

Beeinträchtigung des Gesichtsfeldes durch das Tragen einer Mund-Nasen- Bedeckung während der Covid-19- Pandemie

Mouth-nose masks impair the visual field of healthy eyes

Augenklinik der Universitätsklinik Erlangen

Der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg
zur
Erlangung des Doktorgrades Dr. med.
vorgelegt von
Annika Bach (geb. Weber)

Als Dissertation genehmigt von der
Medizinischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Vorsitzender des
Promotionsorgans: Prof. Dr. med. Markus F. Neurath

Gutachter: Prof. Dr. med. Antonio Bergua
Gutachterin: PD Dr. med. Dr. rer. biol. hum. Bettina Hohberger

Tag der mündlichen Prüfung: 06.02.2024

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	1
Hintergrund und Ziele	1
Methoden	1
Ergebnisse und Beobachtungen	2
Schlussfolgerung	2
Einordnung in den fachwissenschaftlichen Kontext	3
Einleitung	3
Methoden	9
Ergebnisse und Einordnung.....	13
Diskussion.....	14
Schlussfolgerung	20
Literaturverzeichnis.....	21
Publikation	25
Publikationsverzeichnis.....	26

Zusammenfassung

Titel der Publikation: Mund-Nasen-Bedeckungen beeinträchtigen das Gesichtsfeld gesunder Personen

Hintergrund und Ziele

Um die Übertragung des Schweren-akuten-Atemwegssyndrom-Coronavirus Typ 2 (SARS-CoV-2) zu verhindern, war es zwischen 2020 und 2023 zeitweise gesetzlich vorgeschrieben, eine Mund-Nasen-Bedeckung zu tragen. Das Tragen einer Schutzmaske hat jedoch neben dem genannten positiven Effekt, auch negative Effekte auf das Krankenhauspersonal und die Allgemeinbevölkerung gezeigt. So ist die Wahrscheinlichkeit einer Infektion mit SARS-CoV-2 oder einem anderen Pathogen bei einem falschen Gebrauch der Schutzmaske höher, als wenn diese nicht getragen werden würde. Des Weiteren wurde eine Zunahme an Hautkrankheiten, wie Akne und Kontaktdermatitis, einhergehend mit einer Einschränkung der Lebensqualität beobachtet. Ebenso gibt es eine erhöhte Inzidenz von Patienten mit trockenen und gereizten Augen, wofür sich eine eigene Bezeichnung, „Mask-Associated Dry Eye (MADE)“, etabliert hat. In Fallberichten wurde beschrieben, dass es durch das Tragen von Masken bei einer klinisch durchgeführten Perimetrie zu einer Beeinträchtigung des Gesichtsfeldes und dadurch zu einer verminderten Reliabilität der perimetrischen Messungen gekommen ist.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Einschränkungen des Gesichtsfeldes von gesunden Probanden durch das Tragen einer Mund-Nasen-Bedeckung zu quantifizieren und Unterschiede zwischen verschiedenen Trageweisen aufzudecken.

Methoden

Für diese Studie wurden 30 gesunde Probanden rekrutiert, von welchen jeweils ein Auge untersucht wurde. Es wurde eine perimetrische Messung des Gesichtsfeldes durchgeführt und die Sensitivität in 14 definierten Punkten des inferioren Gesichtsfeldes analysiert (P1-P14). Die Probanden trugen dabei eine medizinische Maske in drei aufeinanderfolgenden Messungen in drei verschiedenen Positionen:

Position (I): 1,5 cm unter dem Augenlid, der Nasenclip wurde nicht verwendet
(Position_{1.5_cm_no_clip})

Position (II): 1,5 cm unter dem Augenlid, der Nasenclip wurde korrekt verwendet
(Position_{1.5_cm_with_clip})

Position (III): 0,5 cm unter dem Augenlid, der Nasenclip wurde korrekt verwendet
(Position_{0.5_cm_with_clip})

Die erhobenen Messdaten aus den drei verschiedenen Positionen wurden mit einer Referenzmessung verglichen, bei welcher der jeweilige Proband keine Maske getragen hat. Daraus wurde das Delta Δ gebildet. Für die 14 definierten Punkte (P1-P14) wurde das durchschnittliche Delta Δ der 30 Probanden berechnet.

Ergebnisse und Beobachtungen

Die Gesamtsensitivität der Messungen mit Maske waren gegenüber der Referenzperimetrie ohne Maske verringert. Die Perimetrie in Position_{1.5_cm_no_clip} zeigte eine signifikante Änderung der Sensitivität in 10 gemessenen Punkten gegenüber der Referenzmessung. Die Perimetrie in Position_{1.5_cm_with_clip} und Position_{0.5cm_with_clip} mit korrekter Verwendung des Nasenclips, zeigten eine signifikante Änderung der Sensitivität in Punkt 7 gegenüber der Referenzmessung. Vergleicht man Position_{1.5_cm_with_clip} und Position_{0.5_cm_with_clip} miteinander, ist eine signifikante Änderung der Sensitivität in Punkt 5 sichtbar.

Punkt 5 und Punkt 7 sind Teil des inferioren-nasalen Gesichtsfelds.

Schlussfolgerung

Beim Tragen einer Mund-Nasen-Bedeckung war das inferiore-nasale Gesichtsfeld der Probanden signifikant beeinträchtigt. Diese Beeinträchtigung war vor allem dann sichtbar, wenn der Nasenclip nicht richtig verwendet wurde oder die Maske höher bzw. näher an den Augen saß.

In der Zusammenschau mit den anderen negativen Folgen des Tragens einer Schutzmaske, sollte auf die Auswahl des Maskentyps, den richtigen Sitz und die richtige Fixierung dieser geachtet werden. Außerdem sollte die Maske regelmäßig gewechselt und die richtige Handhabung beim An- und Ausziehen angewandt werden.

Einordnung in den fachwissenschaftlichen Kontext

Einleitung

Die COVID-19-Pandemie machte es erforderlich, Ansteckungen mit SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2) möglichst zu verhindern, um Risikogruppen zu schützen und eine Überlastung des Gesundheitssystems zu vermeiden. Da das Virus hauptsächlich respiratorisch übertragen wird [1], hat die Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization, WHO) im März 2020 das Tragen einer Schutzmaske empfohlen, sowohl zum Selbstschutz als auch um andere Personen zu schützen [2]. Auch wenn die Übertragung von SARS-CoV-2 und anderen respiratorisch übertragenen Viren so vermindert werden konnte [3, 4], hat das Tragen einer Mund-Nasen-Bedeckung auch nachteilige Effekte.

Durch die Wiederverwendung und das häufige An- und Ablegen der Maske besteht die Gefahr einer Selbstkontamination. Dadurch, dass nicht in allen Bereichen des öffentlichen Lebens eine Maskenpflicht gilt, kommt es im Alltag zu einem häufigen An- und Ablegen der Maske, ohne dass diese nach einmaligem Gebrauch entsorgt und gewechselt wird. Bei jeder Berührung der Maske mit der Hand kann es anschließend zu einer Kontamination und gegebenenfalls auch zu einer Übertragung infektiöser Viruspartikel kommen. Selbst bei geschultem Krankenhauspersonal führt das An- und Ablegen der Maske zu einer Selbstkontamination [5, 6]. Betroffen sind dabei vor allem der Kopf und die Hände [5].

Das längere Tragen und die Wiederverwendung von Masken führen zu einer Besiedlung der Maske mit verschiedenen Bakterien [7-10] und Pilzen [9, 11]. Dabei kommt es durch das Umfeld des Trägers zu einer Kontamination der Außenseite der Maske, sowie zu einer Kontamination der Innenseite durch den Träger selbst. Die Mikroorganismen, welche im Speichel und in der Ausatemluft vorhanden sind, akkumulieren an der Innenseite der Maske. Ein entscheidender Faktor bei der Besiedlung der Maske ist dabei das Material, aus dem diese hergestellt wurde, sowie die Tragedauer. Delanghe et al. haben herausgefunden, dass Masken aus Baumwolle, welche vor allem zu Beginn der COVID-19-Pandemie vermehrt getragen wurden, nach derselben Tragedauer eine höhere Keimbelastung als chirurgische

Masken haben. Bei einer anschließenden bakteriellen Resistenztestung wiesen 43% der Bakterienkolonien eine Antibiotikaresistenz gegen Ampicillin, Erythromycin oder beide Antibiotika auf [8]. Yousefimashouf et al. zeigten in einer vergleichbaren Studie, dass 64% der Bakterienkolonien gegenüber Ampicillin resistent sind [10]. Neben nicht-pathogenen, ubiquitär vorkommenden Bakterien konnten auch pathogene Bakterien wie *Bacillus cereus* [8, 9], *Staphylococcus saprophyticus* [9], *Acinetobacter baumannii* [10] und *Staphylococcus aureus* [8] nachgewiesen werden. Zhiqing et al. zeigten einen direkten Zusammenhang zwischen der Tragedauer und der bakteriellen Kontamination von chirurgischen Masken [12].

