

Mondkapjes, schijnveiligheid en echte gevaren - deel IV van IV

Winter 2020

Mogelijke mechanismen waardoor mondkapjes het risico op COVID-19 vergroten

7 december, 2020

Voltooid, peer-reviewed en geredigeerd op 8 januari 2021

Colleen Huber¹, NMD

[Oorspronkelijk artikel](#) in het Engels

Copyright [PDMJ.org](#) en de auteur(s)

Zie ook:

[Censuur vs de wetenschap rond mondkapjes](#)

[Interview Lord Jonathan Sumption](#)

Samenvatting

De mondkapjesplicht die in 2020 in veel landen werd afgekondigd, heeft niet bijgedragen aan een reductie van het aantal nieuwe COVID-19-gevallen - gedetecteerd door positieve Polymerase Chain Reaction (PCR) testen in de VS en daarbuiten. Toegenomen aantallen of insignificante veranderingen in de incidentie van SARS-CoV-2-infecties (aangenomen op grond van detectie door PCR-testen) volgden overal ter wereld (en dus ook in staten in de VS) op de mondkapjesplicht. Mondkapjes zijn derhalve een mogelijke risicofactor voor infectie met SARS-CoV-2 en voor een hogere incidentie van de ziekte COVID-19. In deze studie kijken we naar de bekende lichamelijke en chemische kenmerken/eigenschappen van de ademhaling door en in relatie tot de periferie (de randen) en binnenzijde van mondkapjes, opdat wij een beter inzicht krijgen in de redenen voor de toename in het aantal COVID-19-gevallen die volgt op mondkapjesgebruik.

COVID-19-incidentie in gemaskerde en ongemaskerde populaties

Midden juli 2020 verrichtte de Council on Foreign Relations (Amerikaanse Raad voor Buitenlandse Betrekkingen) een enquête in vijftig landen, waarbij men de burgers de volgende vraag stelde: 'Hebt u de afgelopen zeven dagen buitenshuis altijd een mondkapje gedragen?' Het antwoord 'ja' varieerde procentueel van 1 procent in Finland en Denemarken tot 93 procent in Singapore.²

Drie maanden later, in het begin van oktober, hebben wij met ons team al die landen nog eens onderzocht op het aantal COVID-19-doden en -gevallen. Er was geen duidelijk herkenbaar patroon te zien met betrekking tot het aantal doden, maar er was wel een trend te zien in de landen waar de mondkapjes in juli 2020 het minst gedragen werden, en die trend was dat daar drie maanden later over het algemeen minder COVID-19-gevallen waren.³

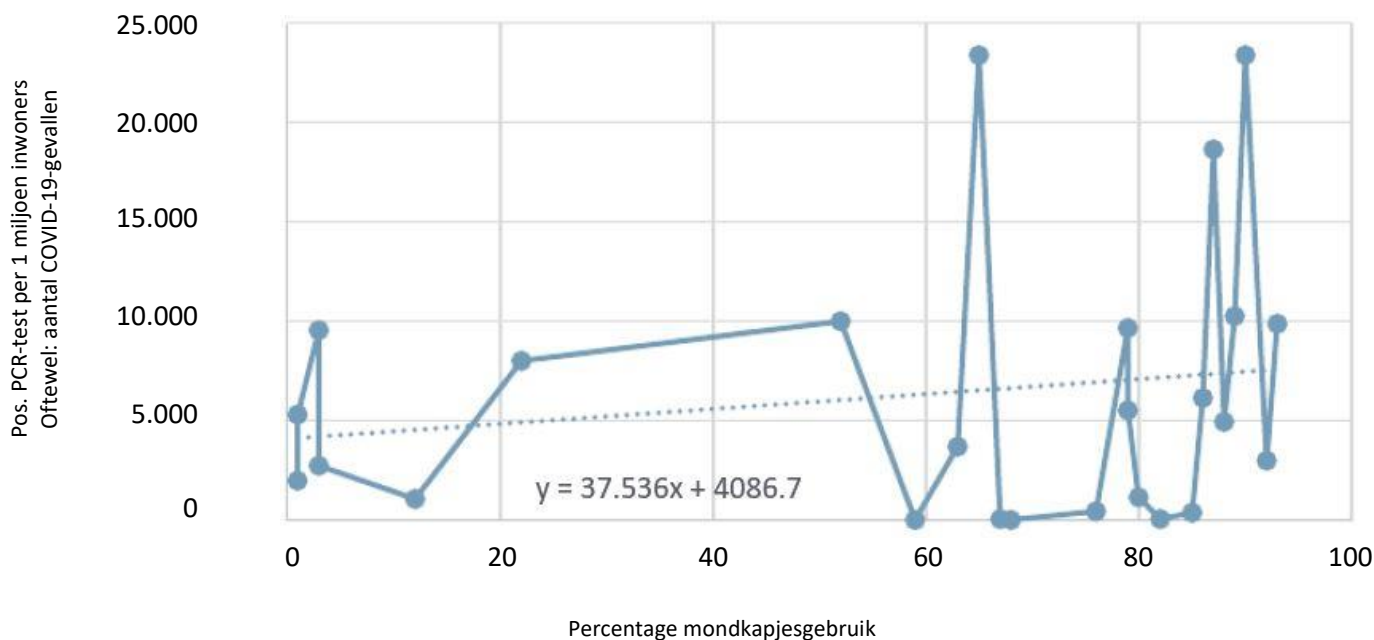
Zie de grafiek op de volgende pagina.

