jeśli w publikacjach nie opisano żadnych negatywnych skutków towarzyszących, nie musi to oznaczać, że maski mają wyłącznie pozytywne działanie. Jest całkiem możliwe, że negatywne skutki po prostu nie zostały wymienione w literaturze, a liczba negatywnych skutków może być wyższa niż sugeruje nasz przegląd.

Przeszukaliśmy tylko jedną bazę danych, więc liczba artykułów o negatywnych efektach masek może być wyższa niż podaliśmy.

Aby móc jeszcze dokładniej opisać charakterystyczne efekty dla każdego typu masek, nie mieliśmy wystarczających danych naukowych na temat odpowiednich specjalnych konstrukcji masek. Nadal istnieje duże zapotrzebowanie na badania w tym obszarze ze względu na obecną sytuację pandemiczną z szeroko zakrojonym obowiązkowym maskowaniem.

Ponadto eksperymenty oceniane w tej pracy nie zawsze mają jednolite parametry pomiarowe i zmienne badawcze oraz, w zależności od badania, uwzględniają wpływ masek w spoczynku lub w stresie u badanych o różnych warunkach zdrowotnych. **Rysunek 2** przedstawia zatem kompromis. Wyniki pierwotnych badań nad używaniem masek częściowo nie wykazały naturalnej zmienności parametrów, ale często wykazywały tak

wyraźne korelacje między objawami a zmianami fizjologicznymi, tak że statystyczna analiza korelacji nie zawsze była konieczna. Stwierdziliśmy statystycznie istotną korelację niedoboru tlenu i zmęczenia w 58% badań ($p < 0,05$). Statystycznie istotne dowody korelacji dla innych parametrów zostały wcześniej wykazane w badaniach pierwotnych [21 , 29].

W pandemii COVID-19 najczęściej stosowanym osobistym wyposażeniem ochronnym przed pyłami jest maska N95 [23]. Ze względu na swoje właściwości (lepsza funkcja filtrowania, ale większy opór dróg oddechowych i większa objętość przestrzeni martwej niż inne maski), maska N95 jest w stanie wyraźniej niż inne podkreślać negatywne skutki takiego sprzętu ochronnego (**Rysunek 3**). W związku z tym stosunkowo częste rozważanie i ocena masek N95 w ramach znalezionych badań (30 z 44 ilościowo ocenionych badań, 68%) jest nawet korzystne w ramach naszego pytania badawczego. Niemniej jednak należy zauważyć, że maski wspólnotowe sprzedawane na rynku są coraz bardziej podobne do sprzętu ochronnego, który został lepiej zbadany w badaniach naukowych, takiego jak maski chirurgiczne i maski N95, ponieważ wielu producentów i użytkowników masek wspólnotowych dąży do zbliżenia do standardu profesjonalnego (maska chirurgiczna, N95/FFP2). Ostatnie wyniki badań masek społecznościowych wskazują na podobny wpływ na fizjologię oddechową, jak opisano dla masek medycznych: w niedawnej publikacji maski z tkaniny (maski społecznościowe) również wywołały wymierny wzrost dwutlenku węgla P_{tCO_2} u osób noszących podczas wysiłku i bardzo zbliżył się do masek chirurgicznych w tym działaniu [21].

Większość badań cytowanych w naszym artykule obejmowała jedynie krótkie okresy obserwacji i stosowania (badany czas noszenia maski wynosił od 5 min [26] do 12 h [19]). Tylko w jednym badaniu maksymalny okres obserwacji wynosił 2 miesiące). okres [37] W związku z tym rzeczywiste negatywne skutki masek w dłuższym okresie stosowania mogą być wyraźniejsze niż przedstawiono w naszej pracy.

6. Wnioski

Z jednej strony, poparcie wymogu rozszerzonej maski pozostaje w przeważającej mierze teoretyczne i może być podtrzymane jedynie indywidualnymi opisami przypadków, argumentami dotyczącymi wiarygodności opartymi na obliczeniach modelowych i obiecującymi testami laboratoryjnymi *in vitro*. **Co więcej, ostatnie badania nad SARS-CoV-2 wykazują zarówno znacznie niższą zakaźność [175], jak i znacznie niższą śmiertelność przypadków niż wcześniej zakładano, ponieważ można obliczyć, że mediana skorygowanego wskaźnika śmiertelności infekcji (IFR) wynosiła 0,10% w lokalizacjach z niższy niż przeciętny globalny wskaźnik umieralności w populacji COVID-19 [176]. Na początku października 2020 r. WHO ogłosiła również publicznie, że prognozy wskazują, że COVID-19 jest śmiertelny dla około 0,14% osób zachorujących – w porównaniu do 0,10% w przypadku grypy endemicznej – ponownie jest to liczba znacznie niższa niż oczekiwano [177].**

Z drugiej strony skutki uboczne masek są istotne klinicznie.

W naszej pracy skupiliśmy się wyłącznie na niepożądanych i negatywnych skutkach ubocznych, jakie mogą wywołać maski. Zobiektywizowano ważne dowody zmian związanych z kombinacją masek ($p < 0,05$, $n \geq 50\%$) i znaleźliśmy skupione i częste występowanie różnych działań niepożądanych w odpowiednich badaniach ze znacząco zmierzonymi skutkami (**Figura 2**). **Udało nam się wykazać statystycznie istotną korelację obserwowanego niekorzystnego wpływu hipoksji i objawu zmęczenia z $p < 0,05$ w ilościowej ocenie badań pierwotnych.** Nasz przegląd literatury pokazuje, że zarówno zdrowi, jak i chorzy mogą doświadczyć zespołu wyczerpania wywołanego maską (MIES), z typowymi zmianami i objawami, które często obserwuje się w połączeniu, takimi jak zwiększenie objętości martwej przestrzeni oddechowej [22 , 24 , 58]. , 59] , wzrost oporu oddychania [31 , 35 , 60 , 61] , wzrost dwutlenku węgla we krwi [13 , 15 , 17 , 19 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 , 35], spadek nasycenia tlenem krwi [18 , 19 , 21 , 23 , 28 , 29 , 30 , 31 , 32 , 33 , 34], wzrost częstości akcji serca [23 , 29 , 30 , 35], wzrost ciśnienia tętniczego [25 , 35], zmniejszenie wydolności krążeniowo-oddechowej [31], zwiększenie częstości oddechów [15 , 21 , 23 , 34 , 36], duszność i trudności w oddychaniu [15 , 17 , 19 , 21 , 23 , 25 , 29 , 31 , 34 , 35 , 60 , 71 , 85 , 101 , 133], ból głowy [19 , 27 , 29 , 37 , 66 , 67 , 68 , 71 , 83], zawroty głowy [23 , 29] , uczucie gorąca i wilgoci [17 , 22 , 29 , 31 , 35 , 44 , 71 , 85 , 133] , zmniejszona zdolność koncentracji [29], zmniejszona zdolność do myślenia [36 , 37], senność [19 , 29 , 32 , 36 , 37], spadek percepcji empatii [99], zaburzenia funkcji barierowej skóry [37 , 72 , 73] ze świadomości [31 , 35 , 67 , 71 , 72 , 73 , 91 , 92 , 93], trądzik, zmiany skórne i podrażnienia [37 , 72 , 73], ogólnie odczuwane zmęczenie i wyczerpanie [15 , 19 , 21 , 29 , 31 , 32 , 34 , 35 , 69] (**Rysunek 2** , **Rysunek 3** i **Rysunek 4**).

Noszenie masek nie powoduje konsekwentnie odchylenia klinicznych od normy parametrów fizjologicznych, ale zgodnie z literaturą naukową należy spodziewać się długoterminowej patologicznej konsekwencji o znaczeniu klinicznym ze względu na dłużej utrzymujący się efekt z podprogowym wpływem i znacznym przesunięciem patologiczny kierunek. W przypadku zmian, które nie przekraczają wartości prawidłowych, ale stale się nawracają, takich jak wzrost stężenia dwutlenku węgla we krwi [38 , 160], przyspieszenie

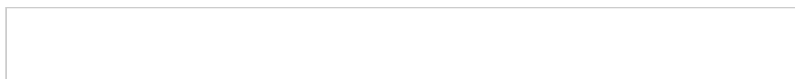
akcji serca [55] lub zwiększenie częstości oddechów [56 , 57], które zostały udokumentowane podczas noszenia maski [13 , 15 , 17 , 19 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 , 34 , 35] (**Rysunek 2**), **długotrwałe występowanie wysokiego ciśnienia krwi [25 , 35], miażdżycy i choroby wieńcowej oraz chorób neurologicznych jest naukowo oczywiste [38 , 55 , 56 , 57 , 160]**. Ta zasada patogenetycznego uszkodzenia z przewlekłą ekspozycją na niskie dawki z długotrwałym skutkiem, która prowadzi do choroby lub stanów chorobowych związanych z chorobą, została już szeroko zbadana i opisana w wielu dziedzinach medycyny środowiskowej [38 , 46 , 47 , 48 , 49 , 50 , 51 , 52 , 53 , 54]. Przedłużone noszenie maski mogłoby, zgodnie z odkrytymi przez nas faktami i korelacjami, wywołać przewlekłą reakcję na stres współczulny indukowaną przez modyfikacje gazometrii i kontrolowaną przez ośrodki mózgowe. To z kolei indukuje i wywołuje supresję immunologiczną i zespół metaboliczny z chorobami sercowo-naczyniowymi i neurologicznymi. W przeglądanej literaturze dotyczącej masek znaleźliśmy nie tylko dowody na potencjalne skutki długoterminowe, ale także dowody na wzrost bezpośrednich skutków krótkoterminowych wraz z wydłużeniem czasu noszenia maski pod względem skumulowanych skutków dla: retencji dwutlenku węgla, senności, bólu głowy, uczucie wyczerpania, podrażnień (zaczerwienienia, swędzenie) oraz zanieczyszczenia mikrobiologicznego (kolonizacji bakterii) [19 , 22 , 37 , 66 , 68 , 69 , 89 , 91 , 92].