Neben einer bakteriellen Kontamination konnte auch eine Kontamination mit Pilzen nachgewiesen werden. Dabei handelt es sich hauptsächlich um opportunistische Pathogene [9, 11], welche kein direktes Risiko für gesunde Personen darstellen, jedoch für immunsupprimierte Patienten ein Risikofaktor für eine schwerwiegende Erkrankung sind. Je länger die Maske getragen wurde, desto höher war die Anzahl der Pilzkolonien [9].

Während der COVID-19-Pandemie erschienen vermehrt Studien, die zeigten, dass das häufigere Tragen von persönlicher Schutzausrüstung zu einem Anstieg berufsbedingter Hauterkrankungen bei Krankenhauspersonal führte [13-16]. Das Auftreten von Hautläsionen, vor allem im Gesicht, zeigte dabei eine positive Korrelation zu der Tragedauer und der Tragefrequenz der Maske [14].

Christopher et al. zeigten in einer multizentrischen Studie in Indonesien, dass die erhöhte Prävalenz an Hautkrankheiten durch die Benutzung von persönlicher Schutzausrüstung und Handhygiene, sich auch negativ auf die Lebensqualität auswirkte. Von 200 befragten Mitarbeitern der Kliniken gaben 56% an, dass sie im Zusammenhang mit persönlicher Schutzausrüstung, Erkrankungen an der Haut wahrgenommen haben. Die am häufigsten betroffenen Lokalisationen sind die Wangen, das Kinn, die Stirn und der Nasenrücken, die am häufigsten genannten Symptome sind Trockenheit, Juckreiz und Ausschlag und die am häufigsten sichtbaren Hautläsionen sind Akne, Erythem und Abschuppung. Von den Betroffenen berichten 65% über einen negativen Effekt auf ihre Lebensqualität [17]. Eine Abnahme der Lebensqualität durch die Zunahme von Hautläsionen verursacht durch die persönliche Schutzausrüstung haben auch Uthayakumar et al. in einer von

Dermatologen begleiteten Studie beschrieben. Von den Betroffenen berichteten 70%, dass die Symptome negative Auswirkungen auf ihre Arbeit oder ihr Studium haben und 86% berichten über negative Auswirkungen auf ihr Wohlbefinden. Die am häufigsten gestellte Diagnose war Kontaktdermatitis, gefolgt von Ekzem und Akne [18].

Neben vermehrt auftretenden berufsbedingten Erkrankungen hat die Pflicht zum Tragen von Masken im Alltag ebenfalls zu einer Zunahme dermatologischer Erkrankungen geführt. Neben dem Wiederauftreten und der Exazerbation von schon bestehender Akne, wurde auch das Neuauftreten von Akne bei Erwachsenen in der Allgemeinbevölkerung beobachtet [19-21], wobei auch hier eine längere Tragedauer ein Risikofaktor für die Erkrankung ist [22].

Die durch das Tragen der Maske hervorgerufene Akne wird umgangssprachlich auch als „Maskne“ bezeichnet [20, 23]. Die dabei betroffenen Regionen sind das Kinn, die Wangen und die Nase, also die Regionen im Gesicht, welche durch die Maske bedeckt werden [23].

Die Etablierung eines eigenen Begriffs für dieses Erscheinungsbild spiegelt wider, dass es sich um ein häufiges und verbreitetes Krankheitsbild handelt.

Schon während des SARS-Ausbruchs 2003-2004 sind Fallberichte über das Auftreten von Akne, Juckreiz und Ausschlag durch N95-Masken erschienen [24, 25]. Ursächlich für die Entwicklung dieser Akne ist ein verändertes Mikrobiom der Haut. Unter der Maske entwickelt sich ein Mikroklima, vergleichbar mit einem Gewächshaus, mit erhöhter Temperatur, Veränderung des pH-Werts, vermehrter Schweißbildung und verminderter Luftzirkulation, was zu einer Dysbalance des Mikrobioms mit erhöhter Neigung zu Akne führt. Enganliegende, abschließende Masken wie FFP2- und KN95-Masken, fördern diese Entwicklung mehr als lockerere Masken.

Das veränderte Mikroklima und Mikrobiom kann neben Akne auch zu weiteren Erkrankungen der Gesichtshaut führen, wie Rosazea, seborrhoische Dermatitis, periorale Dermatitis und Follikulitis [23].

Weiterhin können die in den Masken enthaltenden Chemikalien zu einer irritativen Kontaktdermatitis und die enthaltenden Allergene zu einer allergischen Kontaktdermatitis führen [26].

Ein weiterer negativer Effekt, seitdem vermehrt Masken über einen längeren Zeitraum getragen werden, ist eine erhöhte Inzidenz von Patienten mit trockenen und gereizten Augen und eine Verschlechterung der Symptome bei Patienten mit einer Keratokonjunktivitis sicca [27-31]. Darrell E. White hat diese Beobachtung als Erster in einem Blogbeitrag beschrieben und die seit dem Beginn der Maskenpflicht erhöhte Zahl der Patienten mit trockenen Augen, als „Mask-Associated Dry Eye (MADE)“ bezeichnet. [32]

In der ersten dazu durchgeführten Studie zeigte sich eine Prävalenz von 18%. Die Bezeichnung „Mask-Associated Dry Eye (MADE)“ bezog sich dabei auf Symptome von trockenen Augen, welche sich während des Tragens einer Maske verschlimmern. Insgesamt berichteten 68% der in der Online-Umfrage Befragten, dass sie Symptome von trockenen Augen haben [28], was einer höheren Bevölkerungsprävalenz entspricht als in früheren Studien gezeigt [33]. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass es sich um eine Symptomabfrage via Online-Umfrage handelt, nicht jedoch um die klinische Diagnose einer Keratokonjunktivitis sicca.

Eine positive Korrelation besteht zwischen einer längeren Tragedauer der Maske [29, 30, 34], einer schon vorbestehenden Diagnose einer Keratokonjunktivitis sicca [29, 30], dem Tragen einer Sehstärkenkorrektur (Brille oder Kontaktlinsen) [30, 34] und dem Tragen von schlecht sitzenden Masken [30, 31].

Eine mögliche Ursache von „Mask-Associated Dry Eye (MADE)“ ist ein veränderter Strom der Ausatemluft beim Tragen einer Maske [35], was zu einer Instabilität des Tränenfilms und zu einer kürzeren Tränenfilmaufreißzeit führt [31, 36, 37]. Dieser Effekt wurde ebenfalls bei Schlaf-Apnoe-Patienten mit einer CPAP-Therapie beobachtet [38]. Eine Veränderung des Tränenfilms und die in der Ausatemluft enthaltenen Pathogene können zu einem erhöhten Infektrisiko führen [35], möglicherweise auch für eine Infektion mit SARS-CoV-2 [39]. Relevant ist dieser Effekt vor allem nach ophthalmologischen Operationen, nach denen die Augen besonders empfindlich sind [40, 41].

Eine mögliche Lösung ist auf einen verbesserten Sitz der Maske zu achten, beispielsweise durch Anbringen von Tape am oberen Bereich der Maske. Dadurch wird der Luftstrom in Richtung der Augen verringert, was im Vergleich zu Masken ohne Tape, zu einer Verlängerung der Tränenfilmaufreißzeit führt [31].

