

*Veröffentlicht in: Contact Lens and Anterior Eye, April 2020  
Übersetzt aus dem Englischen durch den Professional Service CooperVision, DACH*

Dieser Artikel wurde mit freundlicher Genehmigung der Zeitschrift Optician Magazine und Contact Lens Spectrum erneut veröffentlicht.

## DIE COVID-19 PANDEMIE: WICHTIGE ERWÄGUNGEN FÜR KONTAKTLINSENSPEZIALISTEN

Lyndon Jones<sup>a,\*</sup>, Karen Walsh<sup>b</sup>, Mark Willcox<sup>c</sup>, Philip Morgan<sup>d</sup>, Jason Nichols<sup>e</sup>

<sup>a</sup> School of Optometry & Vision Science, Centre for Ocular Research & Education (CORE), University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada

<sup>b</sup> Centre for Ocular Research & Education (CORE), University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada

<sup>c</sup> School of Optometry and Vision Science, UNSW, Sydney, Australia

<sup>d</sup> The University of Manchester, Manchester, UK

<sup>e</sup> University of Alabama at Birmingham, Birmingham, AL, USA

### ARTIKELINFO

Keywords: COVID-19  
Kontaktlinsen  
Linsenpflege  
Linsentragen

### ABSTRACT

Ein neuartiges Coronavirus (CoV), das "Schwere Akute Atemwegssyndrom" Coronavirus - 2 (SARS-CoV-2), führt zur Coronavirus-Krankheit 2019 (COVID-19). Während sich die Erkenntnisse über die COVID-19 Erkrankung ständig weiterentwickeln, wenden sich Patienten/Kunden an ihre Augenärzte oder Augenoptiker um Rat zur Wahrung ihrer Augengesundheit. Es gibt derzeit keine Belege dafür, dass das Tragen von Kontaktlinsen (KL) im Vergleich zum Tragen einer Korrektionsbrille ein erhöhtes Risiko berge, an COVID-19 zu erkranken. Ebenso gibt es keine wissenschaftlichen Belege dafür, dass das Tragen einer normalen Korrektionsbrille vor einer Infektion mit COVID-19 oder anderen viralen Übertragungen schützt.

Während der Pandemie wird es möglicherweise erhebliche Veränderungen beim Zugang zur gewohnten lokalen Augenversorgung geben. Daher ist es unerlässlich, KL-Träger an die Schritte zu erinnern, die zu befolgen sind, um das Risiko von Komplikationen zu minimieren. Dadurch werden auch außerplanmäßige Kontrollbesuche vermieden, und dass damit verbundene Verlassen der häuslichen Isolation. Das Management von negativen Ereignissen sollte, soweit möglich, von Augenärzten und Augenoptikern durchgeführt werden, um die Auswirkungen auf das ohnehin schon belastete Gesundheitswesen zu minimieren. Der optimale Umgang mit den Kontaktlinsen sollte derselbe sein wie unter normalen Umständen, d.h. sorgfältiges Handwaschen (gründlich mit Seife und Wasser) und Abtrocknen (mit Papierhandtüchern) sowohl vor dem Auf- als auch dem Absetzen der Kontaktlinsen. Für KL mit einem längeren Tragerhythmus (FRP) muss die tägliche Reinigung der KL und die korrekte Pflege des Behälters entsprechend der Anleitung durchgeführt werden, auch soll der Kontakt mit Wasser vermieden werden. Wenn die Verfügbarkeit der lokalen klinischen Versorgung eingeschränkt ist, sollten Kontaktlinsenspezialisten erwägen, ihren Patienten/Kunden zu raten,

\* Corresponding author.

E-mail addresses: lwjones@uwaterloo.ca (L. Jones), karen.walsh@uwaterloo.ca (K. Walsh), m.willcox@unsw.edu.au (M. Willcox), philip.morgan@manchester.ac.uk (P. Morgan), jjn@uab.edu (J. Nichols).