Ogólnie rzecz biorąc, dokładna częstość występowania opisanej konstelacji objawów MIES w populacji używającej masek pozostaje niejasna i nie można jej oszacować z powodu niewystarczających danych.

Teoretycznie, wywołane maską skutki spadku stężenia tlenu we krwi i wzrostu dwutlenku węgla rozciągają się na poziom komórkowy z indukcją czynnika transkrypcyjnego HIF (czynnik indukowany niedotlenieniem) i zwiększonymi efektami zapalnymi i promującymi raka [160] i mogą , zatem mają również negatywny wpływ na istniejące wcześniej obrazy kliniczne.

W każdym razie MIES potencjalnie wywołany przez maski (**Rysunek 3 i Rysunek 4**) kontrastuje z definicją zdrowia WHO: „**zdrowie jest stanem pełnego dobrostanu fizycznego, psychicznego i społecznego, a nie tylko brakiem choroby lub ułomności.**” [178]

Wszystkie fakty naukowe znalezione w naszej pracy poszerzają bazę wiedzy dla zróżnicowanego spojrzenia na debatę o maskach. Zysk ten może być istotny dla decydentów, którzy muszą radzić sobie z kwestią obowiązkowego używania masek podczas pandemii pod stałą kontrolą proporcjonalności, a także dla lekarzy, którzy mogą na tej podstawie lepiej doradzać swoim pacjentom. W przypadku niektórych chorób, biorąc pod uwagę literaturę znaną w tym badaniu, konieczne jest również, aby lekarz prowadzący rozważył korzyści i ryzyko związane z obowiązkiem stosowania masek. Biorąc pod uwagę ogólne czysto naukowe rozważania, zalecenie wyłączenia maski może stać się uzasadnione w ramach oceny medycznej (**Rysunek 5**).



Rycina 5. Choroby/predyspozycje niosące ze sobą znaczne ryzyko, zgodnie ze znaną literaturą, podczas używania masek. Wskazania do ważenia zaświadczeń o zwolnieniu z używania masek medycznych.

Oprócz ochrony zdrowia swoich pacjentów lekarze powinni również opierać swoje działania na zasadzie przewodniej Deklaracji Genewskiej z 1948 r., zrewidowanej w 2017 r. Zgodnie z nią, każdy lekarz ślubuje stawiać zdrowie i godność swojego pacjenta na pierwszym miejscu oraz nawet pod groźbą, by nie wykorzystywać swojej wiedzy medycznej do naruszania praw człowieka i swobód obywatelskich [9]. W ramach tych ustaleń propagujemy zatem jawnie uzasadnione medycznie, zgodne z prawem działanie z uwzględnieniem naukowej rzeczywistości faktycznej [2 , 4 , 5 , 16 , 130 , 132 , 143 , 175 , 176 , 177] **przeciwko opartemu głównie na domniemaniu twierdzeniu o ogólnej skuteczności masek**, zawsze biorąc pod uwagę możliwe niepożądane efekty indywidualne dla danego pacjenta i noszącego maskę, **całkowicie zgodnie z zasadami medycyny opartej na dowodach i wytycznymi etycznymi lekarza.**

Wyniki obecnego przeglądu piśmiennictwa mogą pomóc włączyć noszenie masek do różnicowej diagnostyki przyczyn patofizjologicznych rozważanych przez każdego lekarza, gdy występują odpowiednie objawy (MIES, **Ryc. 4**). W ten sposób lekarz może skorzystać z katalogu początkowych skarg, które mogą być związane z noszeniem maski (**Figura 2**), a także wykluczyć niektóre choroby z ogólnego wymogu maski (**Figura 5**).

Dla naukowców perspektywa dalszego używania masek w życiu codziennym sugeruje obszary dalszych badań. Naszym zdaniem dalsze badania są szczególnie pożądane w dziedzinie ginekologicznej (płodowej i embrionalnej) i pediatrycznej, ponieważ dzieci są grupą wrażliwą, która poniosłaby najdłuższe, a tym samym najgłębsze konsekwencje potencjalnie ryzykownego stosowania masek. W tej sytuacji przydatne wydają się również podstawowe badania na poziomie komórkowym dotyczące indukowanego maską wyzwalania czynnika transkrypcyjnego HIF z potencjalną promocją immunosupresji i rakotwórczości. Nasz przegląd zakresu wskazuje na potrzebę systematycznego przeglądu.

Opisane zmiany fizjologii oddechu związane z maską mogą mieć niekorzystny wpływ na gazometrię krwi użytkownika podklinicznie, a w niektórych przypadkach również klinicznie, a zatem mieć negatywny wpływ na całe życie tlenowe, oddychanie zewnętrzne i wewnętrzne, mający wpływ na różnorodne układy narządów i procesy metaboliczne z fizycznymi, psychologicznymi i społecznymi konsekwencjami dla indywidualnego człowieka.

Autorskie Wkłady

Konceptualizacja, KK i OH; metodologia, KK i OH; oprogramowanie, OH; analiza formalna, KK, OH, PG, AP, BK, DG, SF i OK; dochodzenie, KK, OH, PG, AP, BK, DG, SF i OK; pisanie – przygotowanie oryginalnego projektu, KK, OH, PG, AP, BK, DG, SF i OK; pisanie – recenzja i redakcja KK, OH, PG, AP, BK, DG, SF i OK. Wszyscy autorzy przeczytali i zaakceptowali opublikowaną wersję manuskryptu.

Finansowanie

Badanie to nie otrzymało finansowania zewnętrznego.

Oświadczenie instytucjonalnej komisji rewizyjnej

Nie dotyczy.

Oświadczenie o świadomej zgodzie

Nie dotyczy.

Oświadczenie o dostępności danych

Nie dotyczy.

Podziękowanie

Dziękujemy Bonicie Blankart za tłumaczenie rękopisu. Za wsparcie w ich szczególnej dziedzinie pragniemy podziękować: Tanji Boehnke (Psychologia), Nicola Fels (Pediatria), Michael Grönke (Anestezjologia), Basile Marcos (Psychiatria), Bartholomeus Maris (Ginekologia) i Markus Veit (Farmaceuta).

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

Bibliografia

1. Światowa Organizacja Zdrowia. *Porady WHO w sprawie używania masek w kontekście COVID-19: wytyczne tymczasowe*, 6 kwietnia 2020 r.; Światowa Organizacja Zdrowia: Genewa, Szwajcaria, 2020; Dostępne online: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331693> (dostęp 7 listopada 2020 r.).
2. Światowa Organizacja Zdrowia. *Porady WHO w sprawie używania masek w kontekście COVID-19: tymczasowe wytyczne*, 5 czerwca 2020 r.; Światowa Organizacja Zdrowia: Genewa, Szwajcaria, 2020; Dostępne online: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332293> (dostęp 7 listopada 2020 r.).
3. Chu, Dania; Akl, EA; Duda S.; Solo, K.; Yaacoub, S.; Schünemann, HJ; Chu, Dania; Akl, EA; El-harakeh, A.; Bognanni, A.; i in. Dystans fizyczny, maski na twarz i ochrona oczu w celu zapobiegania przenoszeniu SARS-CoV-2 i COVID-19 z osoby na osobę: przegląd systematyczny i metaanaliza. *Lancet* **2020**, 395, 1973-1987. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
4. Jefferson, T.; Jones, M.; Ansari, LAA; Bawazeer, G.; Beller, E.; Clark, J.; Conly, J.; Mar, CD; Dooley, E.; Ferroniego, E.; i in. Interwencje fizyczne mające na celu przerwanie lub ograniczenie rozprzestrzeniania się wirusów układu oddechowego. Część 1: Maski na twarz, ochrona oczu i