Eine weitere mögliche Ursache von „Mask-Associated Dry Eye (MADE)“ haben Motwani et al. [42] und Azzam et al. [43] in einer Studie an Personal im Gesundheitswesen aufgezeigt. Auch in diesen beiden Studien führte das Tragen einer Maske zu einer Zunahme der Symptomatik von trockenen Augen. Dabei war das Personal, welches eine N95-Maske trug, signifikant häufiger betroffen als das Personal, welches eine chirurgische Maske trug. Diese Beobachtung wurde damit erklärt, dass das Tragen einer Maske, insbesondere das Tragen einer N95-Maske, zu einer geringeren Bewegungsfreiheit des unteren Augenlids und damit zu einer schnelleren Verdunstung der Tränenflüssigkeit führt.

Neben der Zunahme der Patientenzahl mit trockenen und gereizten Augen wurde in einer retrospektiven Studie auch eine Zunahme der Diagnose Chalazion beobachtet. Die Autoren begründeten diesen Inzidenzanstieg durch die schon beschriebene, schnellere Verdunstung der Tränenflüssigkeit in Verbindung mit den Bakterien, welche durch die Ausatemluft und durch häufigeres Justieren der Maske in die Orbitalregion gelangen [44].

Bevor die vorliegende Publikation verfasst wurde, erschienen zwei Fallberichte, welche über Beeinträchtigungen des Gesichtsfeldes durch das Tragen von Mund-Nasen-Bedeckungen und dadurch zu einer verminderten Reliabilität bei einer klinisch durchgeführten Perimetrie berichten.

Young et al. [45] berichteten im Oktober 2020 über eine neue Beobachtung bei der Durchführung einer Perimetrie bei einer 32-jährigen Patientin. Nach Beendigung der Messung fiel auf, dass die Maske, welche die Patientin aufgrund der Vorgaben während der COVID-19-Pandemie trug, nach oben gerutscht war und sich Kondenswasser auf der Linse des Perimeters gebildet hatte. Bei der Auswertung der Messung wurde eine neu aufgetretene Beeinträchtigung im inferioren Gesichtsfeld beidseits festgestellt. Daraufhin wurde die Patientin gebeten, den Sitz ihrer Maske noch einmal zu kontrollieren und den Nasenclip zu adjustieren und es wurde eine Wiederholungsmessung durchgeführt. Die bei der ersten Messung festgestellten Beeinträchtigungen waren bei der Wiederholungsmessung nach Justieren der Maske nicht mehr vorhanden.

El-Nimri et al. [46] berichten in einer Fallserie im Dezember 2020 über ähnliche Beobachtungen. Sechs Patienten mit erhöhtem Augeninnendruck, Glaukom oder Verdacht auf Glaukom schildern nach Durchführung der Perimetrie, dass sie ein Beschlagen der Linse des Perimeters wahrgenommen haben. Die Auswertung der durchgeführten Messungen zeigten ebenfalls neu aufgetretene Beeinträchtigungen des Gesichtsfeldes. Bei einer zweiten Messung wurde die Maske mittels Tape fixiert und die neu aufgetretenen Defekte waren nicht mehr sichtbar. Die Patienten verneinten ein erneutes Beschlagen der Linse.

Bei einem der sechs Patienten zeigte die zweite Messung nach Fixierung der Maske jedoch eine Verschlechterung des Gesichtsfeldes. Die Autoren vermuten daher auch einen direkten Einfluss der Maske auf das Gesichtsfeld der Patienten, ohne dass ein Beschlagen der Linse sichtbar ist.

Beide Autorengruppen postulieren eine Überprüfung des Maskensitz bei der Durchführung einer Perimetrie und die Fixation der Maske mittels Tape um Artefakte im Gesichtsfeld zu vermeiden. Die aufgetretenen Artefakte seien mit Defekten, welche durch ein Glaukom auftreten oder auf eine Progression der Erkrankung hindeuten, vergleichbar und könnten so die Diagnostik und Therapie erschweren.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Einschränkungen des Gesichtsfeldes von gesunden Probanden durch das Tragen einer Mund-Nasen-Bedeckung zu quantifizieren und Unterschiede zwischen verschiedenen Trageweisen aufzudecken.

Methoden

Für die vorliegende Studie wurden 33 Probanden rekrutiert, welche alle erforderlichen Einschlusskriterien erfüllen. Ausschlusskriterien sind Erkrankungen des Auges (außer Myopie und Hyperopie), stattgefundenen Operationen am Auge (außer Laserbehandlung zur Behandlung der Fehlsichtigkeit), ein korrigierter Visus von <0.8 und ein erhöhter Augeninnendruck ($>21\text{mmHg}$). Die Probanden erhielten eine standardisierte, fachärztlich durchgeführte Untersuchung der Augen, welche eine Spaltlampenuntersuchung, eine Funduskopie sowie eine Augeninnendruckmessung umfasste.

Drei der Probanden wurden nachträglich aus der Studie ausgeschlossen und in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt, da die Rate der falsch-positiven oder der falsch-negativen Antworten in der Perimetrie zu hoch war.

Die Falsch-positiv-Rate wird genutzt, um Patienten zu detektieren, welche als „triggerhappy patients“ bezeichnet werden. Diese Patienten reagieren auf einen Stimulus, obwohl keiner präsentiert wurde, da sie entweder die Aufgabe nicht verstanden haben oder das Ergebnis positiv beeinflussen wollen [47].

Die Falsch-negativ-Rate wird genutzt, um Müdigkeit und ein Verlust der Aufmerksamkeit zu detektieren. Diese Patienten reagieren nicht auf einen präsentierten Stimulus, auf den sie zuvor schon einmal reagiert haben, welcher also für sie sichtbar ist [47].

Von den 30, in die statistische Auswertung eingegangenen Probanden sind 19 männlich und 11 weiblich. Das durchschnittliche Alter lag bei 25,4 Jahren (Median 24 Jahre, Spannweite 20-37 Jahre). Es wurde jeweils ein Auge jedes Probanden gewählt und nur dieses wurde während der Testreihe vermessen. Die Auswahl des Auges ergab sich aus der Reihenfolge der Messtermine der Probanden. Es wurde abwechselnd das linke und das rechte Auge gewählt. Nach Ausschluss der drei Probanden, welche nicht in die statistische Auswertung eingegangen sind, ergab sich, dass 14-mal das Gesichtsfeld des rechten Auges und 16-mal das Gesichtsfeld des linken Auges perimetrisch erfasst wurde.

Alle Probanden haben freiwillig und unentgeltlich an der Studie teilgenommen. Eine unterschriebene Einverständniserklärung der Probanden liegt vor. Das Studienprotokoll wurde vom Ethikkomitee der Friedrich-Alexander-Universität

Erlangen-Nürnberg genehmigt und wurde in Übereinstimmung mit den Grundsätzen der Deklaration von Helsinki durchgeführt.

Die perimetrische Messung des Gesichtsfeldes wurde viermal pro Proband durchgeführt: eine Referenzmessung ohne Mund-Nasen-Bedeckung und drei Messungen, bei denen die Mund-Nasen-Bedeckung in drei verschiedenen Positionen aufgesetzt und mit einem Klebestreifen am lateralen Ende der Maske an der Wange fixiert wurde. Der Klebestreifen verhindert ein Verrutschen der Maske während der Messung, damit der gewählte und eingestellte Sitz nicht verändert wird. Der verwendete Klebestreifen diente aber nicht dazu, den Nasensteg am Nasenrücken zu befestigen.

Als Mund-Nasen-Bedeckung wurde eine medizinische Maske (umgangssprachlich „OP-Maske“) gewählt. Diese Maske hat Bänder, welche am Hinterkopf mittels Knoten verbunden werden, sowie einen Nasenclip um die Maske am Nasenrücken zu fixieren.

Die folgenden drei Positionen wurden gewählt:

Position (I): 1,5 cm unter dem Augenlid, der Nasenclip wurde nicht verwendet (position_{1.5_cm_no_clip}). Diese Position wurde gewählt, da bei eigenen Beobachtungen im Alltag festgestellt wurde, dass viele, vor allem ältere Menschen, den Nasenclip nicht oder nicht richtig benutzen und die Maske an der Nase nicht richtig fixiert wird. Des Weiteren wurden zum Zeitpunkt der Studie noch vermehrt selbst hergestellte Textilmasken getragen, bei denen ein solcher Nasenclip gar nicht erst vorhanden war.