<https://doi.org/10.1016/j.clae.2020.03.012>

Received 26 March 2020; Received in revised form 29 March 2020; Accepted 29 March 2020

1367-0484/ © 2020 British Contact Lens Association. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

Please cite this article as: Lyndon Jones, et al., Contact Lens and Anterior Eye, <https://doi.org/10.1016/j.clae.2020.03.012>

das Tragen der KL während der Schlafphase einzuschränken oder einzustellen (Voraussetzung ist, dass die Träger das entsprechende Wissen über die richtige tägliche Pflege und den Zugang zu geeigneten Kontaktlinsenpflegemitteln haben), oder die Möglichkeit in Betracht ziehen, ihre Patienten/Kunden auf Einmallsinsen umzustellen (soweit entsprechende Linsenversorgungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen). Patienten sollten es auch vermeiden, ihr Gesicht, einschließlich Augen, Nase und Mund, mit ungewaschenen Händen zu berühren, sowie bei Krankheit ganz auf das Kontaktlinsentragen verzichten (insbesondere bei Erkältung oder grippeähnlichen Symptomen).

## 1. EINFÜHRUNG

Ein neuartiges Coronavirus (CoV), das „Schwere Akute Atemwegssyndrom Coronavirus - 2“ (SARS-CoV-2), führt zur Coronavirus-Krankheit 2019 (COVID-19). Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) erklärte die schnelle Verbreitung von COVID-19 am 11. März 2020 zu einer Pandemie. Die globale Reaktion auf COVID-19 führte zu wesentlichen Änderungen und Einschränkungen im geschäftlichen und sozialen Umfeld auf der ganzen Welt. Angesichts der großen Sorgen rund um die Pandemie finden sich auf vielen Nachrichtenkanälen und in sozialen Medien Berichte und Ratgeber dazu, wie die Infektionsgefahr am besten begrenzt werden könne. Hier wurden auch erhebliche Mengen an Fehlinformationen und Spekulationen in Umlauf gebracht [1]. Hierzu zählen unter anderem die Gerüchte, dass das Tragen von Kontaktlinsen unsicher sei, dass Kontaktlinsenträger stärker gefährdet seien COVID-19 zu entwickeln, dass bestimmte Kontaktlinsenmaterialien "risikoreicher" seien als andere, und dass Kontaktlinsenträger sofort wieder auf die Brille umsteigen sollten, um sich selbst zu schützen. Entsprechen diese Aussagen der Wahrheit, und werden sie durch Beweise gestützt? Besonders wichtig erscheint die Frage: Setzen sich Kontaktlinsenträger einem höheren Risiko aus, an COVID-19 zu erkranken? Des Weiteren: was sind die Auswirkungen einer möglicherweise reduzierten Verfügbarkeit lokaler Augenärzte für Kontaktlinsenträger während dieser Pandemie?

Bevor wir diese Fragen beantworten, ist es wichtig, zunächst die bekannte biologische Struktur und die pathophysiologischen Mechanismen einer Infektion durch SARS-CoV-2 zu verstehen. Alle CoVs enthalten Ribonukleinsäure (RNA) als ihr genetisches Material, das von einer Proteinhülle umgeben ist, dem Nukleokapsid. Wie andere CoVs ist SARS-CoV-2 ein umhülltes Virus, was bedeutet, dass sein Nukleokapsid von einer Lipid-Doppelschicht umgeben ist. SARS-CoV-2 hat drei Proteine, die in der Hülle verankert sind und aus ihr herausragen: Hüll-, Membran- und Spike-Proteine [2]. Diese Proteine bilden die unter dem Elektromikroskop sichtbare Corona und geben den CoV den Namen. Die Spike-Proteine sind Glykoproteine und haben eine hohe Affinität für Angiotensin-konvertierendes Enzym 2 (ACE2), eine Komponente des Renin-Angiotensin-Systems (RAS), die in vielen menschlichen Geweben vorkommt [3]. Es wird angenommen, dass diese Affinität den Eintritt des Virus in Wirtszellen ermöglicht, wo das Virus seine RNA (Ribonukleinsäure) in der Wirtszelle freisetzt, was zu Virusreplikation und weiterer Infektion führt. Patienten, die ACE-Inhibitoren gegen Bluthochdruck einnehmen, könnten einem erhöhten Risiko für unerwünschte Auswirkungen ausgesetzt sein, da die Einnahme dieses Medikaments das ACE2-Niveau im Herzgewebe erhöhen kann [4]; ebenso gibt es Bedenken bei Patienten mit chronischer Nierenerkrankung [5]. Während viele Bestandteile des RAS im Auge und in vielen seiner Gewebe vorkommen, ist die Literatur widersprüchlich in Bezug auf ACE2, und speziell, ob es in der Hornhaut, der Konjunktiva oder den Tränen vorkommt [6-9]. Damit im Zusammenhang stehen könnte auch, dass SARS-CoV-2 bisher selten in Cornea, Konjunktiva, oder dem Tränenfilm von COVID-19-erkrankten Menschen gefunden wurde, was später in diesem Artikel diskutiert wird. Es ist bekannt, dass CoV eine Vielzahl von Augenkrankheiten bei Tieren verursachen können, hierzu gehören Konjunktivitis, anteriore Uveitis, Retinitis und Sehnerventzündung, von denen viele schwerwiegend verlaufen [10].