¹ Colleen Huber (NMD) is naturopathisch arts en naturopathisch oncoloog (FNORI). Zij schrijft over onderwerpen zoals mondkapjes, COVID-19, kanker en voeding.

² Feler, C., Bussemaker, N., Which Countries Are Requiring Face Masks? Council on Foreign Relations, 4 aug. 2020. <https://www.cfr.org/in-brief/which-countries-are-requiring-face-masks>.

³ Borovoy, B., Huber, C., Crisler, M., *Mondkapjes, schijnveiligheid en echte gevaren - Deel 2 - Microbiologische uitdagingen bij mondkapjesgebruik*, Primary Doctor Medical Journal, nov. 2020. <https://www.ademvrij.nu/microbiologische-uitdagingen-bij-mondkapjesgebruik> (directe download in PDF): <http://www.eddymaatkamp.nl/articles/mondkapjes-gevaren-2.pdf> (pag. 5).

Totaal aantal positieve PCR-testen per 1 miljoen inwoners op 7 oktober 2020 (Worldometers)



In deel 2 van deze serie werd n.a.v. deze grafiek al het volgende gezegd: ‘Als we met curve-fitten een trendlijn maken, zien we een duidelijke stijging van 37.536 voor die lijn. Dat houdt in dat voor elk procentpunt toename van mondkapjesgebruik in een land er een gemiddelde stijging van 37.536 extra positieve PCR-testen per 1 miljoen inwoners optrad. Dat maakt duidelijk dat mondkapjesgebruik wat betreft het reduceren van het aantal positieve PCR-testen niet de beloofde uitwerking heeft gehad, maar veeleer een correlatie lijkt te vertonen met een toename in het aantal positieve PCR-testen voor COVID-19.’

Populatiegegevens van landen en van staten in de VS toonden aan dat de verklaarde (openbaar gemaakte) aantallen van COVID-19-gevallen vaker toenamen dan afnamen na een mondkapjesplicht voor de burgers in de rechtsgebieden van die landen en staten. De tijdlijnen van zeven landen, te weten Israël, Peru, Filippijnen, Spanje, Frankrijk, Hongarije en Argentinië, toonden allemaal aan dat er door mondkapjesplichten geen snelle impact was te bespeuren op het aantal COVID-19-gevallen of het aantal ziekenhuisopnames ten gevolge van COVID-19.^{4, 5} Maar al die zeven landen vertoonden wel een toename in SARS-CoV-2-gevallen binnen twaalf weken na het ingaan van de mondkapjesplicht. Er waren ook vijf Amerikaanse grootstedelijke gebieden en zes staten onderzocht en ook zij vertoonden gelijksoortige patronen van een toename in gerapporteerde SARS-CoV-2-gevallen.

Tsjechië vertoonde een sterke toename in de COVID-19-incidentie kort na de tweede mondkapjesplicht in dat land. De betreffende grafieken waren gemaakt met gegevens van The COVID-19 Tracking Project Data Download⁶ en van Our World in Data.⁷ Alleen Tsjechië vertoonde een duidelijk inflectiepunt (een buigpunt) van afname naar toename of vice versa van positieve PCR-testen op het moment van of vlak na een mondkapjesplicht. De trendlijn van COVID-19-gevallen en ziekenhuisopnames ten gevolge van COVID-19 in elk rechtsgebied steeg over het algemeen enkele weken na ingang van de mondkapjesplicht. Alle gebieden vertoonden een toename in COVID-19-gevallen na de ingang van de mondkapjesplicht, behalve New York City en Mississippi, maar daar was al ten minste twee weken voor de ingang van de mondkapjesplicht sprake van een sterke daling in COVID-19-gevallen, en ook na de mondkapjesplicht was in die daling geen duidelijke verandering te zien (m.a.w. de daling zette zich net zo snel voort als daarvoor).

De voorgaande data van The COVID-19 Tracking Project Data Download, Our World in Data, The Council on Foreign Relations en ons eigen onderzoeksteam toonden aan dat er hogere aantallen van positieve COVID-19 PCR-testen waren in gebieden die daarvoor een hoger mondkapjesgebruik hadden.

⁴ Miller, I., *Mask Charts*, Rational Ground, <https://rationalground.com/mask-charts>.

⁵ Miller, I., *Mask Charts*, Rational Ground, <https://rationalground.com/more-mask-charts>.

⁶ The COVID Tracking Project, Data Download, <https://covidtracking.com/data/download>.

⁷ <https://github.com/owid/covid-19-data/tree/master/public/data>.