Position (II): 1,5 cm unter dem Augenlid, der Nasenclip wurde korrekt verwendet (position_{1.5_cm_with_clip}). Diese Position wurde gewählt, da diese dem optimalen Sitz der Maske entspricht. Wird die Maske tiefer getragen, ist die Nase nicht mehr bedeckt und eine Ansteckung wird wahrscheinlicher.

Position (III): 0,5 cm unter dem Augenlid, der Nasenclip wurde korrekt verwendet (position_{0.5_cm_with_clip}). Diese Position stellt einen zu hohen Sitz der Maske auf der Nase dar, z.B. wenn die Bänder, die die Maske am Kopf fixieren, falsch eingestellt wurden.

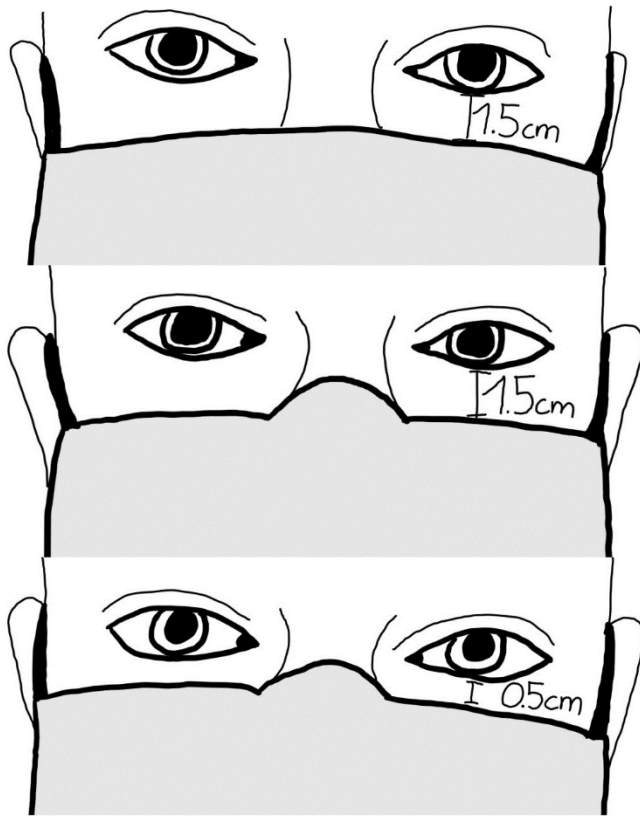


Abb. 1: Positionen der Mund-Nasen-Bedeckung während der Perimetrie.

Oben: Position (I): 1,5 cm unter dem Augenlid, der Nasenclip wurde nicht verwendet.

Mitte: Position (II): 1,5 cm unter dem Augenlid, der Nasenclip wurde korrekt verwendet.

Unten: Position (III): 0,5 cm unter dem Augenlid, der Nasenclip wurde korrekt verwendet.

Die Reihenfolge der Messungen wurde bei jedem Probanden zufällig gewählt, um einen möglichen Bias durch einen Lerneffekt zu reduzieren. Zusätzlich wurde ein abgekürzter Testlauf vor Beginn der Messungen durchgeführt. Es wurde gezeigt, dass bei Patienten, die noch keine Erfahrungen mit einem Perimeter gemacht haben, ein Lerneffekt bei wiederholter Messung sichtbar wurde [48, 49]. Die gemessene Empfindlichkeit stieg bei unerfahrenen Patienten zwischen der ersten und zweiten Messung an, danach war keine signifikante Steigerung mehr messbar [49].

Zwischen den verschiedenen Messungen wurde eine Pause von mind. 20 Minuten eingehalten, um einen möglichen Bias durch Ermüdung oder Unaufmerksamkeit zu verhindern. Lamparter et. al. zeigten eine niedrigere Empfindlichkeitsgrenze bei der Messung des zweiten Auges, wenn diese direkt und ohne Pause auf die Messung des ersten Auges folgt [50].

Die Perimetrie wurde mittels „white-on-white perimetry“ (OCTOPUS 900, HaagStreit, Switzerland; EyeSuite V3.6.1) mit der „Low-vision“ -Teststrategie durchgeführt.

Bei der „white-on-white perimetry“ handelt es sich um das am häufigsten genutzte Verfahren zur Erfassung des Gesichtsfeldes bei Patienten mit einer Glaukom-Erkrankung [51]. Durch die Präsentation der Stimuli in unterschiedlicher Intensität, können Einschränkungen sowohl in frühen, als auch in späten Stadien der Erkrankung erfasst werden [47]. Diese Teststrategie ist eine quantitative Strategie. Es ist also möglich, die Schwelle der Sensitivität in den einzelnen getesteten Punkten exakt anzugeben.

Demgegenüber steht die qualitative Teststrategie, bei der die Stimuli an verschiedenen Punkten, aber in der gleichen Intensität gezeigt werden. Diese Teststrategie unterscheidet nur zwischen gesehen und nicht gesehen, liefert aber keine quantitative Aussage über die Schwelle der Sensitivität, und wird hauptsächlich bei Sehprüfungen für den Führerschein angewendet [47].

Durch die Nutzung der „Low-vision“-Teststrategie, bei welcher der präsentierte Stimulus gegenüber der Standard-Teststrategie einen größeren Durchmesser hat, konnte auf das Einsetzen einer Linse zum Ausgleich einer Myopie verzichtet werden. So wurden Artefakte durch das Beschlagen der Linse verhindert.

Aus der quantitativen Auswertung der Perimetrie wurden 14 Punkte ausgewählt, welche das inferiore und das nasale Gesichtsfeld repräsentieren. In diesem Bereich des Gesichtsfeldes wurden Einschränkungen durch das Tragen einer Mund-Nasen-Bedeckung erwartet.

Die erhobenen Sensitivitätsschwellen aus den drei verschiedenen Positionen wurden mit einer Referenzmessung verglichen, bei welcher der jeweilige Proband keine Mund-Nasen-Bedeckung getragen hat. Daraus wurde das Delta Δ gebildet. Für die 14 definierten Punkte (P1-P14) wurde das durchschnittliche Delta Δ der 30 Probanden berechnet. So konnten die Gesichtsfeldausfälle, welche durch die drei verschiedenen Maskenpositionen hervorgerufen werden, dargestellt werden.

Zusätzlich wurde die Messungen mit der Maske in der „falschen“ Position (Maske in Position_{0.5_cm_with_clip} und Position_{1.5_cm_no_clip}) mit der Messung in der „richtigen“ Position (Position_{1.5_cm_with_clip}) verglichen.

Für die Auswertung der Ergebnisse wurde Microsoft Excel Version 2010 and SPSS 2020 verwendet.

Ergebnisse und Einordnung

Die Gesamtsensitivität der Perimetrie war beim Tragen einer Mund-Nasen-Bedeckung gegenüber der Referenzperimetrie ohne Mund-Nasen-Bedeckung verringert.

Die Perimetrie in Position_{1.5_cm_no_clip} zeigte eine signifikante Änderung der Sensitivität in 10 gemessenen Punkten gegenüber der Referenzmessung. Das heißt, das Tragen einer Mund-Nasen-Bedeckung ohne die Verwendung des Nasenclips, führt zu einer signifikanten Beeinträchtigung im unteren Teil des Gesichtsfeldes.

Die Perimetrien in Position_{1.5_cm_with_clip} und Position_{0.5_cm_with_clip} mit korrekter Verwendung des Nasenclips, zeigten eine signifikante Änderung der Sensitivität in Punkt 7 gegenüber der Referenzmessung. Das heißt, obwohl die Mund-Nasen-Bedeckung mithilfe des Nasenclips richtig an die Nase justiert wurde, war trotzdem eine Einschränkung im inferioren-nasalen Gesichtsfeld sichtbar. Je näher der Abstand der Maske zu den Augen, desto deutlicher die Einschränkung.