## 1.1. CORONAVIREN UND DAS TRAGEN VON KONTAKTLINSEN

Kontaktlinsen stellen eine höchst effektive Form der Sehkorrektur für schätzungsweise 140 Millionen Menschen weltweit dar. Das Auftreten von entweder mikrobieller Keratitis oder symptomatischer, entzündlicher Keratitis bei striktem Tagestragen von Kontaktlinsen ist hierbei sehr gering [11,12]. Es ist bekannt, dass Kontaktlinsentragen, insbesondere das Kontaktlinsentragen über Nacht, das Risiko einer bakteriellen Keratitis erhöhen [12-16]. Es ist auch belegt, dass eine virale Bindehautentzündung, die am weitesten verbreitete Art von Bindehautentzündung darstellt [17]. Doch das Auge, die Augenoberfläche und der Tränenfilm haben eine Vielzahl von Abwehrmechanismen wie physische Barrieren und immunologische Strategien, die dazu beitragen, das Infektionsrisiko der Hornhaut und Bindehaut zu senken.

Eine PubMed-Recherche vom 24. März 2020 ergab keine Hinweise darauf, dass Kontaktlinsenträger eher an COVID-19 erkrankten als Brillenträger. Die Sorge, es gäbe solch ein erhöhtes Risiko, beruht wahrscheinlich darauf, dass SARS-CoV-2 in Tränen isoliert wurde, wenn auch bisher nur selten [18], und auch darauf, dass bekannt ist, dass das Virus über Handkontakt und somit während des Auf- und Absetzens auf die Kontaktlinsen übertragen werden könnte. Ein Artikel berichtet über positiv-getestete Tränen- und Bindehautsekrete bei einem einzelnen Patienten, der eine Bindehautentzündung entwickelte, aus einer Kohorte von dreißig an der neuartigen Coronavirus-Lungenentzündung erkrankten Patienten [18]. In einem anderen Bericht [19] zeigten 64 Proben des Tränenfilms von 17 Patienten mit COVID-19 keinen Nachweis von SARS-CoV-2 durch virale Kultur oder Reverse Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion (RT-PCR). Ferner ist die Häufigkeit von Bindehautentzündungen bei Patienten mit COVID-19 gering mit bisher <3% [18,20], obwohl es Vermutungen gibt, dass CoVs möglicherweise von Patienten mit aktiver Erkrankung durch Aerosol-Tröpfchen auf die Konjunktiva übertragen werden könnten [18,20-24]. Dennoch bleibt die Frage, ob COVID-19 nach konjunktivaler Exposition auftreten kann, weiterhin unbeantwortet [7]. Neuere Arbeiten kamen zu dem Schluss, dass *„Das Auge ist selten von einer menschlichen CoV-Infektion betroffen, auch ist es kein vorrangiges Einfallstor für die Übertragung menschlicher CoVs zur Infektion der Atemwege.“* [25] und *„Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass das Risiko einer Übertragung von SARS-CoV-2 durch Tränen gering ist [19]“*. Es gibt also bislang keine Erkenntnisse, welche die Bedenken stützen, dass gesunde Menschen einem erhöhten Risiko ausgesetzt wären, sich mit COVID-19 zu infizieren, wenn sie Kontaktlinsen tragen.