- dystansowanie osób: przegląd systematyczny i metaanaliza. *medRxiv* **2020** . [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
5. Kappstein, I. Mund-Nasen-Schutz in der Öffentlichkeit: Keine Hinweise für eine Wirksamkeit. *Krankenh. Aktualizacja* **2020** , 15 , 279-295. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 6. De Brouwer, C. Noszenie maski, uniwersalne rozwiązanie przeciwko COVID-19 czy dodatkowe zagrożenie dla zdrowia? 2020. Dostępne online: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3676885 (dostęp: 12.11.2020). [[Odn. krzyż.](#)]
 7. Ewig, S.; Gattermann S.; Lemmen, S. Die Maskierte Gesellschaft. *Pneumologia* **2020** , 74 , 405-408. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
 8. Deklaracja Wielkiej Barringtona Deklaracja i Petycja Wielkiej Barringtona. Dostępne online: <https://gbdeclaration.org/> (dostęp 9 listopada 2020 r.).
 9. WMA – Światowe Stowarzyszenie Medyczne – Deklaracja Genewska WMA. Dostępny w Internecie: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-geneva/> (dostęp 7 listopada 2020 r.).
 10. WMA — Deklaracja Helsińska WMA — Światowe Stowarzyszenie Medyczne — Zasady etyczne badań medycznych z udziałem ludzi. Dostępne online: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-geneva/> (dostęp 7 listopada 2020 r.).
 11. WMA – Światowe Stowarzyszenie Medyczne – Deklaracja Lizbońska WMA o Prawach Pacjenta. Dostępne online: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-lisbon-on-the-rights-of-the-patient/> (dostęp: 7 listopada 2020 r.).
 12. Villalonga-Olives, E.; Kawachi, I. Ciemna strona kapitału społecznego: systematyczny przegląd negatywnych skutków zdrowotnych kapitału społecznego. *Soc. Nauka. Med.* **2017** , 194 , 105-127. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 13. Butz, U. Rückatmung von Kohlendioxid bei Verwendung von Operationsmasken als hygienischer Mundschutz an medizinischem Fachpersonal. doktorat Praca dyplomowa, Fakultät für Medizin der Technischen Universität München, Monachium, Niemcy, 2005. [[Google Scholar](#)]
 14. Smolka L.; Borkowski J.; Zaton, M. Wpływ dodatkowej martwej przestrzeni na współczynnik wymiany oddechowej i produkcję dwutlenku węgla w wyniku treningu. *J. Sport Sci. Med.* **2014** , 13 , 36-43. [[Google Scholar](#)] [[PubMed](#)]
 15. Roberta, RJ; Kim, JH; Benson, SM Brak konsekwencji zmian w reakcjach fizjologicznych, termicznych i subiektywnych po noszeniu maski chirurgicznej. *Oddech. Fizjol. Neurobiol.* **2012** , 181 , 29-35. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
 16. Matuschek, C.; Moll, F.; Fangerau, H.; Fischera, JC; Zänker, K.; van Griensven, M.; Schneidera, M.; Kindgen-Milles, D.; Knoefela, WT; Lichtenberg, A.; i in. Maski na twarz: korzyści i zagrożenia podczas kryzysu COVID-19. *Eur. J. Med. Res.* **2020** , 25 , 32. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 17. Roberta, RJ; Koka, A.; Williamsa, WJ; Powell, JB; Palmiero, AJ Fizjologiczny wpływ maski filtrującej N95 na pracowników służby zdrowia. *Oddech. Opieka* **2010** , 55 , 569-577. [[Google Scholar](#)]
 18. Pifarré, F.; Zabała, DD; Grazioli, G.; de Yzaguirre i Maura, I. COVID 19 oraz Maski w sporcie. *Punto. Sport Med.* **2020** . [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 19. Rebmann, T.; Carrico, R.; Wang, J. Efekty fizjologiczne i inne oraz zgodność z długotrwałym stosowaniem respiratorów wśród pielęgniarek oddziałów intensywnej opieki medycznej. *Jestem. J. Zainfekować. Kontrola* **2013** , 41 , 1218-1223. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 20. Roecknera, JT; Krstić, N.; Iamelka, BH; Običan, SG N95 Filtrujący respirator do twarzy podczas ciąży: przegląd systematyczny. *Jestem. J. Perinatol.* **2020** , 37 , 995-1001. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 21. Georgi, C.; Haase-Fielitz, A.; Meretz, D.; Gäsert, L.; Masło, C. Einfluss gängiger Gesichtsmasken auf physiologische Parameter und Belastungsempfinden unter arbeitstypischer körperlicher Anstrengung. *Deutsches Erzteblatt* **2020** , 674-675. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 22. Roberta, RJ; Kim, JH; Powell, JB N95 Respirator Stosowanie podczas zaawansowanej ciąży. *Jestem. J. Zainfekować. Kontrola* **2014** , 42 , 1097-1100. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 23. Kyung, SY; Kim, Y.; Hwang, H.; Park, J.-W.; Jeong, SH Ryzyko stosowania maski ochronnej N95 u osób z POChP. *Oddech. Opieka* **2020** , 65 , 658-664. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 24. Epstein, D.; Korytnego A.; Isenberg, Y.; Marcusohn, E.; Zukermann, R.; biskup B.; Minha, S.; Raz, A.; Miller, A. Powrót do treningu w erze COVID-19: Fizjologiczne skutki masek na twarz podczas ćwiczeń. *Skanowanie. J. Med. Nauka. Sport* **2020** . [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]

25. Mo, Y.; Wei, D.; Mai, Q.; Chen, C.; Yu, H.; Jiang, C.; Tan, X. Ryzyko i wpływ stosowania maski na pacjentów z POChP z ostrym zaostrzeniem podczas epidemii COVID-19: badanie retrospektywne. *Res. kw.* **2020**. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
26. Goh, DYT; Mun, MW; Lee, WLJ; Teoh, oh; Rajgor, DD Randomizowane badanie kliniczne mające na celu ocenę bezpieczeństwa, dopasowania i komfortu nowej maski N95 u dzieci. *Nauka. Rep.* **2019**, 9, 18952. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
27. Bharatendu, C.; Ong, JJY; Goh, Y.; opalenizna, BYQ; Chan, ACY; Tang, JZY; Lew, AS; Podbródek, A.; Sooi, KWX; tan, YL; i in. Zasilany aparat oddechowy oczyszczający powietrze (PAPR) przywraca zmiany hemodynamiczne mózgu wywołane maską N95 wśród pracowników służby zdrowia podczas epidemii COVID-19. *J. Neurol. Nauka.* **2020**, 417, 117078. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
28. Tong, PSY; Kale, AS; Ng, K.; Loke, AP; Choolani, mgr; Lim, CL; Chan, YH; Chong, YS; Tambyah, Pensylwania; Yong, E.-L. Konsekwencje oddechowe stosowania maski typu N95 u ciężarnych pracowników służby zdrowia — kontrolowane badanie kliniczne. *Antybakteryjny. Opierać się. Infekować. Kontrola* **2015**, 4, 48. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
29. Liu, C.; Li, G.; Hej.; Zhang Z.; Ding, Y. Wpływ noszenia masek na zdrowie i komfort człowieka podczas pandemii COVID-19. *Konf. IOP Ser. Środowisko Ziemi. Nauka.* **2020**, 531, 012034. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
30. Beder, A.; Büyükoçak, U.; Sabuncuoglu, H.; Keskil, ZA; Keskil, S. Wstępny raport na temat deoksygenacji wywołanej maską chirurgiczną podczas poważnej operacji. *Neurocirugía* **2008**, 19, 121-126. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
31. Fikenzer, S.; Uhe, T.; Lavall, D.; Rudolf, U.; Falz, R.; Busse, M.; Hepp, P.; Laufs, U. Wpływ masek chirurgicznych i masek na twarz FFP2/N95 na wydolność krążeniowo-oddechową. *Clin. Res. Kardiol.* **2020**, 109, 1522-1530. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
32. Jagima, AR; Dominy, TA; Camic, CL; Wright, G.; Doberstein, S.; Jones, MT; Oliver, JM Ostre efekty maski treningowej Elevation na wydajność siłową u rekreacyjnych ciężarowców. *J. Siła Przew. Res.* **2018**, 32, 482-489. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
33. Porcari, JP; Probst, L.; Forrester K.; Doberstein, S.; Foster, C.; Rzeżucha, ML; Schmidt, K. Wpływ noszenia maski treningowej na uniesienie na wydolność tlenową, czynność płuc i zmienne hematologiczne. *J. Sport Sci. Med.* **2016**, 15, 379-386. [[Google Scholar](#)]
34. Kao, T.-W.; Huang, K.-C.; Huang, Y.-L.; Tsai, T.-J.; Hsieh, BS; Wu, MS Fizjologiczny wpływ noszenia maski N95 podczas hemodializy jako środek ostrożności przeciwko SARS u pacjentów ze schyłkową niewydolnością nerek. *J. Formosa. Med. dr hab.* **2004**, 103, 624-628. [[Google Scholar](#)]
35. Li, Y.; Tokura, H.; Guo, YP; Wong, ASW; Wong, T.; Chung, J.; Newton, E. Wpływ noszenia N95 i masek chirurgicznych na tętno, stres termiczny i subiektywne odczucia. *wewn. Łuk. Zaj. Otaczać. Zdrowie* **2005**, 78, 501-509. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
36. Johnson, AT Maski oddechowe chronią zdrowie, ale wpływają na wydajność: przegląd. *J. Biol. inż.* **2016**, 10, 4. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
37. Rosner, E. Niekorzystne skutki przedłużonego stosowania masek wśród pracowników służby zdrowia podczas COVID-19. *J. Zainfekować. Dis. Epidemiol.* **2020**. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
38. Azuma, K.; Kagi, N.; Yanagi, U.; Osawa, H. Skutki niskiego poziomu narażenia inhalacyjnego na dwutlenek węgla w środowiskach wewnętrznych: krótki przegląd zdrowia ludzkiego i sprawności psychomotorycznej. *Otaczać. wewn.* **2018**, 121, 51-56. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
39. Drechsler, M.; Morris, J. Narkoza dwutlenku węgla. W *StatPearls*; Wydawnictwo StatPearls: Wyspa Skarbów, Floryda, USA, 2020. [[Google Scholar](#)]
40. Szlachetny, J.; Jones, JG; Davis, EJ Funkcje poznawcze podczas umiarkowanej hipoksemii. *Znieczulenie. Intensywna Terapia* **1993**, 21, 180-184. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
41. Fothergill, DM; Żywopłoty, D.; Morrison, JB Wpływ ciśnienia cząstkowego CO₂ i N₂ na sprawność poznawczą i psychomotoryczną. *Biomed podmorski. Res.* **1991**, 18, 1-19. [[Google Scholar](#)]
42. Spitzer, M. Zamaskowana edukacja? Korzyści i obciążenia związane z noszeniem masek na twarz w szkołach podczas obecnej pandemii korony. *Trendy Neurosci. Wyk.* **2020**, 20, 100138. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
43. Heidera, Kalifornia; Álvarez, ML; Fuentes-López, E.; Gonzalez, Kalifornia; Leon, NI; Verástegui, DC; Badia, PI; Napolitano, Kalifornia Rozpowszechnienie zaburzeń głosu u pracowników służby zdrowia w erze powszechnego maskowania COVID-19. *Laryngoskop* **2020**. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]