Vergleicht man Position_{1.5_cm_with_clip} und Position_{0.5_cm_with_clip} miteinander, ist eine signifikante Änderung der Sensitivität in Punkt 5 sichtbar. Dies verdeutlicht den zuvor genannten Punkt, dass die Einschränkung größer wird, je kleiner der Abstand der Maske zu den Augen ist.

Diskussion

Seit Veröffentlichung der vorliegenden Studie sind zwei Studien erschienen, welche die Ergebnisse der vorliegenden Studie aufgenommen und diese zitiert haben.

Meshkin et al. beschreiben in einer interventionellen, prospektiven Beobachtungsstudie „Remote Video Monitoring of Simultaneous Visual Field Testing“ [52] die Implementation einer fernbeobachteten, also aus einem anderen Raum beobachteten und betreuten, Testung des Gesichtsfeldes simultan an zwei Patienten. Die Perimetrie ist traditionellerweise eine diagnostische Messung mit engem Untersucher-Patienten-Kontakt, da der Untersucher den Patienten während der Untersuchung anleiten und kontrollieren muss. Dies steht jedoch der Idee von „Social Distancing“, also der Verringerung der Infektionen durch Abstandhalten während der COVID-19-Pandemie, entgegen. Die Nutzung von fernbeobachteten perimetrischen Systemen ist zwar nicht neu, allerdings kosten- und zeitintensiver, da ein Untersucher nur einen einzelnen Patienten betreut. Meshkin et al. haben gezeigt, dass ein Untersucher via fernbeobachteter Perimetrie auch zwei Messungen an zwei Patienten gleichzeitig betreuen kann, ohne dass es dabei statistisch signifikante Unterschiede in der Reliabilität und Performance gibt [52]. Lässt man Patienten die Perimetrie, vom Untersucher fernbeobachtet, allein in einem anderen Raum durchführen, so können Patienten während der Messung die Maske abnehmen. Dadurch vermeidet man die Beeinträchtigung des Gesichtsfeldes durch die Maske und gelangt somit zu einer besseren Reliabilität der Verlaufsmessung. Wenn dann zwei Patienten in zwei verschiedenen Räumen von einem Untersucher fernbetreut die Perimetrie durchführen, kommt es außerdem zu einer Kosten- und Zeitersparnis.

Critelli et al. beschreiben in dem Artikel „Facemasks Block Lower Visual Field in Youth Ice Hockey“ [53], dass die Fähigkeit von jungen Hockeyspielern den Puck in ihrem peripheren Gesichtsfeld wahrzunehmen durch das Tragen einer Maske abnimmt, da das Gesichtsfeld durch die Maske eingeschränkt ist. Die Spieler müssten deshalb den Kopf weiter nach unten beugen um den Puck sehen und mit dem Schläger führen zu können, was zu einer verlängerten Reaktionszeit und damit zu einem höheren Verletzungsrisiko durch Zusammenstöße mit anderen Spielern führt. [53]

Die Einschränkung des Gesichtsfeldes kann nicht nur bei der Ausübung einer Sportart zu mehr Verletzungen führen, sondern kann auch das Risiko für Stürze im Alltag, vor allem bei älteren Personen erhöhen [54-56]. Ein erhöhtes Sturzrisiko geht mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität einher [57]. Außerdem kann es durch Einschränkungen des Gesichtsfeldes zu mehr Unfällen im Straßenverkehr kommen [55, 58].

Klatt et al. betonen in diesem Zusammenhang die Folgen für Patienten und Therapeuten bei dem Assessment von Gangbild von Balance [59]. Eine Blockade des unteren Gesichtsfeldes durch die Maske führt zu einem vorsichtigeren Gang mit kleineren Schritten, einer langsameren Gehgeschwindigkeit und einer nach unten gebeugter Kopfhaltung [60].

Das Gangbild, die Balance, die Sturzneigung und Mobilität von Patienten werden mithilfe verschiedener Funktionstests beurteilt, zum Beispiel mithilfe des „Timed Up and Go“-Test. Die Durchführung, Auswertung und Interpretation dieser Tests sind im Vergleich zu vor der COVID-19-Pandemie unverändert. Durch das Tragen einer Maske bei der Durchführung dieser Tests sind jedoch andere Voraussetzungen geschaffen worden und die Ergebnisse können nicht direkt miteinander verglichen werden. So ist es für Therapeuten schwierig zu beurteilen, ob das schlechtere Ergebnis der Folgeuntersuchung durch eine Funktionsverschlechterung oder durch das Tragen einer Maske zustande gekommen ist. Die Autoren empfehlen jedoch nicht, die Durchführung und die Auswertung der Funktionstest daraufhin zu verändern oder zu spekulieren, wie das Ergebnis ohne Maske ausgefallen wäre. Die Begründung dafür ist, dass mithilfe der Funktionstest die Funktion im Alltag wiedergegeben werden soll und nicht unter Idealbedingungen, das heißt ohne Maske. Zum Alltag, während der COVID-19-Pandemie gehört das Tragen einer Maske allerdings dazu. Um das Gangbild, die Balance, die Sturzneigung und Mobilität von Patienten im Alltag beurteilen zu können, müssen die Funktionstest also auch unter Alltagsbedingungen, das heißt mit einer Maske, durchgeführt werden [59]. Dies entspricht ebenfalls dem Ziel, die meist älteren und damit vulnerableren Patienten auch im klinischen Setting und bei dem Assessment von Gangbild von Balance, durch das Tragen der Maske vor einer Ansteckung mit SARS-CoV-2 zu schützen.

Kal et al. [61] weisen ebenfalls daraufhin, dass das Tragen einer Maske sowohl durch das Beschlagen der Brillengläser als auch durch die Blockade des unteren Gesichtsfeldes, zu einem unsicheren Gang und zu einem erhöhten Sturzrisiko führt. Die Autoren raten jedoch von einer Kompensation durch häufigere Blicke nach unten ab. Durch die Senkung des Blicks kann die zugehende Route schlechter erfasst und geplant werden, was zu mehr Schrittfehlern führt [62]. Die Autoren empfehlen daher zur Senkung des Sturzrisikos statt häufigeren Blicken nach unten lieber langsamer zu gehen und sich mehr Zeit zu nehmen [61].

Neben der vorliegenden Publikation sind noch weitere Publikationen erschienen, welche über Einschränkungen des Gesichtsfeldes durch Masken berichten.

Mukharesh et al. berichten von bilateralen inferioren Artefakten in der Perimetrie einer 39-Jahre alten Patientin mit Neurosarkoidose während der ophthalmologischen Kontrolluntersuchung. Die Ursache wurde in dem Kondenswasser gesehen, welches sich auf der Linse des Geräts gebildet hatte. Bei einer Wiederholungsmessung, bei der die Patientin keine Maske trug, war kein Kondenswasser auf der Linse sichtbar. Die Auswertung der Wiederholungsmessung ergab, dass die bilateralen inferioren Artefakte der vorherigen Messung nicht mehr detektierbar waren. Die Autoren möchten mit diesem Fallbericht für Artefakte bei der Perimetrie durch das Tragen einer Maske sensibilisieren und empfehlen, die Maske vor Durchführung der Perimetrie mit einem Stück Tape zu fixieren [63].

Eine der Limitationen der vorliegenden Studie ist, dass die Einschränkung des Gesichtsfeldes durch die Verwendung von chirurgischen Masken gemessen wurde. Da es aber verschiedene Arten von Masken gibt, wie z.B. Stoffmasken und N95- oder FFP2-Masken, wäre es interessant, ob und welche Einschränkungen auf das Gesichtsfeld durch das Tragen anderer Maskenarten entstehen.

Boxrud et al. haben in einer Fallserie die Einschränkung durch das Tragen von N95-Masken gegenüber dem Tragen einer chirurgischen Maske und keiner Maske bei gesunden Probanden untersucht. Als Ergebnis sehen die Autoren eine signifikante Obstruktion des inferioren Gesichtsfeldes beim Tragen einer N95-Maske, nicht aber beim Tragen einer chirurgischen Maske. Im Unterschied zu der vorliegenden Studie wurde die Einschränkung jedoch nicht über eine Absenkung der Sensitivitätsschwelle, sondern lediglich über die Abnahme des Genauigkeitsgrads

gemessen. Zusätzlich wurde das untere Gesichtsfeld in konzentrische Kreise unterteilt und es wurden keine einzelnen Punkte im Gesichtsfeld untersucht, wodurch die Aussagekraft der Ergebnisse sinkt [64].