Man könnte argumentieren, dass COVID-19 so neu ist, dass solche Daten schlicht noch nicht vorliegen. Allerdings deutet der Mangel aus Hinweisen hierauf aus früheren Ausbrüchen von Coronavirus-Erkrankungen, einschließlich SARS, darauf hin, dass das Risiko, COVID-19 durch das Tragen von Kontaktlinsen zu entwickeln, gering ist. Es ist hilfreich, andere Viruserkrankungen zu betrachten, die durch direkten Kontakt übertragen werden, und diese für die Bewertung der Risiken für Kontaktlinsenträger durch COVID-19 zu nutzen. Viren, die mit menschlichen Infektionen in Verbindung gebracht werden, wurden auf dem Gewebe der Augenoberfläche oder im Tränenfilm gefunden. Diese schließen, sind aber nicht beschränkt auf, sowohl DNA- als auch RNA-Viren, wie Adenovirus, andere Coronaviren, Herpesvirus, HIV, Grippevirus und Zika-Virus [18,22,26-29]. Andererseits werden diese Viren typischerweise in geringen Mengen gefunden, und es wird allgemein angenommen, dass sie (mit Ausnahme der adenoviralen Infektionen) nicht von der Augenoberfläche übertragen werden.

Eine zu betrachtende okuläre Virusinfektion ist die Keratokonjunktivitis Epidemica (EKC), die durch das nichtumhüllte DNA-Virus Adenovirus verursacht wird. Diese Krankheit ist hoch ansteckend, verbreitet sich sehr schnell durch direkten Kontakt und macht 65-90 % aller Fälle von viraler Bindehautentzündung aus. [30,31] Sie war ursächlich bei aktiv übertragenen Krankheitsausbrüchen in Augenkliniken und anderen Einrichtungen des Gesundheitswesens, in denen es einen engen Kontakt zwischen Personal und Patienten gibt [32-38]. Eine

Durchsicht der Literatur scheint kein erhöhtes Risiko für EKC bei Kontaktlinienträgern gegenüber Nichtträgern zu zeigen, mit einem berichteten Auftreten von 3-15% bei Kontaktlinienträgern [32,36]. Tatsächlich wurde sogar vorgeschlagen, Silikon-Hydrogel Verbandkontaktlinsen zur Behandlung von adenoviraler Infektion bei Patienten zu verwenden [39]. Zur Herpes Simplex Keratitis (HSK, ein anderes DNA-Virus, aber eines, das umhüllt ist) und Kontaktlinientragen liegen widersprüchliche Daten vor. Eine prospektive Kohortenstudie und eine retrospektive Fallkontroll-Studie zeigten keinen Zusammenhang zwischen dem Tragen von Kontaktlinsen und dem Auftreten oder Wiederauftreten der HSK, während eine andere retrospektive Studie und ein Fallbericht auf eine Verbindung hindeuteten [40-43].