44. Roberta, RJ; Kim, JH; Coca, A. Wpływ maski ochronnej na ludzką termoregulację: przegląd. *Anny. Zaj. Hig.* **2012** , 56 , 102–112. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
45. Palmiero, AJ; Symons, D.; Morgan, SJ; Shaffer, ocena rozumienia mowy przez RE masek ochronnych i masek oddechowych oczyszczających powietrze. *J. Zaj. Otaczać. Hig.* **2016** , 13 , 960–968. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
46. Simonton, D.; Spears, M. Wpływ na zdrowie człowieka w wyniku narażenia na niskie stężenia siarkowodoru. *Zaj. Bezpieczeństwo zdrowotne. (Waco Tex.)* **2007** , 76 , 102–104. [[Google Scholar](#)]
47. Salimi, F.; Morgan, G.; Rolfe, M.; Samoli, E.; Cowie, CT; Hanigan, I.; Knibbs, L.; Cope, M.; Johnston, FH; Guo, Y.; i in. Długotrwałe narażenie na niskie stężenia zanieczyszczeń powietrza i hospitalizacja z powodu chorób układu oddechowego: prospektywne badanie kohortowe w Australii. *Otaczać. wewn.* **2018** , 121 , 415–420. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
48. Dominici, F.; Schwartz, J.; Di, Q.; Braun, D.; Chór, C.; Zanutetti, A. *Ocena niekorzystnych skutków zdrowotnych długotrwałego narażenia na niskie poziomy zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego: Raport z badań fazy I* ; Instytut Skutków Zdrowotnych: Boston, MA, USA, 2019; s. 1–51. [[Google Scholar](#)]
49. Alleva, R.; Manzella, N.; Gaetani, S.; Bacchetti, T.; Bracci, M.; Ciarapica, V.; Monako, F.; Borghi, B.; Amati, M.; Ferretti, G.; i in. Mechanizm leżący u podstaw wpływu długotrwałej ekspozycji na niskie dawki pestycydów na integralność DNA. *Otaczać. Toksykol.* **2018** , 33 , 476–487. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
50. Roh, T.; Lynch, CF; Weyer, P.; Wang, K.; Kelly, KM; Ludewig, G. Niski poziom narażenia na arsen z wody pitnej jest związany z rakiem prostaty w stanie Iowa. *Otaczać. Res.* **2017** , 159 , 338–343. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
51. Deering, KE; Callana, AC; Książę, RL; Lim, WH; Thompson, PL; Lewis, JR; Hinwood, AL; Devine, A. Niski poziom kadmu i wyniki sercowo-naczyniowe u starszych kobiet australijskich: badanie kohortowe. *wewn. J. Hyg. Otaczać. Zdrowie* **2018** , 221 , 347–354. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
52. Kosnett, M. Skutki zdrowotne narażenia na niskie dawki ołowiu u dorosłych i dzieci oraz możliwe do uniknięcia ryzyko stwarzane przez spożycie dziczyzny zebranej z amunicją ołowioową. W *spożyciu ołowiu ze zużytej amunicji: Implikacje dla dzikiej przyrody i ludzi* ; The Peregrine Fund: Boise, ID, USA, 2009. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
53. Crinnion, WJ Environmental Medicine, Część trzecia: Długoterminowe skutki przewlekłego narażenia na niskie dawki rtęci. *Alternatywnie. Med. Rev* **2000** , 5 , 209–223. [[Google Scholar](#)] [[PubMed](#)]
54. Wu, S.; Han, J.; Vleugels, RA; Puett, R.; Laden, F.; myśliwy, DJ; Qureshi, AA skumulowany strumień promieniowania ultrafioletowego w wieku dorosłym i ryzyko wystąpienia raka skóry u kobiet. *Fr. J. Cancer* **2014** , 110 , 1855–1861. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
55. Kustodis, F.; Schirmer, SH; Baumhakel, M.; Heusch, G.; Böhm, M.; Laufs, U. Patofizjologia naczyń w odpowiedzi na zwiększone tętno. *J. Am. Dz. Kardiol.* **2010** , 56 , 1973–1983. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
56. mgr Russo; Santarelli, DM; O'Rourke, D. Fizjologiczne skutki powolnego oddychania u zdrowego człowieka. *Oddychaj* **2017** , 13 , 298–309. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
57. Nuckiej MK; Gruszecki, M.; Kot, J.; Wilk, J.; Gumiński, W.; Frydrychowski AF; Wtorek J.; Narkiewicz K.; Winklewski, PJ Wpływ powolnego oddychania na ciśnienie krwi i oscylacje szerokości przestrzeni podpajęczynówkowej u ludzi. *Nauka. Rep.* **2019** , 9 , 6232. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
58. Johnsona, AT; Scotta, WH; Lausted, CG; Coyne'a, KM; Sahota, MS; Johnson, MM Wpływ zewnętrznej martwej objętości na wydajność podczas noszenia respiratora. *AIHAJ-Am. Ind. Hyg. dr hab.* **2000** , 61 , 678–684. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
59. Xu, M.; Lei, Z.; Yang, J. Szacowanie objętości martwej przestrzeni między modelem głowy a maską filtrującą N95 za pomocą Microsoft Kinect. *J. Zaj. Otaczać. Hig.* **2015** , 12 , 538–546. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
60. Lee, HP; Wang, DY Obiektywna ocena wzrostu oporu oddychania respiratorów N95 u ludzi. *Anny. Zaj. Hig.* **2011** , 55 , 917–921. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
61. Roberge, R.; Bayer, E.; Powell, J.; Koka, A.; Roberge, M.; Benson, S. Wpływ wydychanej wilgoci na opór oddechowy masek filtrujących N95. *Anny. Zaj. Hig.* **2010** , 54 , 671–677. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]