Eine weitere Limitation der vorliegenden Studie ist, dass die Einschränkung des Gesichtsfeldes bei gesunden Probanden gemessen wurde. Interessant wäre, wie sich die Einschränkung durch das Tragen einer Maske bei Patienten mit schon bestehender Gesichtsfeldeinschränkung auswirken würde.

Bayram et al. haben den Einfluss von Masken bei Patienten mit primären und sekundären Offenwinkelglaukom und Engwinkelglaukom untersucht. 80% der Patienten haben chirurgische Masken mit Nasenclip und 20% haben eine Stoffmaske ohne Nasenclip getragen. Die durchgeführte Perimetrie wurde mit einer zweiten Messung verglichen, bei der die Maske der Patienten repositioniert und mit einem Tape fixiert wurde.

Bei 20,5 % der Patienten kam es durch das Tragen der Maske ohne Tape zu Abweichungen in der Perimetrie. Dazu zählen Fixierungsverluste, eine höhere Falsch-Positiv-Rate und Falsch-negativ-Rate und Defekte im unteren Gesichtsfeld. Die Rate an Abweichungen in der Perimetrie war bei den Patienten mit einer Stoffmaske ohne Nasenclip signifikant höher als bei Patienten mit einer chirurgischen Maske. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie, bei der die Einschränkung des Gesichtsfeldes bei den Probanden ohne die Verwendung des Nasenclips höher als bei Probanden mit richtig angewendeten Nasenclip ist.

Die Autoren haben außerdem einen Zusammenhang zwischen dem maskenbedingten Beschlagen der Brillengläser der Patienten und Abweichungen in der Perimetrie gezeigt. Die Wahrscheinlichkeit für Abweichungen in der Perimetrie war 27x höher, wenn bei Patienten schon vor Beginn der Untersuchung ein maskenbedingtes Beschlagen der Brillengläser aufgefallen ist.

Abweichungen in der Perimetrie bei Patienten mit bereits bekanntem Glaukom können als ein Fortschreiten der Erkrankung wahrgenommen werden. Deshalb ist es, vor allem bei Patienten mit bereits bestehender Einschränkung des Gesichtsfeldes wichtig, auf den passenden Sitz der Maske und auf ein mögliches Beschlagen der Linse zu achten. Die Autoren der Studie empfehlen ebenfalls, vor jeder Perimetrie die Maske des jeweiligen Patienten mittels Tape zu befestigen um

ein Beschlagen der Brille, der Linse des Perimeters und mithin auch Abweichungen in der Auswertung zu vermeiden [65].

Gomez Mariscal et al. haben in einer Fallserie untersucht, ob das Tragen einer Maske zu einer Pseudoprogression bei Patienten mit bekannter Glaukomerkrankung führen kann. Die Folgeperimetrie von Patienten während der COVID-19-Pandemie, konsequenterweise mit Maske durchgeführt um sich vor einer Übertragung von SARS-CoV-2 zu schützen, wurde mit einer Perimetrie vor der COVID-19-Pandemie verglichen. In 6% der perimetrischen Messungen wurde eine progressionssuspekte Einschränkung des Gesichtsfeldes gefunden. Nachdem bei diesen Patienten der Sitz der Maske überprüft und der obere Teil der Maske mit einem Tape fixiert wurde, waren diese neu aufgetretenen Einschränkungen nicht mehr sichtbar. Das inferiore Gesichtsfeld war von dieser Pseudoprogression am häufigsten betroffen, gefolgt vom zentralen und parazentralen Gesichtsfeld. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Maskentypen (chirurgische Maske, FFP2-Maske und KN95-Maske) beobachtet. Eine mögliche Begründung für diese Beobachtung wurde darin gesehen, dass die FFP2- und KN-95-Masken zwar enger sitzen, an der Nase jedoch eine unelastische, steife Kante entsteht. Chirurgische Masken dagegen sitzen zwar lockerer, haben jedoch einen flexibleren und elastischeren Nasenclip, welcher eine bessere Anpassung an den Nasensteg ermöglicht und so zu einer geringeren Einschränkung des Blicks führt.

Die Autoren empfehlen für die Durchführung einer Perimetrie ebenfalls, die Maske über die gesamte Länge mittels Tape am Gesicht zu fixieren [66].

Auch Heidinger et al. empfehlen die Fixierung der Maske mittels Tape vor Durchführung einer Perimetrie, um Artefakte durch Kondenswasser zu verhindern.

Die Anwendung von Tape zeigte auch dann eine Reduktion von maskenbedingten Artefakten, wenn keine Zeichen von Kondenswasser sichtbar waren [67].

Mehrere Publikationen haben den Zusammenhang zwischen maskenbedingten Einschränkungen des Gesichtsfeldes gezeigt und die jeweiligen Autoren empfehlen die Anwendung von Tape um die Maske zu fixieren.

Die Durchführung der Perimetrie ohne eine Maske wird hingegen nicht empfohlen. Da Perimeter schwierig zu reinigende und zu desinfizierende Geräte sind, stellen sie so eine mögliche Infektionsquelle mit SARS-CoV-2 dar [68, 69].

Eine Lösungsansatz um maskenbedingte Artefakte zu vermeiden, wäre die Anwendung eines portablen Perimeters. Dieses wird ähnlich wie eine Brille aufgesetzt, Mund und Nase freilassend. Das Gerät wäre leichter zu desinfizieren und es würden keine maskenassoziierten Artefakte auftreten [69]. Vergleiche mit einem Standardgerät, dem Perimeter Humphrey Field Analyzer (HFA; Carl Zeiss Meditec, Inc) zeigten, dass das portable Gerät Advanced Vision Analyser (AVA; Elisar Vision Technology) ebenfalls geeignet ist, um das Gesichtsfeld perimetrisch zu erfassen [70].

Schlussfolgerung

Beim Tragen einer Mund-Nasen-Bedeckung war das inferiore-nasale Gesichtsfeld der Probanden signifikant beeinträchtigt. Diese Beeinträchtigung war vor allem dann sichtbar, wenn der Nasenclip nicht richtig verwendet wurde oder die Maske höher bzw. näher an den Augen saß. Diese Beeinträchtigungen können bei Patienten mit einer das Gesichtsfeld einschränkenden Erkrankung eine Pseudoprogession hervorrufen.

Eine Beeinträchtigung des Gesichtsfeldes, vor allem des inferioren Gesichtsfeldes, ist außerdem mit einem erhöhten Verletzungsrisiko im Sport, einer erhöhten Sturzneigung bei älteren Personen und mit einem höheren Risiko für Unfälle im Straßenverkehr verbunden.

Die positiven Folgen des Maskentragens, also die Verringerung der Übertragung von SARS-CoV-2, der Schutz von vulnerablen Gruppen und eine Entlastung des Gesundheitssystems überwiegen jedoch die Nachteile, weshalb nicht einfach auf das Maskentragen verzichtet werden sollte.

Stattdessen sollte in der Zusammenschau mit den anderen negativen Folgen, wie eine Keimbesiedlung der Maske mit einer höheren Infektionswahrscheinlichkeit, einer gestiegenen Inzidenz an Augenerkrankungen, wie dem Chalazion und trockenen Augen, sowie dem vermehrten Auftreten von Hautkrankheiten mit einer Verminderung der Lebensqualität, auf die anlassgerechte Auswahl der Maske, deren passenden Sitz sowie die richtige Fixierung geachtet werden.