De grootste populatiestudie naar het verband tussen mondkapjesgebruik en het ontstaan van nieuwe COVID-19-gevallen tot nu toe, ook wel bekend als de DANMASK-19-studie of de Deense Mondkapjesstudie, werd uitgevoerd in april en mei 2020 en werd gepubliceerd in het midden van november 2020.⁸ Men liet 3030 deelnemers een mondkapje dragen en 2994 deelnemers niet. Van deze 6024 deelnemers werden er 4862 (zij die de studie konden voltooien) een maand lang gevolgd. In die maand droeg ongeveer de helft van de deelnemers een mondkapje, en de andere helft niet, waarbij de twee groepen gewoon hun dagelijkse bezigheden oppakten in een situatie zonder lockdown. De gemiddelde hoeveelheid tijd die zij buitenshuis doorbrachten was 4,5 uur per dag.

Aan het einde van de maand werden data verzameld over PCR-waarden, IgM⁹ en IgG¹⁰ antilichamen en/of ziekenhuisopnames. Ontbrekende data en twijfelachtige resultaten, door patiënten zelf gerapporteerde resultaten van thuistesten (patient-reported findings on home tests) en andere variabelen hadden een negatief effect op de nauwkeurigheid van de beoordeling van de resultaten. Men ontdekte dat ongeveer 2 procent van elke groep (1,8 procent van de gemaskerden en 2,1 procent van de ongemaskerden) geïnfecteerd was met SARS-CoV-2. De auteurs van de DANMASK-19-studie erkennen zelfs dat zij vooraf een voorkeur hadden voor mondkapjesgebruik, ondanks het gebrek aan medisch onderzoek van vóór maart 2020 dat een preventief effect van mondkapjes aantoonde tegen welke virale infectieziekten dan ook. Volgens de bestaande onderzoeken en meta-analyses van vóór maart 2020 hebben mondkapjes nooit een bewezen effect gehad op de overdracht van virale infecties.^{11, 12, 13} Mondkapjes zijn ook niet effectief gebleken tegen het SARS-CoV-2-virus.¹⁴ De conclusie van de DANMASK-19-studie was dat mondkapjesgebruik het aantal COVID-19-infecties niet significant reduceerde, en dat ongeveer 0,5 procent van elke groep positief testte voor andere virussen. De DANMASK-19-studie leverde de volgende conclusie op: ‘Een advies om buitenshuis te midden van andere mensen een chirurgisch mondkapje te dragen, resulteerde vergeleken met het niet geven van dat advies statistisch gezien niet in een betekenisvolle afname van het aantal COVID-19-infecties.’

De hierboven genoemde data tonen aan dat in de gebieden waar het mondkapjesgebruik procentueel gezien hoger was, er óf meer positieve PCR-testen waargenomen werden, óf geen beduidende verandering in het aantal positieve PCR-testen waargenomen werd. Het doel van deze studie is te onderzoeken welke mechanismen achter het mondkapjesgebruik waarschijnlijk de oorzaak van deze bevindingen zijn.

Mogelijke fysieke mechanismen voor de stijging van het aantal COVID-19-gevallen door mondkapjesgebruik

In een studie uit 2020 aan de Duke Universiteit werd o.a. gekeken naar het onvermogen van stoffen maskers om respiratoire druppels en (de eraan verbonden) micro-organismen vast te houden binnen de gemaskerde luchtruimte. De gaatjes in de stof van bepaalde mondkapjes bleken juist als een verspreidingsmechanisme te werken voor de uitgedemde respiratoire druppels.¹⁵ Van de grotere uitgedemde druppels van een ongemaskerd persoon weten we dat ze snel op de grond vallen, en wel op korte afstand van de mond.¹⁶ Maar deze studie toonde aan dat de kleine gaatjes in de verschillende lagen van het mondkapje de grotere uitgedemde druppels juist verder verspreidden ‘in de vorm van heel veel kleinere druppels (...), wat een verklaring is voor de duidelijk toename in het aantal druppels vergeleken met het aantal druppels

⁸ Bundgaard, H., Bundgaard, J. e.a., *Effectiveness of Adding a Mask Recommendation to Other Public Health Measures to Prevent SARS-CoV-2 Infection in Danish Mask Wearers: A Randomized Controlled Trial*, Annals of Internal Medicine, 18 nov. 2020.

<https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/M20-6817>, <https://doi.org/10.7326/M20-6817>.

⁹ Immunoglobuline M of kortweg IgM is een type antilichaam dat wordt geproduceerd door B-cellen. Het is verreweg het grootste en zwaarste type antilichaam in de menselijke circulatie.

¹⁰ Immunoglobuline G of kortweg IgG is een immunoglobuline dat wordt aangemaakt bij grotere hoeveelheden of bij een herhaald contact met het antigeen.

¹¹ Xiao, J., Shiu, E. Y. C. e.a., *Nonpharmaceutical Measures for Pandemic Influenza in Nonhealthcare Settings - Personal Protective and Environmental Measures*, Centers for Disease Control and Prevention, dl. 26, nr. 5, mei 2020. https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/5/19-0994_article.

¹² Jefferson, T., Jones, M., *Physical Interventions to Interrupt or Reduce the Spread of Respiratory Viruses. Part 1 - Face Masks, Eye Protection and Person Distancing: Systematic Review and Meta-analysis*, MedRxiv, 7 april 2020. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.30.20047217v2>, <https://doi.org/10.1101/2020.03.30.20047217>.