62. Jamjoom, A.; Nikkar-Esfahani, A.; Fitzgerald, J. Operacyjne Omdlenie u studentów medycyny: badanie przekrojowe. *BMC Med. Wyk.* **2009** , 9 , 14. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
63. Asadi-Pooya, AA; Cross, JH Czy noszenie maski na twarz jest bezpieczne dla osób z padaczką? *Acta Neurol. Skanowanie.* **2020** , 142 , 314-316. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
64. Lazzarino, AI; Steptoe, A.; Hamer, M.; Michie, S. Covid-19: Ważne potencjalne skutki uboczne noszenia masek na twarz, o których powinniśmy pamiętać. *BMJ* **2020** , 369 , m2003. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
65. guaranha, MSB; Garzon E.; Buchpiguel, Kalifornia; Tazima, S.; Jakubijski, EMT; Sakamoto, ponownie o hiperwentylacji AC: Efekty fizjologiczne i skuteczność aktywacji napadu ogniskowego w erze monitorowania wideo-EEG. *Padaczka* **2005** , 46 , 69-75. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
66. Ong, JY; Bharatendu, C.; Goh, Y.; Tang, JZY; Sooi, KW; tan, YL; opalenizna, BYQ; Teoh, H.-L.; Ong, ST; Allena, DM; i in. Bóle głowy związane ze sprzętem ochrony osobistej – badanie przekrojowe wśród pracowników służby zdrowia pierwszej linii podczas COVID-19. *Ból głowy* **2020** , 60 , 864-877. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
67. Jacobs, JL; Ohde, S.; Takahashi, O.; Tokuda, Y.; Omata, F.; Fukui, T. Stosowanie chirurgicznych masek na twarz w celu zmniejszenia częstości występowania przeziębienia wśród pracowników służby zdrowia w Japonii: randomizowana, kontrolowana próba. *Jestem. J. Zainfekować. Kontrola* **2009** , 37 , 417-419. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
68. Ramirez-Moreno, JM Mask-Associated de Novo Headache in Healthcare Workers podczas pandemii Covid-19. *medRxiv* **2020** . [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
69. Shenal, BV; Radonovich, LJ; Cheng, J.; Hodgson, M.; Bender, BS Dyskomfort i wysiłek związany z długotrwałym noszeniem ochrony dróg oddechowych w środowisku opieki zdrowotnej. *J. Zaj. Otaczać. Hig.* **2011** , 9 , 59-64. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
70. Rains, SA Powrót do natury reakcji psychologicznej: przegląd metaanalityczny. *Szum. Komunia. Res.* **2013** , 39 , 47-73. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
71. Matusiak Ł.; Szepietowskiej, M.; Krajewski P.; Białynicki-Biruła, R.; Szepietowski, JC Niedogodności związane z używaniem masek na twarz podczas pandemii COVID-19: badanie ankietowe 876 młodych ludzi. *Dermatol. Tam.* **2020** , 33 , e13567. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
72. Foo, CCI; Goon, ATJ; Lew, Y.; Goh, C. Niekorzystne reakcje skórne na sprzęt ochrony osobistej przeciwko ciężkiemu ostremu zespołowi oddechowemu – badanie opisowe w Singapurze. *Skontaktuj się z Dermatol.* **2006** , 55 , 291-294. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
73. Hua, W.; Zuo, Y.; Wan, R.; Xiong, L.; Tang, J.; Zou, L.; Szu, X.; Li, L. Krótkotrwałe reakcje skórne po użyciu respiratorów N95 i masek medycznych. *Skontaktuj się z Dermatol.* **2020** , 83 , 115-121. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
74. Prousa, D. Studie zu psychischen und psychovegetativen Beschwerden mit den aktuellen Mund-Nasenschutz-Verordnungen. *PsychArchiwa* **2020** . [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
75. Sprzedam, TK; Hosangadi, D.; Trotochaud, M. Misinformation and the US Ebola Communication Crisis: Analiza prawdziwości i treści wiadomości w mediach społecznościowych związanych z wybuchem choroby zakaźnej wywołującej strach. *BMC Public Health* **2020** , 20 , 550. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
76. Ryana, RM; Deci, EL Teoria samostanowienia a rola podstawowych potrzeb psychologicznych w osobowości i organizacji zachowania. W *Handbook of Personality: Theory and Research* , wyd. 3; The Guilford Press: Nowy Jork, NY, USA, 2008; s. 654-678. ISBN 978-1-59385-836-0. [[Google Scholar](#)]
77. Kent, JM; Pappa, LA; Martinez, JM; Browne, ST; Coplan, JD; Klein, DF; Gorman, JM Specyfika reakcji paniki na wdychanie CO2 w napadach paniki: porównanie z dużą depresją i przedmiesiączkowym zaburzeniem dysforycznym. *Jestem. J. Psychiatrii* **2001** , 158 , 58-67. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
78. Morris, LS; McCall, JG; Charney, DS; Murrough, JW Rola Locus Coeruleus w generowaniu lęku patologicznego. *Neurologia mózgu. Przysł.* **2020** , 4 . [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
79. Gorman, JM; Askanazi, J.; Liebowitz, MR; Fier, AJ; Stein, J.; Kinney, JM; Klein, DF Odpowiedź na hiperwentylację w grupie pacjentów z lękiem napadowym. *Jestem. J. Psychiatrii* **1984** , 141 , 857-861. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
80. Tsugawa, A.; Sakurai, S.; Inagawa, Y.; Hirose, D.; Kaneko, Y.; Ogawa, Y.; Serisawa, S.; Takenoshita, N.; Sakurai, H.; Kanetaka, H.; i in. Świadomość epidemii COVID-19 i wynikających z niej tendencji

- depresyjnych u pacjentów z ciężką chorobą Alzheimera. *JAD* **2020** , 77 , 539-541. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
81. Maguire, Pensylwania; Rey, RE; Looi, JC Nic do kichania przy podejmowaniu środków ochronnych przeciwko pandemii grypy przez osoby ze schizofrenią: gotowość i postrzegane bariery. *Australia. Psychiatria* **2019** , 27 , 171-178. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
82. COVID-19: Uwagi dotyczące noszenia masek | CDC. Dostępne online: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/cloth-face-cover-guidance.html> (dostęp 12 listopada 2020 r.).
83. Lim, EPI; Zobacz, RCS; Lee, KH; Wilder-Smith, EPV; Chuah, BYS; Ong, bóle głowy BKC i maska na twarz N95 wśród dostawców opieki zdrowotnej. *Acta Neurol. Skanowanie*. **2006** , 113 , 199-202. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
84. Badri, FMA Maska chirurgiczna Kontaktowe zapalenie skóry i epidemiologia kontaktowego zapalenia skóry u pracowników służby zdrowia. *Aktualn. Klinika Alergologii. Immunol.* **2017** , 30 , 183-188. [[Google Scholar](#)]
85. Scarano, A.; Inchingolo, F.; Lorusso, F. Temperatura skóry twarzy i dyskomfort podczas noszenia ochronnych masek na twarz: ocena termiczna obrazowania w podczerwieni i przesuwanie maski rękami. *wewn. J. Środowisko. Res. Zdrowie publiczne* **2020** , 17 , 4624. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
86. Luksamijarulkul, P.; Aiempadit, N.; Vatanasomboon, P. Zanieczyszczenie drobnoustrojami używanych masek chirurgicznych wśród personelu szpitalnego i mikrobiologiczna jakość powietrza na ich oddziałach roboczych: Szpital w Bangkoku. *Oman Med. J.* **2014** , 29 , 346-350. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
87. Chughtai, AA; Stelzer-Braid, S.; Rawlinson, W.; Pontivivo, G.; Wang, Q.; Pan, Y.; Zhang, D.; Zhang, Y.; Li, L.; MacIntyre, CR Zanieczyszczenie wirusami układu oddechowego na zewnętrznej powierzchni masek medycznych używanych przez szpitalnych pracowników służby zdrowia. *Infekcja BMC. Dis.* **2019** , 19 , 491. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
88. Monalisa, AC; Padma, KB; Manjunath, K.; Hemavathy, E.; Varsha, D. Mikrobiologiczne skażenie masek ust stosowanych przez studentów studiów podyplomowych w prywatnym zakładzie stomatologicznym: badanie in vitro. *IOSR J. Dent. Med. Nauka.* **2017** , 16 , 61-67. [[Google Scholar](#)]
89. Liu, Z.; Chang, Y.; Chu, W.; Yan, M.; Mao, Y.; Zhu, Z.; Wu, H.; Zhao, J.; Dai, K.; Li, H.; i in. Maski chirurgiczne jako źródło zanieczyszczenia bakteryjnego podczas zabiegów operacyjnych. *J. Ortopa. Przel.* **2018** , 14 , 57-62. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
90. Instytut Roberta Kocha. *Grypa-Monatsbericht* ; Instytut Roberta Kocha: Berlin, Niemcy, 2020. [[Google Scholar](#)]
91. Techasatian, L.; Łebsing, S.; Uppala, R.; Thaowandee, W.; Chaiyarit, J.; Supakunpinyo, C.; Panombualert, S.; Maiiang, D.; Saengnipanthkul, S.; Wichajarn, K.; i in. Wpływ maski na skórę pod spodem: prospektywne badanie podczas pandemii COVID-19. *J. Prim. Care Community Health* **2020** , 11 , 2150132720966167. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
92. Lan, J.; Song, Z.; Miao, X.; Li, H.; Li, Y.; Dong, L.; Yang, J.; An, X.; Zhang, Y.; Yang, L.; i in. Uszkodzenia skóry wśród pracowników służby zdrowia zarządzających chorobą koronawirusową-2019. *J. Am. Acad. Dermatol.* **2020** , 82 , 1215-1216. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
93. Szepietowskiego, JC; Matusiak Ł.; Szepietowskiej, M.; Krajewskiego, PK; Białynicki-Birula, R. Swędzenie wywołane maską: badanie kwestionariuszowe 2315 respondentów podczas pandemii COVID-19. *Acta Derm.-Venereol.* **2020** , 100 , adv00152. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
94. Darleński R.; Tsankov, N. COVID-19 Pandemia i skóra: co powinni wiedzieć dermatolodzy? *Clin. Dermatol.* **2020** . [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
95. Muley, P.; „Maska usta” – nowe zagrożenie dla zdrowia jamy ustnej w erze COVID – dr Pooja Muley. *Dental Tribune South Asia* 2020. Dostępne online: <https://in.dental-tribune.com/news/mask-mouth-a-novel-threat-to-oral-health-in-the-covid-era/> (dostęp na 12 listopada 2020 r.).
96. Klimek L.; Huppertz, T.; Alali, A.; Spielhaupter, M.; Hörmann, K.; Maciej, C.; Hagemann, J. Nowa forma drażniącego nieżyty nosa do masek filtrujących cząstki twarzy (FFP2 / N95 / KN95) podczas pandemii COVID-19. *Światowy Organ Alergii. J.* **2020** , 13 , 100474. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
97. Pogromcy mitów COVID-19 – Światowa Organizacja Zdrowia. Dostępne online: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters> (dostęp 28 stycznia 2021 r.).