Ein weiterer Virus, bei dem es Bedenken in Bezug auf die Augenoberfläche gab, ist das Humane Immundefizienz-Virus (HIV), welches das Akquirierte Immun-Defizienz-Syndrom (AIDS), mit einer geschätzten Prävalenz von 1,1 Millionen in den USA, verursacht [44]. HIV ist ein RNA-Virus, jedoch eine andere Form des RNA-Virus, genannt Retrovirus, und hat eine Hülle. HIV wurde in den meisten Augengeweben, einschließlich der Hornhaut, Konjunktiva und des Tränenfilm von AIDS-Patienten nachgewiesen [45]. Es wurde auch auf der Oberfläche einer Kontaktlinse gefunden [46]. Gegenwärtig wird jedoch davon ausgegangen, dass HIV nicht über das Gewebe der Augenoberfläche oder den Tränenfilm übertragen wird. Das CDC (Centers for Disease Control and Prevention) stellt ausdrücklich fest: *"HIV wird nicht durch Speichel, Tränen oder Schweiß verbreitet, die nicht mit dem Blut einer HIV-positiven Person vermischt sind"*. [47] Forschungen haben auch gezeigt, dass bei sorgfältigem Abreiben der Kontaktlinsen die meisten Kontaktlinsenpflegesysteme wahrscheinlich die Möglichkeit verhindern, dass die Linse den Virus auf das Auge übertragen und damit HIV auslösen kann [48]. Gleichwohl ist bekannt, dass AIDS aufgrund der Immunschwächung mit vielschichtigen Infektionen einher geht, was Betroffene auch einem Risiko für Augeninfektionen aussetzt [49]. HIV wurde identifiziert als ein Risikofaktor für eine Hornhautulzeration, welche einen Krankenhausaufenthalt erforderlich macht. Auch wenn das tägliche Tragen von Kontaktlinsen (nicht das Tragen über Nacht) bei Patienten mit AIDS sicher sein kann, ist es wichtig dass der Augenspezialist eine aktive Rolle im Umgang mit dem Patienten und dessen Augengesundheit einnimmt, da dies in direktem Zusammenhang mit dem sicheren Tragen von Kontaktlinsen steht. Der CD4+ Wert, der Aufschluss über die Immunkompetenz gibt, kann mit Grundlage für diese Entscheidungen sein. Am 20. März 2020 veröffentlichten die CDC Informationen zu Patienten mit AIDS und Vorsichtsmaßnahmen im Zusammenhang mit COVID-19 [50]. Natürlich gibt es viele Unterschiede dieser Viren in Bezug auf ihre bekannte biologische Struktur, Eintrittsvektoren und andere Faktoren. Da jedoch nur begrenzt aktuelle Daten zum Vergleich von Kontaktlinienträgern gegenüber Nicht-Linienträgern bei COVID-19-Patienten zur Verfügung stehen, sind die genannten Vergleichsviren nach wie vor die besten verfügbaren Belege für die Verbreitung von Krankheiten durch virale Kontaminanten, die hochinfektiös sind und sich potenziell durch direkten Kontakt ausbreiten. Und auch eine erschöpfende Literaturrecherche würde in keiner Weise die Bedenken stützen, dass das Tragen von Kontaktlinsen ein Risiko darstelle.

Coronaviren können ein breites Spektrum an Erkrankungen des Auges hervorzurufen, einschließlich Erkrankungen des vorderen Abschnitts wie Bindehautentzündung und eine Entzündung der Aderhaut (anteriore Uveitis), und Erkrankungen des hinteren Augenabschnitts wie Netzhautentzündung (Retinitis) und Sehnerventzündung (Optic Neuritis) [51]. Das gegenwärtige Verständnis davon, wie SARS-CoV-2 sich verbreitet, beruht weitgehend auf dem, was von anderen ähnlichen Coronaviren bekannt ist. Gegenwärtig sind zwei Arten von SARS-CoV-2 nachgewiesen worden (L und S) [52]. Man vermutet, die L-Form stamme vom ursprünglichen S-Typ ab. Sie wird als aggressiver angesehen und ist deutlich häufiger in Wuhan, China (wo COVID-19 zuerst auftrat) als an anderen Orten zu finden, wenn auch die Häufigkeit seines Nachweises seit Januar 2020 zurückgeht [52]. Das Virus verbreitet sich hauptsächlich über direkten Personenkontakt durch Atemtröpfchen, die erzeugt werden, wenn