Literaturverzeichnis

1. Zhang R, Li Y, Zhang AL, Wang Y, Molina MJ. Identifying airborne transmission as the dominant route for the spread of COVID-19. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2020;117(26):14857-63.
2. WHO. Advice on the use of masks in the context of COVID-19. 05.06.2020.
3. Chiu NC, Chi H, Tai YL, Peng CC, Tseng CY, Chen CC, et al. Impact of Wearing Masks, Hand Hygiene, and Social Distancing on Influenza, Enterovirus, and All-Cause Pneumonia During the Coronavirus Pandemic: Retrospective National Epidemiological Surveillance Study. *J Med Internet Res*. 2020;22(8):e21257.
4. de Sa-Caputo DDC, Coelho-Oliveira AC, Sonza A, Paineiras-Domingos LL, Taiar R, Das S, et al. Face Masks Use to Avoid Airborne Contamination during COVID-19 Pandemic and Related Conditions: A Systematic Review. *Iran J Public Health*. 2021;50(12):2361-73.
5. Doos D, Barach P, Sarmiento E, Ahmed R. Reuse of Personal Protective Equipment: Results of a Human Factors Study Using Fluorescence to Identify Self-Contamination During Donning and Doffing. *J Emerg Med*. 2022;62(3):337-41.
6. Sahay N, Naaz S, Singh PK, Kumar R, Ranjan A, Vivekanand. Risk of self-contamination because of improper doffing of personal protective equipment: A randomised cross-over study. *Indian J Anaesth*. 2022;66(9):638-43.
7. Abreu-Irizarry R, Torres-Lugo NJ, De Virgilio-Salgado L, Echeagaray-Casaldud G, Deliz-Jimenez D, Martinez-Ramos J, et al. Is the whole-day use of surgical masks during the coronavirus pandemic increasing the contamination of surgeons' masks? *Am J Infect Control*. 2022.
8. Delanghe L, Cauwenberghs E, Spacova I, De Boeck I, Van Beeck W, Pepermans K, et al. Cotton and Surgical Face Masks in Community Settings: Bacterial Contamination and Face Mask Hygiene. *Front Med (Lausanne)*. 2021;8:732047.
9. Park AM, Khadka S, Sato F, Omura S, Fujita M, Hashiwaki K, et al. Bacterial and fungal isolation from face masks under the COVID-19 pandemic. *Sci Rep*. 2022;12(1):11361.
10. Yousefimashouf M, Yousefimashouf R, Alikhani MS, Hashemi H, Karami P, Rahimi Z, et al. Evaluation of the bacterial contamination of face masks worn by personnel in a center of COVID 19 hospitalized patients: A cross-sectional study. *New Microbes New Infect*. 2023;52:101090.
11. Keri VC, Kumar A, Singh G, Mandal A, Ali H, Ranjan P, et al. Pilot study on burden of fungal contamination in face masks: need for better mask hygiene in the COVID-19 era. *Infez Med*. 2021;29(4):557-61.
12. Zhiqing L, Yongyun C, Wenxiang C, Mengning Y, Yuanqing M, Zhenan Z, et al. Surgical masks as source of bacterial contamination during operative procedures. *J Orthop Translat*. 2018;14:57-62.
13. Saha M, Podder I, Das A. Skin Damage Induced by Enhanced Protective Measures in Frontline Doctors During Covid-19 Pandemic: A Web-Based Descriptive Study. *Indian J Dermatol*. 2021;66(2):145-50.
14. Pei S, Xue Y, Zhao S, Alexander N, Mohamad G, Chen X, et al. Occupational skin conditions on the front line: a survey among 484 Chinese healthcare professionals caring for Covid-19 patients. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2020;34(8):e354-e7.
15. Al Badri F, Al Ali A, Al Saidi Y, Al Bahri Z, Al Hashimi S. Adverse Skin Reactions to Personal Protective Equipment Among Healthcare Workers in Oman During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic. *Cureus*. 2023;15(1):e33223.
16. Alluhayyan OB, Alshahri BK, Farhat AM, Alsugair S, Siddiqui JJ, Alghabawy K, et al. Occupational-Related Contact Dermatitis: Prevalence and Risk Factors Among Healthcare Workers in the Al'Qassim Region, Saudi Arabia During the COVID-19 Pandemic. *Cureus*. 2020;12(10):e10975.
17. Christopher PM, Roren RS, Tania C, Jayadi NN, Cucunawangsih C. Skin Damage and Quality of Life among Healthcare Workers Providing Care during the COVID-19

- Pandemic: A Multicenter Survey in Banten Province, Indonesia. *Indian J Dermatol.* 2022;67(3):313.
18. Uthayakumar AK, Panagou E, Manam S, Schauer A, Veraitch O, Walker S, et al. PPE-associated dermatoses: effect on work and wellbeing. *Future Healthc J.* 2021;8(1):e67-e9.
 19. Han C, Shi J, Chen Y, Zhang Z. Increased flare of acne caused by long-time mask wearing during COVID-19 pandemic among general population. *Dermatol Ther.* 2020;33(4):e13704.
 20. Bakhsh RA, Saddeeg SY, Basaqr KM, Alshamrani BM, Zimmo BS. Prevalence and Associated Factors of Mask-Induced Acne (Maskne) in the General Population of Jeddah During the COVID-19 Pandemic. *Cureus.* 2022;14(6):e26394.
 21. Ramesh A. TK. A clinico-epidemiological study of mask induced facial dermatoses due to increased mask usage in general public during COVID-19 pandemic. *International Journal of Research in Dermatology.* 2021.
 22. Niesert AC, Opiel EM, Nellessen T, Frey S, Clanner-Engelshofen BM, Wollenberg A, et al. "Face mask dermatitis" due to compulsory facial masks during the SARS-CoV-2 pandemic: data from 550 health care and non-health care workers in Germany. *Eur J Dermatol.* 2021;31(2):199-204.
 23. Spigariolo CB, Giacalone S, Nazzaro G. Maskne: The Epidemic within the Pandemic: From Diagnosis to Therapy. *J Clin Med.* 2022;11(3).
 24. Tan KT, Greaves MW. N95 acne. *Int J Dermatol.* 2004;43(7):522-3.
 25. Foo CC, Goon AT, Leow YH, Goh CL. Adverse skin reactions to personal protective equipment against severe acute respiratory syndrome--a descriptive study in Singapore. *Contact Dermatitis.* 2006;55(5):291-4.
 26. Al Badri F. Surgical mask contact dermatitis and epidemiology of contact dermatitis in healthcare workers. *Current Allergy and Clinical Immunology.* 2017.
 27. Moshirfar M, West WB, Jr., Marx DP. Face Mask-Associated Ocular Irritation and Dryness. *Ophthalmol Ther.* 2020;9(3):397-400.
 28. Boccardo L. Self-reported symptoms of mask-associated dry eye: A survey study of 3,605 people. *Cont Lens Anterior Eye.* 2022;45(2):101408.
 29. Krolo I, Blazeka M, Merdzo I, Vrtar I, Sabol I, Petric-Vickovic I. Mask-Associated Dry Eye During COVID-19 Pandemic-How Face Masks Contribute to Dry Eye Disease Symptoms. *Med Arch.* 2021;75(2):144-8.
 30. Fan Q, Liang M, Kong W, Zhang W, Wang H, Chu J, et al. Wearing face masks and possibility for dry eye during the COVID-19 pandemic. *Sci Rep.* 2022;12(1):6214.
 31. Itokawa T, Okajima Y, Iwashita H, Koji K, Suzuki T, Hori Y. Association between mask-associated dry eye (MADE) and corneal sensations. *Sci Rep.* 2023;13(1):1625.
 32. White DE. 2020 22.06.2020. [15.02.2022]. Available from: <https://www.healio.com/news/ophthalmology/20200622/blog-a-new-coronavirus-associated-eye-disease>.
 33. Fiona Stapleton MA, Vatinee Y, Bunya, Isabelle Jalbert, Kaevalin Lekhanont, Florence Malet, Kyung-Sun Na, Debra Schaumberg, Miki Uchino, Jelle Vehof, Eloy Viso, Susan Vitale, Lyndon Jones,. TFOS DEWS II Epidemiology Report. *The Ocular Surface.* 2017;15(3):334-65.
 34. Alsulami RA, Alotaibi R, Alsulami G, Alharbi R, Alamoudi R, Badeeb NO, et al. Effects of Face-Mask Use on Dry Eye Disease Evaluated Using Self-Reported Ocular Surface Disease Index Scores: A Cross-Sectional Study on Nurses in Saudi Arabia. *Cureus.* 2022;14(12):e33071.
 35. Hadayer A, Zahavi A, Livny E, Gal-Or O, Gershoni A, Mimouni K, et al. Patients Wearing Face Masks during Intravitreal Injections May Be at a Higher Risk of Endophthalmitis. *Retina.* 2020;40(9):1651-6.
 36. Arriola-Villalobos P, Burgos-Blasco B, Vidal-Villegas B, Oribio-Quinto C, Arino-Gutierrez M, Diaz-Valle D, et al. Effect of Face Mask on Tear Film Stability in Eyes With Moderate-to-Severe Dry Eye Disease. *Cornea.* 2021;40(10):1336-9.