98. Asadi, S.; Cappa, CD; Barreda S.; Wexler, AS; Bouvier, Nowy Meksyk; Ristenpart, WD Skuteczność masek i pokryć twarzy w kontrolowaniu emisji cząstek aerozolu na zewnątrz podczas czynności wydechowych. *Nauka. Rep.* **2020** , 10 , 15665. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
99. Wong, CKM; Yip, BHK; Mercer S.; Griffiths, S.; Kung, K.; Wong, MC; Chor, J.; Wong, SY Wpływ masek na twarz na empatię i ciągłość relacji: randomizowana, kontrolowana próba w podstawowej opiece zdrowotnej. *Rodzina BMC. Ćwicz.* **2013** , 14 , 200. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
100. Światowa Organizacja Zdrowia; Fundusz Narodów Zjednoczonych na rzecz Dzieci. *Porada WHO w sprawie używania masek dla dzieci w społeczności w kontekście COVID-19: Załącznik do porady w sprawie używania masek w kontekście COVID-19, 21 sierpnia 2020 r.* ; Światowa Organizacja Zdrowia: Genewa, Szwajcaria, 2020. [[Google Scholar](#)]
101. Osoba E.; Lemerrier, C.; Royer, A.; Reyckler, G. Effet du port d'un masque de soins lors d'un test de marche de six minutes chez des sujets sains. *Ks. Mal. Oddech.* **2018** , 35 , 264-268. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
102. Johnsona, AT; Scotta, WH; Phelps, SJ; Caretti, DM; Koh, FC W jaki sposób opór oddechowy wpływa na komfort respiratora? *J. Int. Soc. Oddech. Prot.* **2005** , 22 , 38. [[Google Scholar](#)]
103. Koh, FC; Johnsona, AT; Scotta, WH; Phelps, SJ; Franciszka EB; Cattungal, S. Korelacja między typem osobowości a czasem działania podczas noszenia respiratora. *J. Zaj. Otaczać. Hig.* **2006** , 3 , 317-322. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
104. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. *DGUV Grundsätze für Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen* ; Alfons, W., wyd.; Gentner Verlag: Stuttgart, Niemcy, 2010; ISBN 978-3-87247-733-0. [[Google Scholar](#)]
105. Przeglądaj według kraju-NATLEX. Dostępne online: https://www.ilo.org/dyn/natlex/natlex4.byCountry?p_lang=en (dostęp 28 stycznia 2021 r.).
106. BAuA-SARS-CoV-2 FAQ oraz szczegółowe informacje dotyczące masek w USA, Kanadzie, Australii/Nowej Zelandii, Japonii, Chinach i Korei-Bundesanstalt Für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dostępne online: <https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Coronavirus/pdf/Kennzeichnung-Masken.html> (dostęp 28 stycznia 2021 r.).
107. Veit, M. Hauptsache Maske!? *DAZ.Online* . 2020, s. S26. Dostępne online: <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2020/daz-33-2020/hauptsache-maske> (dostęp: 12.11.2020).
108. MacIntyre, CR; Seale, H.; Iajno, TC; Hien, NT; Nga, PT; Chughtai, AA; Rahman B.; Dwyer, Niemcy; Wang, Q. Randomizowana próba masek materiałowych w klastrze w porównaniu z maskami medycznymi u pracowników służby zdrowia. *BMJ Open* **2015** , 5 , e006577. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
109. MacIntyre, CR; Chughtai, AA maski na twarz do zapobiegania zakażeniom w placówkach opieki zdrowotnej i społeczności. *BMJ* **2015** , 350 , h694. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
110. MacIntyre, CR; Wang, Q.; Seale, H.; Yang, P.; Shi, W.; Gao, Z.; Rahman B.; Zhang, Y.; Wang, X.; Newall, AT; i in. Randomizowane badanie kliniczne trzech opcji respiratorów N95 i masek medycznych u pracowników służby zdrowia. *Jestem. J. Respirator. Kryt. Opieka Med.* **2013** , 187 , 960-966. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
111. Dellweg, D.; Trędowaty, PM; Nowak, D.; Kohnlein, T.; Olgemöller, U.; Pfeifer, M. Stanowisko Niemieckiego Towarzystwa Chorób Płuc (DGP) w sprawie wpływu masek społecznych na samoobronę i ochronę innych osób w odniesieniu do chorób przenoszonych przez powietrze. *Pneumologia* **2020** , 74 , 331-336. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
112. Luckman, A.; Zeitoun, H.; Isoni, A.; Krosna, G.; Włajew, I.; Powdthavee, N.; Przeczytaj, D. Kompensacja ryzyka podczas COVID-19: Wpływ używania masek na twarz na dystans społeczny. *Preprinty OSF* . 2020. Dostępne online: <https://osf.io/rb8he/> (dostęp 25.10.2020).
113. Sharma, I.; Wasznaw, M.; Sharma, R. COVID-19 Szum pandemiczny: przegrani i zyski. *Indian J. Psychiatry* **2020** , 62 , S420-S430. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
114. BfArM-Empfehlungen Des BfArM-Hinweise Des BfArM Zur Verwendung von Mund-Nasen-Bedeckungen (zB Selbst Hergestellten Masken, „Community-Oder DIY-Masken“), Medizinischen Gesichtsmasken Sowie Partikelfiltrierenden Halbmasken FFP3 (SARS-CoV-2/Covid-19). Dostępne online: <https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Medizinprodukte/DE/schutzmaske.html> (dostęp 12 listopada 2020 r.).
115. MacIntyre, CR; Wang, Q.; Cauchemez, S.; Seale, H.; Dwyer, Niemcy; Yang, P.; Shi, W.; Gao, Z.; Pang, X.; Zhang, Y.; i in. Grupowe randomizowane badanie kliniczne porównujące maski