eine infizierte Person hustet oder niest [53,54]. Es könnte aber auch sein, dass er sich ausbreitet, wenn Menschen zunächst einen Gegenstand oder eine Oberfläche berühren, auf die der Virus durch eine infizierte Person übertragen wurde, und dann ihre Schleimhäute wie den Mund, die Nase oder die Augen berühren [54-56]. Angesichts der Tatsache, dass Kontaktlinsenträger ihre Augen beim Auf- und Absetzen ihrer Kontaktlinsen berühren, ist es verständlich, wenn darin ein potenzielles Risiko befürchtet wird, die Gefahr der Exposition gegenüber dem Virus zu erhöhen. Die konsequente, eindeutige Empfehlung, um Personen vor dem Virus zu schützen, ist häufiges Waschen der Hände mit Seife und Wasser. Die Lipidhülle des Virus kann durch Tenside, wie sie in einfacher Seife vorkommen, emulgiert werden, was das Virus abtötet [54,57]. Die empfohlene Vorgehensweise für Kontaktlinsenträger beschreibt dieselbe Methode, der unabhängig von der COVID-19-Pandemie jederzeit gefolgt werden sollte: Bei der Verwendung von Kontaktlinsen ist eine sorgfältige und gründliche Handreinigung mit Seife und Wasser und anschließendes Händetrocknen mit unbenutzten Papierhandtüchern (im allgemein als "Küchenrolle" bekannt) von größter Wichtigkeit. Bei Kontaktlinsenträgern sollte dies vor jedem Auf- und Absetzen der Kontaktlinsen durchgeführt werden. Diese Praxis reduziert wirksam die Risiken von Infektionen und Entzündungsreaktionen [58]. Daraus folgt: solange Kontaktlinsenträger die Handhygiene korrekt anwenden, schränken sie jede Virus-Übertragung auf ihre Augenoberfläche effektiv ein. Und tatsächlich gibt es, wie bereits erwähnt, aktuell keine Belege dafür, dass sie einem höheren Risiko ausgesetzt wären, sich mit COVID-19 zu infizieren, als Nicht-Kontaktlinsenträger.

## 1.2. CORONAVIRUS UND BRILLENTRÄGER

Eine systematische Durchsicht der Literatur zeigt, dass es keine wissenschaftlichen Belege dafür gibt, dass das Tragen einer Brille vor SARS-CoV-2 oder anderen viralen Übertragungen Schutz bietet, obwohl dieses Konzept in letzter Zeit in den Medien vorgeschlagen war [59-61]. Dieser Glaube an eine Schutzwirkung von Brillen kommt wahrscheinlich daher, dass in bestimmten Situationen bei der Betreuung Infizierter dem Pflegepersonal die Verwendung von Augenschutz mit Zulassung (medizinische Masken, Schutzbrillen oder Gesichtsschilde) empfohlen oder angeordnet ist [62]. Diese Schutzbrillen und Masken bieten jedoch einen völlig anderen Schutz als eine Standard Korrektionsbrille. Dieser Unterschied wurde auch von den US-amerikanischen „Centers for Disease Control and Prevention“ (CDC) herausgestellt: "*persönliche Brillen gelten NICHT als angemessener Augenschutz* [63]".

Trotz der klaren Abgrenzung der CDC zwischen Standard Korrektionsbrillen und zugelassenen persönlichen Schutzbrillen ist es verständlich, wenn es weiterhin den fehlgeleiteten Glauben gibt, dass eine Brille Kontaktlinsen vorzuziehen sei. Jedoch gibt es eine Reihe von verblüffenden Faktoren, die diese Theorie nicht stützen. Betrachten Sie zunächst Teilzeit-Brillenräger, die ihre Brille nur gelegentlich für die Ferne oder zum Lesen tragen. Ihr angenommener 'Schutz' ist unterbrochen, zudem setzen sie die Brille häufiger auf und ab und somit erhöht sich jedes Mal die Möglichkeit, dass sie ihr Gesicht berühren, und das vielleicht, ohne vorher die Hände zu waschen. Ein weiterer zu berücksichtigender Punkt ist, dass einige Viren wie SARS-CoV-2 auf harten Kunststoffoberflächen (ähnlich derer von Brillenfassungen und -gläsern) Stunden bis Tage überstehen können [64-67]. Durch kurzes berühren der Brille könnten jegliche Viruspartikel möglicherweise auf die Finger und auf das Gesicht des Trägers übertragen werden, daher sollten sich adäquate Hygienepraktiken für die Hände auch auf den regelmäßigen Umgang mit Brillen und Sonnenbrillen erstrecken, um die Übertragung von Viruspartikeln auf die Finger und anschließend ins Gesicht zu vermeiden. Brillen sollten regelmäßig mit Seife und Wasser gereinigt und mit einem Papiertuch getrocknet werden, um angelagerte Viruspartikel zu beseitigen.