37. Esen Baris M, Guven Yilmaz S, Palamar M. Impact of prolonged face mask wearing on tear break-up time and dry eye symptoms in health care professionals. *Int Ophthalmol*. 2022;42(7):2141-4.
38. Hayirci E, Yagci A, Palamar M, Basoglu OK, Veral A. The effect of continuous positive airway pressure treatment for obstructive sleep apnea syndrome on the ocular surface. *Cornea*. 2012;31(6):604-8.
39. Sun CB, Wang YY, Liu GH, Liu Z. Role of the Eye in Transmitting Human Coronavirus: What We Know and What We Do Not Know. *Front Public Health*. 2020;8:155.
40. Chadwick O, Lockington D. Addressing post-operative Mask-Associated Dry Eye (MADE). *Eye (Lond)*. 2021;35(6):1543-4.
41. Ali Momin SN, Siddiqui R. Mask-associated dry-eye in COVID-19 pandemic: A case report and review of the literature. *J Pak Med Assoc*. 2022;72(5):981-2.
42. Motwani R, Janti SS, Ganji V, Mali KR, Yadav K, Patnaik N, et al. Face Mask in COVID-19 and Its Association With Dry Eye Disease: A Cross-Sectional Study. *Cureus*. 2022;14(12):e32937.
43. Azzam SH, Nama A, Badarni H, Asael H, Dahoud WA, Mimouni M, et al. Assessment of dry eye disease in N95 versus surgical face mask wearers during COVID-19. *Indian J Ophthalmol*. 2022;70(3):995-9.
44. Silkiss RZ, Paap MK, Ugradar S. Increased incidence of chalazion associated with face mask wear during the COVID-19 pandemic. *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2021;22:101032.
45. Young SL, Smith ML, Tatham AJ. Visual Field Artifacts From Face Mask Use. *J Glaucoma*. 2020;29(10):989-91.
46. El-Nimri NW, Moghimi S, Fingeret M, Weinreb RN. Visual Field Artifacts in Glaucoma With Face Mask Use During the COVID-19 Pandemic. *J Glaucoma*. 2020.
47. Lyne Racette MF, Hans Bebie,, Gábor Holló CAJ, Chota Matsumoto. *VISUAL FIELD DIGEST A guide to perimetry and the Octopus perimeter*: Haag-Streit AG, Köniz, Switzerland; 2019.
48. Pierre-Filho Pde T, Gomes PR, Pierre ET, Pierre LM. Learning effect in visual field testing of healthy subjects using Humphrey Matrix frequency doubling technology perimetry. *Eye (Lond)*. 2010;24(5):851-6.
49. Horani A, Frenkel S, Yahalom C, Farber MD, Ticho U, Blumenthal EZ. The learning effect in visual field testing of healthy subjects using frequency doubling technology. *J Glaucoma*. 2002;11(6):511-6.
50. Lamparter J, Schulze A, Schuff AC, Berres M, Pfeiffer N, Hoffmann EM. Learning curve and fatigue effect of flicker defined form perimetry. *Am J Ophthalmol*. 2011;151(6):1057-64 e1.
51. Jampel HD, Singh K, Lin SC, Chen TC, Francis BA, Hodapp E, et al. Assessment of visual function in glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2011;118(5):986-1002.
52. Meshkin RS, Zhao Y, Elze T, Boland MV, Friedman DS. Remote Video Monitoring of Simultaneous Visual Field Testing. *J Glaucoma*. 2022;31(7):488-93.
53. Critelli K, Demiris V, Klatt BN, Crane B, Anson ER. Facemasks Block Lower Visual Field in Youth Ice Hockey. *Front Sports Act Living*. 2021;3:787182.
54. Coleman AL, Cummings SR, Yu F, Kodjebacheva G, Ensrud KE, Gutierrez P, et al. Binocular visual-field loss increases the risk of future falls in older white women. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55(3):357-64.
55. Haymes SA, Leblanc RP, Nicolela MT, Chiasson LA, Chauhan BC. Risk of falls and motor vehicle collisions in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007;48(3):1149-55.
56. Freeman EE, Munoz B, Rubin G, West SK. Visual field loss increases the risk of falls in older adults: the Salisbury eye evaluation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007;48(10):4445-50.
57. Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*. 2006;35 Suppl 2:ii37-ii41.

58. Kwon M, Huisingsh C, Rhodes LA, McGwin G, Jr., Wood JM, Owsley C. Association between Glaucoma and At-fault Motor Vehicle Collision Involvement among Older Drivers: A Population-based Study. *Ophthalmology*. 2016;123(1):109-16.
59. Klatt BN, Anson ER. Navigating Through a COVID-19 World: Avoiding Obstacles. *J Neurol Phys Ther*. 2021;45(1):36-40.
60. Marigold DS, Patla AE. Visual information from the lower visual field is important for walking across multi-surface terrain. *Exp Brain Res*. 2008;188(1):23-31.
61. Kal EC, Young WR, Ellmers TJ. Face masks, vision, and risk of falls. *BMJ*. 2020;371:m4133.
62. Ellmers TJ, Cocks AJ, Young WR. Evidence of a Link Between Fall-Related Anxiety and High-Risk Patterns of Visual Search in Older Adults During Adaptive Locomotion. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2020;75(5):961-7.
63. Mukharesh L, Torun N, Bouffard MA. Perimetry Pitfalls in the Era of COVID-19. *J Neuroophthalmol*. 2021;41(3):e283-e5.
64. Boxrud CA, Householder NA, Kim DK, Kugler KM, Harris CS, Benjamin BP, et al. Inferior altitudinal visual loss and mask-wearing practices: A case series. *Indian J Ophthalmol*. 2023;71(2):657-60.
65. Bayram N, Gundogan M, Ozsaygili C, Vural E, Cicek A. The Impacts of Face Mask Use on Standard Automated Perimetry Results in Glaucoma Patients. *J Glaucoma*. 2021;30(4):287-92.
66. Gomez Mariscal M, Munoz-Negrete FJ, Munoz-Ramon PV, Aguado Casanova V, Jaumandreu L, Rebolleda G. Avoiding mask-related artefacts in visual field tests during the COVID-19 pandemic. *Br J Ophthalmol*. 2022;106(7):947-51.
67. Heidinger A, Falb T, Werkl P, List W, Hoeflechner L, Riedl R, et al. The Impact of Tape Sealing Face Masks on Visual Field Scores in the Era of COVID-19: A Randomized Cross-over Study. *J Glaucoma*. 2021;30(10):878-81.
68. Liebmann JM. Ophthalmology and Glaucoma Practice in the COVID-19 Era. *J Glaucoma*. 2020;29(6):407-8.
69. Ramesh PV, Ramesh SV, Ray P, Aji K, Ramesh MK, Rajasekaran R. The curious cases of incorrect face mask positions in bowl-type perimetry versus enclosed chamber perimetry during the COVID-19 pandemic. *Indian J Ophthalmol*. 2021;69(8):2236-9.
70. Narang P, Agarwal A, Srinivasan M, Agarwal A. Advanced Vision Analyzer-Virtual Reality Perimeter: Device Validation, Functional Correlation and Comparison with Humphrey Field Analyzer. *Ophthalmol Sci*. 2021;1(2):100035.

Publikation

RESEARCH ARTICLE

Mouth-nose masks impair the visual field of healthy eyes

Annika Weber, Bettina Hohberger, Antonio Bergua

Department of Ophthalmology, University of Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Erlangen, Germany

Published: May 13, 2021

PLOS ONE | <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251201> May 13, 2021

OPEN ACCESS

Publikationsverzeichnis

Weber A, Hohberger B, Bergua A (2021) Mouth-nose masks impair the visual field of healthy eyes. PLOS ONE 16(5): e0251201. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251201>