- oddechowe N95 testowane i niedopasowane z maseczkami medycznymi w celu zapobiegania zakażeniom wirusem dróg oddechowych u pracowników służby zdrowia. *Grypa Inne Oddech. Wirusy* **2011**, 5, 170-179. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
116. Gralton, J.; McLaws, M.-L. Ochrona pracowników służby zdrowia przed pandemią grypy: N95 czy maski chirurgiczne? *Kryt. Opieka Med.* **2010**, 38, 657-667. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
 117. Smith, JD; MacDougalla, CC; Johnstone, J.; Radzi, RZS; Schwartz, B.; Garber, GE Skuteczność respiratorów N95 w porównaniu z maskami chirurgicznymi w ochronie pracowników służby zdrowia przed ostrymi infekcjami dróg oddechowych: przegląd systematyczny i metaanaliza. *CMAJ* **2016**, 188, 567-574. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
 118. Lee, SA; Grinszpuna, SA; Reponen, T. Wydajność oddechowa oferowana przez respiratory N95 i maski chirurgiczne: Ocena pacjenta z aerozolem NaCl reprezentującym zakres wielkości cząstek bakteryjnych i wirusowych. *Anny. Zaj. Hig.* **2008**, 52, 177-185. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
 119. Zhu, N.; Zhang, D.; Wang, W.; Li, X.; Yang, B.; Song, J.; Zhao, X.; Huang, B.; Shi, W.; Lu, R.; i in. Nowy koronawirus od pacjentów z zapaleniem płuc w Chinach, 2019. *N. Engl. J. Med.* **2020**. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 120. Oberg, T.; Brosseau, filtr maski chirurgicznej LM i wydajność dopasowania. *Jestem. J. Zainfekować. Kontrola* **2008**, 36, 276-282. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 121. Eninger, RM; Honda, T.; Adhikari, A.; Heinonen-Tański, H.; Reponen, T.; Grinspun, SA Skuteczność filtra masek ochronnych N99 i N95 przeciwko wirusom i bardzo drobnym cząsteczkom. *Anny. Zaj. Hig.* **2008**, 52, 385-396. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 122. Morawska, L. Kropla losu w pomieszczeniach, czyli czy możemy zapobiec rozprzestrzenianiu się infekcji? *Powietrze w pomieszczeniach* **2006**, 16, 335-347. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 123. Ueki, H.; Furusawa, Y.; Iwatsuki-Horimoto, K.; Imai, M.; Kabata, H.; Nishimura, H.; Kawaoka, Y. Skuteczność masek na twarz w zapobieganiu przenoszenia SARS-CoV-2 w powietrzu. *mSphere* **2020**, 5, e00637-20. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 124. Radonovich, LJ; Simberkoff, MS; Bessesen, MT; Brązowy, AC; Cummings, DAT; Gajdos, Kalifornia; Los, JG; Krosche, AE; Gibert, CL; Gorse, GJ; i in. Respiratory N95 a maski medyczne w zapobieganiu grypie wśród personelu służby zdrowia: randomizowane badanie kliniczne. *JAMA* **2019**, 322, 824-833. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 125. Loeb, M.; Dafoe, N.; Mahony, J.; Jana, M.; Sarabia, A.; Glavin, V.; Webby, R.; Śmieja M.; Zarabiał, DJD; Chong, S.; i in. Maski chirurgiczne a respirator N95 do zapobiegania grypie wśród pracowników służby zdrowia: badanie losowe. *JAMA* **2009**, 302, 1865-1871. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 126. Konda, A.; Prakash, A.; Mech, GA; Schmoldt, M.; Grant, GD; Guha, S. Skuteczność filtracji aerozoli typowych tkanin stosowanych w maskach oddechowych. *ACS Nano* **2020**, 14, 6339-6347. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 127. Chughtai, A. Stosowanie masek tkaninowych w praktyce kontroli infekcji – luki w dowodach i zasadach. *wewn. J. Zainfekować. Kontrola* **2013**, 9. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 128. Labortest-Schutzmasken im Härtest: Die Meisten Filtern Ungenügend. Dostępne online: <https://www.srf.ch/news/panorama/labortest-schutzmasken-im-haertetest-die-meisten-filtern-ungenuegend> (dostęp: 12.11.2020).
 129. MacIntyre, CR; Cauchemez, S.; Dwyer, Niemcy; Seale, H.; Cheung, P.; Browne, G.; Faser, M.; Drewno, J.; Gao, Z.; Boy, R.; i in. Używanie masek na twarz i kontrola przenoszenia wirusów oddechowych w gospodarstwach domowych. *Emerg. Infekować. Dis.* **2009**, 15, 233-241. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 130. Xiao, J.; Shiu, EYC; Gao, H.; Wong, JY; Fong, MW; Ryu, S.; Cowling, BJ Nonpharmaceutical Measures for Pandemic Influenza Influenza in Non Healthcare (środki ochrony osobistej i środowiskowe). *Emerg. Infekować. Dis.* **2020**, 26, 967-975. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 131. Aiello, AE; Murray, GF; Perez, V.; Coulborn, RM; Davisa, BM; Uddin, M.; Shay, Dania; Waterman, SH; Monto, stosowanie masek AS, higiena rąk i sezonowa choroba grypopodobna u młodych dorosłych: badanie interwencyjne z randomizacją. *J. Zainfekować. Dis.* **2010**, 201, 491-498. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 132. Bundgaard, H.; Bundgaard, JS; Raaschou-Pedersen, DET; von Buchwald, C.; Todsén, T.; Norsk, JB; Pries-Heje, MM; Vissing, CR; Nielsen, PB; Winslow, UC; i in. Skuteczność dodania zalecenia

- maski do innych środków zdrowia publicznego w celu zapobiegania zakażeniu SARS-CoV-2 u duńskich użytkowników masek. *Anny. Stażysta. Med.* **2020** . [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
133. Intelligentny, NR; Horwell, CJ; Intelligentne, TS; Galea, KS Ocena możliwości noszenia masek na twarz przeciwko zanieczyszczeniu powietrza u dzieci w wieku szkolnym w Londynie. *wewn. J. Środowisko. Res. Zdrowie publiczne* **2020** , 17 , 3935. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 134. Forgie, SE; Reitsma, J.; Spady, D.; Wright, B.; Stobart, K. „Czynnik strachu” masek chirurgicznych i osłon twarzy w oczach dzieci i ich rodziców. *Pediatrics* **2009** , 124 , e777–e781. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 135. Schwarz, S.; Jenetzky, E.; Krafft, H.; Maurer, T.; Martin, D. Corona Children Studies „Co-Ki”: pierwsze wyniki ogólnoniemieckiego rejestru dotyczącego zakrywania ust i nosa (maski) u dzieci. *Monatsschrift Kinderheilkunde* **2021** , 1-10. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 136. Zocal, DB; Furuya, WI; Bassi, M.; Colombari, DSA; Colombari, E. Jądro Samotnego Traktu i Koordynacja Działania Oddechowych i Współczulnych. *Z przodu. Fizjol.* **2014** , 5 , 238. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 137. Neilson, S. Maski chirurgiczne źle nadają się do redukcji ryzyka. *CMAJ* **2016** , 188 , 606–607. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 138. SOCIUM Centrum Badawcze ds. Nierówności i Polityki Społecznej, Universität Bremen. Dostępne online: <https://www.socium.uni-bremen.de/ueber-das-socium/aktuelles/archiv/> (dostęp 28 stycznia 2021 r.).
 139. Fadare, OO; Okoffo, ED Covid-19 Maski na twarz: potencjalne źródło włókien mikroplastycznych w środowisku. *Nauka. Całkowite środowisko.* **2020** , 737 , 140279. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 140. Potluri, P.; Needham, P. *Technical Textiles for Protection (Manchester EScholar-The University of Manchester)* ; Wydawnictwo Woodhead: Cambridge, Wielka Brytania, 2005. [[Google Scholar](#)]
 141. Schnurra, REJ; Alboiu, V.; Chaudhary, M.; Corbett, RA; Quanz, ME; Sankar, K.; Srain, HS; Tavarajah, V.; Ksantos, D.; Walker, TR Zmniejszenie zanieczyszczenia morza przez jednorazowe tworzywa sztuczne (SUP): przegląd. *Mar. Zanieczyszczenia. Byk.* **2018** , 137 , 157–171. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 142. Reid, AJ; Carlson, AK; Credo, JEŚLI; Eliason, EJ; żel, PA; Johnsona, PTJ; Kidd, KA; MacCormacka, TJ; Olden, JD; Ormerod, SJ; i in. Pojawiające się zagrożenia i trwałe wyzwania w zakresie ochrony bioróżnorodności wód słodkich. *Biol. Ks. Camb. Philos. Soc.* **2019** , 94 , 849–873. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 143. Fisher, KA; Tenforde, MW; Feldstein, LR; Lindsell, CJ; Shapiro, NI; Pliki, DC; Gibbsa, KW; Ericson, HL; Prekker, ME; Steingrub, JS; i in. Ekspozycja społeczności i bliskiego kontaktu związane z COVID-19 wśród objawowych dorosłych w wieku ≥ 18 lat w 11 placówkach ambulatoryjnej opieki zdrowotnej w Stanach Zjednoczonych, lipiec 2020 r. *MMWR Morb. Śmiertelny. Codzienne. Rep.* **2020** , 69 , 1258–1264. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 144. Belkin, N. Ewolucja maski chirurgicznej: wydajność filtrowania kontra skuteczność. *Infekować. Szpital Kontrolny Epidemiol.* **1997** , 18 , 49–57. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 145. osłona, BJ; Chan, K.-H.; Kieł, VJ; Cheng, CKY; Grzyb, ROP; Wai, W.; Grzech, J.; Seto, WH; Yung, R.; Chu, DWS; i in. Maski na twarz i higiena rąk w celu zapobiegania przenoszeniu grypy w gospodarstwach domowych: randomizowana próba klastra. *Anny. Stażysta. Med.* **2009** , 151 , 437–446. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 146. osłona, BJ; Zhou, Y.; IP, DKM; Leung, GM; Aiello, AE Maski na twarz zapobiegające przenoszeniu wirusa grypy: przegląd systematyczny. *Epidemiol. Infekować.* **2010** , 138 , 449–456. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
 147. Instytut Medyczny (USA). Komitet ds. Środków Ochrony Osobistej dla Personelu Opieki Zdrowotnej w celu zapobiegania przenoszeniu grypy pandemicznej i innych wirusowych infekcji dróg oddechowych: aktualne zagadnienia badawcze. W *zapobieganiu przenoszeniu grypy pandemicznej i innych wirusowych chorób układu oddechowego: Środki ochrony osobistej dla personelu medycznego: Aktualizacja 2010* ; Larson, EL, Liverman, CT, wyd.; National Academies Press (USA): Waszyngton, DC, USA, 2011; ISBN 978-0-309-16254-8. [[Google Scholar](#)]
 148. Matuschek, C.; Moll, F.; Fangerau, H.; Fischera, JC; Zänker, K.; van Griensven, M.; Schneidera, M.; Kindgen-Milles, D.; Knoefela, WT; Lichtenberg, A.; i in. Historia i wartość masek na twarz. *Eur. J. Med. Res.* **2020** , 25 , 23. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
 149. Spooner, JL Historia chirurgicznych masek na twarz. *AORN J.* **1967** , 5 , 76–80. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]