¹³ Huber, C., *Masks Are Neither Effective Nor Safe: A Summary of the Science*, PDMJ.org, dec 2020. https://pdmj.org/papers/masks_false_safety_and_real_dangers_part4/.

¹⁴ Brainard, J., Jones, N. e.a., *Facemasks and Similar Barriers to Prevent Respiratory Illness such as COVID-19: A Rapid Systematic Review*, MedRxiv, 1 april 2020. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.01.20049528v1.full.pdf>.

¹⁵ Fischer, E., Fischer, M. e.a., *Low-cost Measurement of Face Mask Efficacy for Filtering Expelled Droplets During Speech*, Science Advances, 2 sept. 2020, dl. 6, nr. 36, <https://advances.sciencemag.org/content/6/36/eabd3083>.

¹⁶ Mitchell, N. J., Hunt, S., *Surgical Face Masks in Modern Operating Rooms - a Costly and Unnecessary Ritual?*, Journal of Hospital Infection, dl. 18, nr. 3, juli 1991, pag. 239-242.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0195670191901482>, [https://doi.org/10.1016/0195-6701\(91\)90148-2](https://doi.org/10.1016/0195-6701(91)90148-2).

dat zich verspreidt bij het niet dragen van een mondkapje'. Ook bleek dat kleinere deeltjes langer in de lucht bleven zweven dan grotere druppels. Het resultaat was dat de specifieke stoffen maskers die in de Duke studie werden onderzocht als contraproductief werden gezien.

Geaerosoliseerde adem bevat deeltjes die uren in de lucht kunnen blijven hangen. 'De tijd varieert in een normale binnenruimte van vele seconden tot enkele uren.'¹⁷

Een aspect dat zelden genoemd wordt met betrekking tot mondkapjesgebruik, is het nozzle-effect. Rond de randen van alle mondkapjes bevinden zich openingen, behalve bij mondkapjes die strak op de huid zitten en goed aangepast kunnen worden aan de vorm van het gezicht; maar deze mondkapjes zijn veelal ook het meest verstikkend. Openingen aan de zijkanten en bij de wenkbrauwen - bij de randen van het mondkapje - zijn openingen waardoor uitgedemd wordt en waardoor dus ongefilterde aerosolen in de omgevingslucht terechtkomen. Terwijl door het uitademen een stroom van vocht en gas met kracht tegen een kleine, vrijwel onbeweeglijke opening wordt geblazen, nemen zowel de snelheid als de kinetische energie van die stroom toe. De vergelijking van Bernoulli verklaart het behoud van energie waarbij een vloeistof door een nauwe opening wordt geperst:

$$\frac{1}{2}\rho v^2 = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{V} = \frac{KE}{V}$$

In deze formule is ρ de dichtheid van de vloeistof en is de kinetische energie per volume-eenheid KE/V de helft van de massa maal het kwadraat van de snelheid van het totale volume (V). Compressie van uitgedemd gas aan de binnenkant van het mondkapje vergroot de dichtheid van het daarin aanwezige vocht vergeleken met de dichtheid ervan in de lucht buiten het mondkapje. Volgens de vergelijking van Bernoulli is de snelheid en de kinetische energie tijdens het uitademen van de lucht in de gemaskerde luchtruimte hoger dan daarbuiten.

De druk in de gemaskerde luchtruimte is ook hoger, omdat er een obstructie aanwezig is in de vorm van een maskerlaag (woven of non-woven). In een gesloten systeem zonder andere variabelen blijven de druk en het volume omgekeerd evenredig. Dat wordt verklaard door de Wet van Boyle: $P = k/V$, waar 'P' de druk van het gas is, 'k' een constante en 'V' het volume van het gas.

De algemene gaswet ($PV = nRT$) - waarbij 'n' het aantal molen gas is, 'R' de universele gasconstante en 'T' de temperatuur in Kelvin - toont ook aan waarom de druk in de gemaskerde luchtruimte toeneemt bij het uitademen. 'R' en 'T' en 'V' blijven redelijk constant, maar het aantal molen gas neemt toe wanneer de uitgedemde lucht en de belangrijkste bestanddelen ervan (79 procent stikstof, 16 procent zuurstof en 4 procent kooldioxide) uit de longen stroomt. Wanneer bij $PV = nRT$ alle andere variabelen constant blijven, kun je verwachten dat de druk in de gemaskerde luchtruimte toeneemt bij het uitademen wanneer 'n' toeneemt.

Deze 'mechanische overwegingen' zijn van toepassing op mondkapjes in die zin dat een mondkapje zich om de zijkanten van het gezicht positioneert en achterwaarts richting de oren geplaatst wordt, waar slechts kleine openingen of kieren overblijven voor een ongehinderde doorgang van de uitgedemde lucht. Ook de kieren aan de zijkanten van de neus en onder de kin laten slechts weinig ruimte over voor ongefilterde, ongehinderde uitademing boven en onder het mondkapje.