### 1.3. Die Wichtigkeit der Handhygiene

Hände sind ein häufiger Vektor für die Übertragung von Atemwegsinfektionen [68,69]. Eine Beobachtungsstudie von Medizinstudenten untersuchte die Häufigkeit, mit der sie ihr Gesicht berührten [70]. Im Durchschnitt berührte jeder der Studenten 23 Mal pro Stunde sein Gesicht. Von allen Berührungen des Gesichts betrafen 44 % den Kontakt mit den Schleimhäuten (Augen, Nase oder Mund) gegenüber 56 % Kontakten mit Bereichen, die nicht zu den Schleimhautbereichen gehören (Ohren, Wangen, Kinn, Stirn oder Ohr). Bei der Berührung der Schleimhäute betrafen 36 % den Mund, 31 % die Nase, 27 % die Augen, und 6 % waren eine Kombination dieser Regionen. Angesichts dieser sehr hohen Zahl von Berührungen des Gesichts wird das Händewaschen überaus wichtig zur Vermeidung von Übertragungen jeglicher pathogener Organismen von den Fingern auf die Schleimhäute des Gesichts. Es ist auch wichtig, sich bewusst zu machen, dass Kontaktlinsenträger meist jüngeren demographischen Gruppen angehören, die oft dazu neigen, "riskantere" Verhaltensweisen zu praktizieren (wie die Nichtbeachtung der sozialen Distanzierung, wie kürzlich geschehen während der „Spring Break“-Frühjahrsferien in den USA) [71], was ein inhärent erhöhtes Risiko für eine SARS-CoV-2-Infektion darstellt. Daher bleibt es wichtig, dieser Altersgruppe aufzuzeigen, welche Rolle die Handhygiene bei der Verhinderung sowohl okulärer als auch systemischer Infektionen spielt, unabhängig davon welche Art der Sehkorrektur sie tragen.

Neben den gewöhnlichen Seifen, die beim Händewaschen verwendet werden, ist der SARS-CoV-2-Virus sehr wahrscheinlich empfindlich für die gleichen alkohol- und bleichmittelbasierten Desinfektionsmittel, die von Augenspezialisten üblicherweise zur Desinfektion von ophthalmischen Instrumenten und Mobiliar verwendet werden [66]. Um die Übertragung von SARSCoV-2 zu verhindern, sind die gleichen Desinfektionspraktiken empfohlen, die bereits die Verbreitung anderer viraler Erreger im Betrieb verhindern, und diese sollten vor und nach jeder Patientenbegegnung beachtet werden. Viele dieser Schritte wurden in einem kürzlich erschienenen Leitartikel zusammengefasst [72], der eine Reihe von wichtigen Überlegungen zur Durchführung einer sicheren klinischen Praxis während der Pandemie abdeckt.

CDC und WHO empfehlen den Menschen, sich die Hände häufig zu reinigen, um ihr Risiko, sich mit dem Virus zu infizieren, zu verringern. Konkret raten sie allen Menschen dazu:

- die Hände sollten oft gewaschen werden, mindestens 20 Sekunden lang mit Wasser und Seife, insbesondere nachdem man an einem öffentlichen Ort war, oder nachdem man sich die Nase geputzt, gehustet oder geniest hat.
- Wenn Seife und Wasser nicht ohne weiteres verfügbar sind, sollte Handdesinfektionsmittel benutzt werden, das mindestens 60 % Alkohol enthält. Die gesamte Oberfläche der Hände soll damit bedeckt sein, und man sollte sie aneinander reiben, bis sie sich trocken anfühlen.
- Es sollte vermieden werden, Augen, Nase und Mund mit ungewaschenen Händen zu berühren.