150. Burgess, A.; Horii, M. Ryzyko, rytuał i odpowiedzialność zdrowotna: japoński „koc bezpieczeństwa” noszenia chirurgicznej maski na twarz. *Spoleczny. Choroba zdrowia*. **2012**, *34*, 1184–1198. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
151. Beck, U. *Risk Society, ku nowej nowoczesności*; SAGE Publications Ltd: Thousand Oaks, Kalifornia, USA, 1992. [[Google Scholar](#)]
152. Cheng, KK; Lam, TH; Leung, CC Noszenie masek na twarz w społeczności podczas pandemii COVID-19: altruizm i solidarność. *Lancet* **2020**. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
153. Melnychuk, MC; Dockree, PM; O'Connell, RG; Murphy, PR; Balsters, JH; Robertson, IH Sprężenie oddychania i uwagi poprzez locus coeruleus: skutki medytacji i pranajamy. *Psychofizjologia* **2018**, *55*, e13091. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
154. Andresena, MC; Kunze, DL Nucleus Tractus Solitarius — brama do nerwowej kontroli krążenia. *Annu. Ks. Fizjol.* **1994**, *56*, 93–116. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
155. Kline, DD; Ramirez-Navarro, A.; Kunze, DL Depresja adaptacyjna w transmisji synaptycznej w jądrze przewodu samotnego po przewlekłej przerywanej hipoksji in vivo: dowody na plastyczność homeostatyczną. *J. Neurosci.* **2007**, *27*, 4663–4673. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
156. Król, TL; Heesch CM; Clark, CG; Kline, DD; Hasser, EM Hipoksja aktywuje neurony Nucleus Tractus Solitarii projekcji do jądra przykomorowego podwzgórza. *Jestem. J. Physiol. Rozp. Integracja. komp. Fizjol.* **2012**, *302*, R1219–R1232. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
157. Yackle, K.; Schwarz, LA; Kam, K.; Sorokina, JM; Huguenard, JR; Feldman, JL; Luo, L.; Krasnow, MA Neurony Centrum Kontroli Oddechu, które promują pobudzenie u myszy. *Nauka* **2017**, *355*, 1411–1415. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
158. Menueta, C.; Connelly'ego, AA; Bassi, JK; Melo, MR; Le, S.; Kamar, J.; Kumar, NN; McDougall, SJ; McMullan, S.; Allen, AM Neurony kompleksu PreBötzingera napędzają modulację ciśnienia krwi i tętna w układzie oddechowym. *eLife* **2020**, *9*, e57288. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
159. Zope, SA; Zope, RA Sudarshan Kriya Yoga: Oddychanie dla zdrowia. *wewn. J. Joga* **2013**, *6*, 4–10. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
160. Cummins, PE; Strowitzki, MJ; Taylor, CT Mechanizmy i konsekwencje wykrywania tlenu i dwutlenku węgla u ssaków. *Fizjol. Rev* **2020**, *100*, 463–488. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
161. Jafari, MJ; Khajevandi, AA; Musawi Najarkola SA; Yekaninejad, MS; Pourhoseingholi, MA; Omid, L.; Kalantary, S. Stowarzyszenie Syndromu Chorego Budynku z Parametrami Powietrza w Pomieszczeniach. *Tanaffos* **2015**, *14*, 55–62. [[Google Scholar](#)]
162. Redlich, Kalifornia; Sparer, J.; Cullen, zespół chorego budynku MR. *Lancet* **1997**, *349*, 1013–1016. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
163. Kaw, R.; Hernandez, AV; Walker, E.; Aboussouan, L.; Mokhlesi, B. Determinanty hiperkapnii u otyłych pacjentów z obturacyjnym bezdechem sennym: przegląd systematyczny i metaanaliza badań kohortowych. *Klatka piersiowa* **2009**, *136*, 787–796. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
164. Edwards, N.; Wilcox, I.; Polo, Dz.U.; Sullivan, CE Odpowiedź na hiperkapniczne ciśnienie krwi jest większa podczas fazy lutealnej cyklu miesięczkowego. *J. Appl. Fizjol.* **1996**, *81*, 2142–2146. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
165. Usługi społeczności AAFA. Co osoby z astmą muszą wiedzieć o maskach na twarz i osłonach podczas pandemii COVID-19. Dostępny online: <https://community.aafa.org/blog/what-people-with-asthma-need-to-know-about-face-masks-and-coverings-during-the-covid-19-pandemic> (dostęp p 29 stycznia 2021 r.).
166. Shigemura, M.; Lecuona, E.; Angulo, M.; Homma, T.; Rodriguez, DA; Gonzalez-Gonzalez, FJ; Welch, LC; Amarelle, L.; Kim, SJ; Kamiński N.; i in. Hiperkapnia zwiększa kurczliwość mięśni gładkich dróg oddechowych poprzez sygnalizację MiR-133a-RhoA za pośrednictwem kaspazy-7. *Nauka. Przeł. Med.* **2018**, *10*, jed.1662. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
167. Roberge, R. Maski na twarz używane przez dzieci podczas epidemii chorób zakaźnych. *Bio Secur. Bioterror.* **2011**, *9*, 225–231. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
168. Schwarz, S.; Jenetzky, E.; Krafft, H.; Maurer, T.; Steuber, C.; Reckert, T.; Fischbach, T.; Martin, D. Corona bei Kindern: Die Co-Ki Study. *pon. Przedszkole* **2020**. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
169. van der Kleij, LA; De Vis, JB; de Bresser, J.; Hendrikse, J.; Siero, JCW Zmiany ciśnienia tętniczego CO₂ podczas hiperkapni są związane ze zmianami objętości mięszu mózgu. *Eur. Radiol. Eksp.* **2020**, *4*, 17. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

170. Geer Wallace, mgr; Pleil, JD Ewolucja klinicznych i środowiskowych zastosowań badań wydychanego oddechu: Przegląd metod: Oprzyrządowanie do fazy gazowej, kondensatu i aerozoli. *Analny. Szym. Akta* **2018** , 1024 , 18-38. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
171. Sukul, P.; Schuberta, JK; Zanaty K.; Trefz, P.; Sinha, A.; Kamysek S.; Miekisch, W. Kompozycje wydychanego oddechu pod wpływem zmiennych rytmów oddechowych Odzwierciedla wariacje oddechowe: Tłumaczenie Breathomics na medycynę oddechową. *Nauka. Rep.* **2020** , 10 , 14109. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
172. Lai, PS; Christiani, DC Długotrwałe skutki zdrowotne układu oddechowego u pracowników włókienniczych. *Aktualn. Opinia. Pulm. Med.* **2013** , 19 , 152-157. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
173. Goetza, LH; Schork, NJ Medycyna spersonalizowana: motywacja, wyzwania i postęp. *Nawóz. Sterylne.* **2018** , 109 , 952-963. [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
174. Samannan, R.; Holt, G.; Calderon-Candelario, R.; Mirsaiedi, M.; Campos, M. Wpływ masek na twarz na wymianę gazów u osób zdrowych i pacjentów z POChP. *Anny. ATS* **2020** . [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
175. Streeck, H.; Schulte, B.; Kuemmerer, B.; Richter, E.; Hoeller, T.; Fuhrmann, C.; Bartok E.; Dolscheid, R.; Berger, M.; Wessendorf, L.; i in. Wskaźnik śmiertelności infekcji SARS-CoV-2 w społeczności niemieckiej ze zdarzeniem superrozprzestrzeniania się. *medRxiv* **2020** . [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
176. Ioannidis, J. Wskaźnik śmiertelności zakażeń COVID-19 wywnioskowany z danych seroprewalencji. *medRxiv* **2020** . [[Google Scholar](#)] [[Odsyłacz](#)]
177. Zarząd: Sesja Specjalna w sprawie odpowiedzi na COVID-19. Dostępne online: <https://www.who.int/news-room/events/detail/2020/10/05/default-calendar/executive-board-special-session-on-the-covid19-response> (dostęp 13 listopad 2020).
178. Międzynarodowa Konferencja Zdrowia. WHO-Konstytucja Światowej Organizacji Zdrowia. 1946. *Byk. Światowy Organ Zdrowia.* **2002** , 80 , 983-984. [[Google Scholar](#)]
Uwaga wydawcy : MDPI pozostaje neutralny w odniesieniu do roszczeń jurysdykcyjnych w opublikowanych mapach i powiązaniach instytucjonalnych.