Het gevolg hiervan is dat er krachtige luchtstromen ontstaan vanuit het mondkapje - zijwaarts, achterwaarts, neerwaarts, bij de wenkbrauwen en boven het hoofd. Wat betreft de viraal geladen uitgedemde vochtdeeltjes ontdekte men dat deze door gemaskerde personen verder in de omgevingslucht verspreid worden dan door ongemaskerde personen, middels 'verschillende krachtige luchtstromen die vooral zijwaarts en achterwaarts weglekken en die zo een gevaar voor de gezondheid kunnen vormen', benevens een 'potentieel gevaarlijke luchtstroom die enkele meters ver reikt'. Deze mond-

¹⁷ Nicas, M., Nazaroff, W. W., Hubbard, A. E, *Toward Understanding the Risk of Secondary Airborne Infection: Emission of Respirable Pathogens*, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 17 aug. 2010. pag. 143-154.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15459620590918466>, <https://doi.org/10.1080/15459620590918466>.

kapjes 'zijn in staat om viraal geladen vochtdeeltjes tot enkele meters ver te verspreiden'.¹⁸ De achterwaartse luchtstroom bleek bij de dragers van alle bestudeerde mondkapjes en gelaatsschermen krachtiger te zijn dan bij hen die geen mondkapje of gelaatsscherm droegen. Stromingsvisualisatie met schlieren¹⁹ toonde aan dat bij personen die chirurgische mondkapjes of gewone stoffen mondkapjes droegen, verder reikende luchtstromingen langs het voorhoofd optraden dan bij personen die geen mondkapje droegen (dat betroffen dan ongefilterde opwaartse luchtstromen die langs de wenkbrauwen omhooggingen). De afgelegde afstanden bedroegen 182 mm bij de chirurgische mondkapjes en 203 mm bij de stoffen mondkapjes, versus 0 mm bij de niet-mondkapjesdragers (bij de niet-dragers waren geen luchtstromen zichtbaar). Met betrekking tot de zij- en achterwaartse luchtstromen merkten de auteurs op:

'Het is belangrijk je bewust te zijn van deze luchtstromen om een vals gevoel van veiligheid te voorkomen. Dat valse gevoel van veiligheid kan optreden wanneer je naast of achter een mondkapjesdrager staat (met een chirurgisch of zelfgemaakt masker) of wanneer je naast of achter iemand staat die een gelaatsscherm draagt.'

Deze luchtstromen bleken virale deeltjes te bevatten van 0,03 tot 1 micron²⁰ wanneer zij via de zijopeningen van zowel de N95-mondkapjes als de chirurgische mondkapjes naar buiten kwamen.²¹

Bij ongemaskerde personen is het daarentegen onwaarschijnlijk dat zij virale deeltjes zo ver verspreiden als een gemaskerd persoon ze verspreidt. De orale microbiële flora die door ongemaskerde zorgmedewerkers verspreid werd die op 1 meter afstand van hun werkplek stonden, was niet in staat om de daar opgestelde petrischaaltjes te besmetten.²²

Er is reden tot zorg met betrekking tot de blootstelling aan virussen van mensen die naast, achter of boven een mondkapjesdrager staan (je kunt erboven staan als de mondkapjesdrager bijvoorbeeld een verdieping lager onder een looprooster staat - *vertaler*). Waar bij ongemaskerde individuen is aangetoond dat zij wat afstand betreft geen of een korte virale transmissie veroorzaken, zorgen de tot enkele meters ver reikende (door de openingen ontsnappende) luchtstromen ervoor dat een gemaskerd persoon een veel groter risico vormt met betrekking tot aerosolverbreiding voor hen die in hun nabijheid verkeren en zich misschien zorgen maken over hun eigen blootstelling aan het SARS-CoV-2-virus of andere respiratoire pathogenen.

Mogelijke chemische mechanismen die bijdragen aan de vatbaarheid voor COVID-19 door mondkapjesgebruik

Bij elk type mondkapje werd aan de binnenkant een laag zuurstofgehalte gemeten. De beschikbare hoeveelheid zuurstof als percentage van het beschikbare luchtvolume daalde in minder dan 10 seconden tot beneden het door de OSHA²³ vereiste minimumpercentage van 19,5 procent²⁴ en bleef ook onder die grens.²⁵ Een studie waarin 53 chirurgen werden gevolgd, toonde aan dat er een daling was in de arteriële pulsering (SpO₂) tijdens het opereren met een mondkapje op. Na de operaties was er een grote daling in de zuurstofverzadiging te zien.²⁶

¹⁸ Viola, I. M., Peterson, B. e.a., *Face Coverings, Aerosol Dispersion and Mitigation of Virus Transmission Risk*, IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology, 2^e editie, 30 jan. 2021. <https://arxiv.org/abs/2005.10720>, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2005/2005.10720.pdf>.

¹⁹ <https://nl.wikipedia.org/wiki/Schlierenoptica>.

²⁰ Een micrometer (micron of mu) is een lengtemaat uit het SI-stelsel. De maat heeft het symbool µm. Een micrometer is gelijk aan 10⁻⁶ meter, oftewel 0,000001 meter, een miljoenste deel van een meter, of een duizendste deel van een millimeter, oftewel 0,001 mm.

²¹ Grinshpun, S., Haruta, H. e.a., *Performance of an N95 Filtering Facepiece Particular Respirator and a Surgical Mask during Human Breathing: Two Pathways for Particle Penetration*, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2009; 6(10), pag. 593-603. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/15459620903120086>.

²² Mitchell, N. J., Hunt, S., *Surgical Face Masks in Modern Operating Rooms - a Costly and Unnecessary Ritual?*, Journal of Hospital Infection, dl. 18, nr. 3, juli 1991, pag. 239-242. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0195670191901482>, [https://doi.org/10.1016/0195-6701\(91\)90148-2](https://doi.org/10.1016/0195-6701(91)90148-2).

²³ De US Occupational Safety and Health Administration is de Amerikaanse versie van de Nederlandse Inspectie SZW (in 2012 ontstaan door samenvoeging van de Arbeidsinspectie, de Inspectie Werk en Inkomen en de Sociale Inlichtingen- en Opsporingsdienst).

²⁴ US Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration, *Confined or Enclosed Spaces and Other Dangerous Atmospheres » Oxygen-Deficient or Oxygen-Enriched Atmospheres*. <https://www.osha.gov/SLTC/etools/shipyard/shiprepair/confinedspace/oxygendeficient.html>.

²⁵ Borovoy, B., Huber, C., Crisler, M., *Mondkapjes, schijnveiligheid en echte gevaren - Deel 3 - Hypoxie, hypercapnie en de lichamelijke gevolgen*, Primary Doctor Medical Journal, 2 nov. 2020. <https://ademvrij.nu/hypoxie-hypercapnie-en-de-lichamelijke-gevolgen> (directe download in PDF): <http://www.eddymaatkamp.nl/articles/mondkapjes-gevaren-3.pdf> (pag. 11, eerste alinea in de PDF-editie).

²⁶ Beder, A., Büyükköçak, Ü. e.a., *Preliminary Report on Surgical Mask Induced Deoxygenation During Major Surgery*, Neurocirugia, 2008, pag. 121-126. <http://scielo.isciii.es/pdf/neuro/v19n2/3.pdf>.

In een toestand van hypoxie produceert het lichaam 'hypoxie-induceerbare factor-1' (HIF-1). Van HIF-1 is bekend dat het de T-celfunctie verzwakt.²⁷ Er is aangetoond dat de CD4⁺ T-cellen in dit proces achteruitgaan. Maar we weten dat CD4⁺ T-cellen virale infecties bestrijden.²⁸ Dit roept de vraag op of gemaskerde personen niet *sneller* het SARS-CoV-2-virus (dat momenteel wereldwijd enorme aandacht heeft en angst veroorzaakt) kunnen oplopen, cultiveren en verspreiden dan ongemaskerde personen.

Een ander effect van HIF-1 is dat de hoeveelheid ACE2²⁹ erdoor afneemt.³⁰ Dit enzym speelt een sleutelrol bij het op peil houden van de bloeddruk, de concentratie elektrolyten en bij het beheersen van infecties. Overal in het lichaam vinden we cellen die receptoren hebben voor ACE2, maar ze bevinden zich vooral in de longen en in de bronchiale epitheelcellen, alsook in de orale en nasale mucosa (slijmvliezen). ACE2-receptoren vormen ook de initiële toegangspoort waardoor SARS-CoV-2 de cellen in de bovenste luchtwegen binnendringt. Een effect van SARS-CoV-2 is downregulatie³¹ van ACE2.³² Een gemaskerd persoon met een nieuwe SARS-CoV-2 infectie zou dan zowel ACE2 als ACE2-receptoren verliezen. ACE2 helpt bij het neutraliseren van de schadelijke effecten van Angiotensine 2, zoals ontsteking en vasoconstrictie (vernauwing van de slagaders). Maar terwijl de ACE2-effecten in het lichaam snel verdwijnen door zowel een verlies aan ACE2 als ACE2-receptoren, loopt de *gemaskerde* persoon met een nieuwe SARS-CoV-2-infectie een verhoogd risico op ontstekingen en de bijbehorende ziektesymptomen (de ernst van de symptomen is afhankelijk van de ernst van de ontsteking). De ziekteverwekkende effecten van SARS-CoV-2 worden versterkt door een hypoxische invloed, zoals het dragen van een mondkapje, en zouden dus een contra-indicatie³³ zijn bij iemand die geïnfecteerd kan raken met het SARS-CoV-2-virus. Daardoor kan door een mondkapje veroorzaakte hypoxie het verschil maken bij een asymptomatische of licht symptomatische interactie met SARS-CoV-2 in een normoxisch³⁴ individu, vergeleken met een ernstig geval van COVID-19 in een hypoxisch individu.

We zagen ook dat na het opzetten van elk mondkapje het CO₂-gehalte in de gemaskerde luchtruimte al binnen 30 seconden boven de door de OSHA bepaalde aanvaardbare waarde steeg.³⁵ Gemaskerde personen bleken ook symptomen van hypercapnie³⁶ te vertonen, wat een effect heeft op meerdere organsystemen.^{37, 38}

Door hypercapnie worden de cilia (trilharen) onbeweeglijk gemaakt, die de ziekteverwekkers uit de bovenste luchtwegen verwijderen. Daardoor zijn mondkapjesdragers vatbaarder voor luchtweginfecties en lopen ze meer risico dat pathogenen dieper in de luchtwegen terechtkomen.³⁹ De onderste luchtwegen zijn gewoonlijk steriel door de werking van de cilia die verontreinigingen en micro-organismen naar boven transporteren, naar de openingen van de luchtwegen (mond en neus).

²⁷ Lukashev, D., Klebanov, B. e.a., *Cutting Edge: Hypoxia-Inducible Factor 1 α and Its Activation-Inducible Short Isoform I.1 Negatively Regulate Functions of CD4⁺ and CD8⁺ T Lymphocytes*, The Journal of Immunology, 15 okt. 2006; 177 (8) 4962-4965.

<https://www.jimmunol.org/content/177/8/4962>, <https://doi.org/10.4049/jimmunol.177.8.4962>.

²⁸ Sant, A. J., McMichael, A., *Revealing the Role of CD4⁺ T Cells in Viral Immunity*, The Journal of Experimental Medicine, juli 2012; 209(8) 1391-1395.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3420330>, <https://dx.doi.org/10.1084/jem.20121517>.

²⁹ ACE2 staat voor Angiotensine-Converterend Enzym 2^e.

³⁰ Zhang, R., Su, H. e.a., *MiRNA let-7^b Promotes the Development of Hypoxic Pulmonary Hypertension by Targeting ACE2*, American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology, 1 mrt. 2019; 316(3): L547-L557.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30628484>, <https://doi.org/10.1152/ajplung.00387.2018>.

³¹ Met up- en downregulatie wordt in de biologie doorgaans bedoeld op de regulatie van de activiteit van bepaalde op cellen gelegen receptoren door hormonen. Met downregulatie bedoelt men vermindering van de activiteit, gevoeligheid of het aantal van deze receptoren; met upregulatie de vergroting hiervan. Ook wordt met het begrippenpaar wel gedeut op het stimuleren dan wel afremmen van gen-expressie.

³² Verdecchia, P., Cavallini, C. e.a., *The Pivotal Link between ACE2 Deficiency and SARS-CoV-2 Infection*, European Journal of Internal Medicine, juni 2020; 76:14-20. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7167588>, <https://dx.doi.org/10.1016/j.ejim.2020.04.037>.

³³ Een contra-indicatie is een aanwijzing die pleit tegen het gebruik van een bepaald (genees)middel, in dit geval een mondkapje.

³⁴ Een normale zuurstofconcentratie in bloed of lichaamswefsel.

³⁵ Borovoy, B., Huber, C., Crisler, M., *Mondkapjes, schijnveiligheid en echte gevaren - Deel 3 - Hypoxie, hypercapnie en de lichamelijke gevolgen*, Primary Doctor Medical Journal, 2 nov. 2020. <https://ademvrij.nu/hypoxie-hypercapnie-en-de-lichamelijke-gevolgen> (directe download in PDF): <http://www.eddymaatkamp.nl/articles/mondkapjes-gevaren-3.pdf>.

³⁶ Jacobson, T. A., Kler, J. S. e.a., *Direct Human Health Risks of Increased Atmospheric Carbon Dioxide*, Nature Sustainability, dl. 2, pag. 691-701 (2019), <https://www.nature.com/articles/s41893-019-0323-1>, <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0323-1>.

³⁷ Chandrasekaran, B., Fernandes, S., *Exercise with Facemask; Are we Handling a Devil's Sword? - A Physiological Hypothesis*, Medical Hypotheses, 2020 Nov; 144:110002, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7306735/>, <https://dx.doi.org/10.1016/j.mehy.2020.110002>.

³⁸ Joyner, M. J., Casey, D. P., *Regulation of Increased Blood Flow (Hyperemia) to Muscles During Exercise: A Hierarchy of Competing Physiological Needs*, Physiological Reviews, 1 april 2015, 95(2) 549-601. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25834232/>, <https://doi.org/10.1152/physrev.00035.2013>.

³⁹ Kempeneers, C., Seaton, C. e.a., *Ciliary Functional Analysis: Beating a Path towards Standardization*, Pediatric Pulmonology, okt. 2019, 54(10) 1627-1638, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31313529/>, <https://doi.org/10.1002/ppul.24439>.

Een belemmering van dit proces, zoals bijvoorbeeld optreedt bij hypercapnie, kan van invloed zijn op de pathogenese⁴⁰ en de ernst van luchtweginfecties.

Wat ook werd aangetoond, is dat hypercapnie een downregulatie veroorzaakt van genen die betrokken zijn bij de immuunrespons. Men ontdekte dat 'hypercapnie de natuurlijke epitheliale immuunrespons tegen microbiële pathogenen en andere inflammatoire (d.i. ontsteking veroorzakende) stimuli onderdrukt'.⁴¹ Men ontdekte ook onderdrukkende effecten van hypercapnie op de functie van macrofagen, neutrofielen en alveolaire epitheelcellen.⁴²

Een ander effect van mondkapjes dat een directe invloed op de vatbaarheid van COVID-19-infecties kan hebben, is dat een mondkapje een klein deel van het lichaam bedekt dat anders in de winter bloot zou staan aan zonlicht, wanneer de seizoensgebonden coronavirussen heersen. Blootstelling van de huid aan de zon is het initiële mechanisme voor de aanmaak van vitamine D in het lichaam. Van vitamine D is bekend dat het de replicatie van virussen remt^{43, 44} en dat het van wezenlijk belang is bij het voorkomen van het ontwikkelen van ernstige COVID-19.⁴⁵

Conclusie

Populatiestudies hebben aangetoond dat mondkapjesgebruik óf tot een grotere incidentie van COVID-19 leidt, óf daar geen invloed op heeft. Geen van de bestudeerde rechtsgebieden vertoonde een afname in de incidentie van COVID-19 na invoering van de mondkapjesplicht, behalve twee grootstedelijke gebieden waar al weken voor invoering van de mondkapjesplicht een sterke daling in het aantal COVID-19-gevallen zichtbaar was. Er worden twee fysieke mechanismen genoemd die mogelijk direct bijgedragen hebben aan deze resultaten (gebaseerd op de tot nu toe beschikbare onderzoeken). Het eerste mechanisme is de verstrooiing van verspreide respiratoire druppels die tijdens het uitademen geaëroiseerd worden nadat zij in botsing zijn gekomen met de binnenste laag van het mondkapje en daarna in de omgevingslucht blijven hangen. Het tweede mechanisme betreft het ontstaan van krachtige luchtstromen met ongefilterde uitgedemde aerosolen die via de randen van het mondkapje (die dan feitelijk als nozzles fungeren) tot enkele meters in de omgevingslucht verspreid worden. Deze fenomenen zorgen ervoor dat virale deeltjes die door een *gemaskerd* persoon uitgedemd worden, langer in de lucht blijven hangen en verder in de omgevingslucht verspreid worden dan de respiratoire druppels die door een *ongemaskerd* persoon uitgedemd worden (die druppels vallen dicht bij het lichaam op de grond). Er zijn ook chemische mechanismen die voor een toename van COVID-19-gevallen kunnen zorgen in gemaskerde populaties. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door immunosuppressie⁴⁶, dat op zijn beurt (in dit geval door het mondkapjesgebruik) veroorzaakt wordt door hypoxische en hypercapnische condities, alsook door acidotische (verzuurde), onbeweeglijk gemaakte cilia (trilharen) in de longen, en doordat er wat minder huid blootgesteld wordt aan het zonlicht voor de aanmaak van vitamine D. Mensen die dus voor zichzelf en anderen het risico op infectie met SARS-CoV-2 of het ontwikkelen van COVID-19 willen beperken, moeten dus eerst heel goed nadenken voordat zij een mondkapje opzetten. Voorzichtigheid is geboden.

Vertaald en middels voetnoten van aanvullende en verklarende informatie voorzien door E. W. J. Maatkamp

Deel 1: <http://www.eddymaatkamp.nl/articles/mondkapjes-gevaren-1.pdf>

Deel 2: <http://www.eddymaatkamp.nl/articles/mondkapjes-gevaren-2.pdf>

Deel 3: <http://www.eddymaatkamp.nl/articles/mondkapjes-gevaren-3.pdf>

⁴⁰ Het stapsgewijs ontstaan, ontwikkelen en verloop van een aandoening of ziekte.

⁴¹ Casalino-Matsuda, S. M., Wang, N., Ruhoff, P. T. e.a., *Hypercapnia Alters Expression of Immune Response, Nucleosome Assembly and Lipid Metabolism Genes in Differentiated Human Bronchial Epithelial Cells*, Scientific Reports 8, artikelnummer: 13508, sept. 2018.

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-32008-x>.

⁴² Macrofagen en neutrofielen zijn twee van de zeven verschillende soorten witte bloedcellen.

⁴³ Schögler, A., Muster, R. J. e.a., *Vitamin D Represses Rhinovirus Replication in Cystic Fibrosis Cells by Inducing LL-37*, European Respiratory Journal, 2016, 47: 520-530. <https://erj.ersjournals.com/content/47/2/520>, <https://doi.org/10.1183/13993003.00665-2015>.

⁴⁴ Gunville, C. F., Mourani, P. M. e.a., *The Role of Vitamin D in Prevention and Treatment of Infection*, Inflammation & Allergy - Drug Targets (Discontinued), 11 juli 2013; 12(4): 239-245. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3756814/>, <https://www.eurekaselect.com/112936/article> (definitieve versie).

⁴⁵ Ilie, P. C., Stefanescu, S., Smith, L., *The Role of Vitamin D in the Prevention of Coronavirus Disease 2019 Infection and Mortality*, Aging Clinical and Experimental Research, 15 april 2020.

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40520-020-01570-8.pdf>, <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01570-8>.

⁴⁶ Vermindering of verlies van de bekwaamheid van het immuunsysteem om infecties of ziekten te bestrijden.