### 1.4. Betrachtung der Kontaktlinsenmaterialien

Die Verwendung von Einmalkontaktlinsen reduziert das Risiko vieler entzündlicher Komplikationen [73]. Träger von Kontaktlinsen sollten grundsätzlich immer ihre Einmalkontaktlinsen nach jedem Tragen entsorgen, beziehungsweise ihre 14-Tages- oder Monatstauschkontaktlinsen regelmäßig, nach den Empfehlungen des Herstellers und des

Kontaktlinsen-Spezialisten, pflegen und desinfizieren. Ein beachtenswerter Punkt ist, ob sich das Risiko für eine SARS-CoV-2 Infektion je nach Kontaktlinsenmaterial unterscheidet. Es wurden Vermutungen darüber geäußert, dass Materialien auf Siloxan-Basis (Silikon-Hydrogele) eher dazu neigen, SARS-CoV-2 an sich zu binden als Hydrogele [61] und dass daher das Tragen von KL aus diesem Material besonders "riskant" sei. Eine kürzlich durchgeführte Studie zeigte, dass die Aerosol- und Oberflächenstabilität von SARS-Cov-2 sehr ähnlich der seines Vorgängers SARS-CoV-1 (der Virusstamm der SARS-Epidemie von 2002 und 2003) ist [74]. Im Einzelnen konnten beide Viren in Aerosolen bis zu 3 Stunden, auf Karton bis 24 Stunden und auf Kunststoff und Edelstahl bis zu 2-3 Tage nachgewiesen werden. Aktuell liegen keine Laborstudien über Coronaviren zur Fähigkeit der Anhaftung auf Kontaktlinsen vor, und ebenfalls keine zur Fähigkeit von Desinfektionsmitteln, an Kontaktlinsen haftende Coronaviren abzutöten.

Es gibt keine Belege für das Vorkommen von SARS-CoV-2 in Tränen oder Bindehautgewebe von asymptomatischen Patienten. Sogar bei Patienten mit bestätigter Infektion ist das Vorkommen von SARS-CoV-2 auf der Augenoberfläche gering [18-20]. Somit ist eine Bindung von SARS-CoV-2-Viren an Kontaktlinsen von der Augenoberfläche asymptomatischer KL-Träger unwahrscheinlich. Es ist zu empfehlen, dass Patienten mit einer COVID-19 Infektion keine Kontaktlinsen tragen sollten. Bei Patienten mit Verdacht auf eine COVID-19 Infektion sollten alle zu diesem Zeitpunkt getragenen Kontaktlinsen umgehend entsorgt werden und ebenso alle verbleibenden Desinfektionslösungen und Kontaktlinsenbehälter, die der Patient besitzt.

Der Patient muss auf das Tragen einer Brille zurückgreifen und sollte nach vollständiger Genesung das Tragen von Kontaktlinsen mit einem neuen Paar Kontaktlinsen wieder aufnehmen.

Die Mechanismen, welche die bakterielle, virale, fungale und amöbische Bindung an Kontaktlinsenmaterialien beeinflussen, sind höchst komplex und variabel, mit verwirrender Datenlage aus bisherigen Untersuchungen zu den Faktoren, die die mikrobielle Bindung beeinflussen [75-80].

Bisher gibt es keine Studien, die sich speziell mit diesem Virus, welches COVID-19 auslöst, befassen. In einer jüngst erschienenen Publikation [66] wurde die Vermutung geäußert, dass Silikon-Hydrogele mit größerer Wahrscheinlichkeit SARS-CoV-2 binden als Hydrogele [61]. In dieser Arbeit wurden jedoch keine Kontaktlinsenmaterialien untersucht. Die in der Arbeit [66] beschriebenen leblosen Oberflächen, welche den Kontaktlinsenmaterialien am ähnlichsten sind, waren "Plastik" und Silikonkautschuk [64,81,82]. Keines dieser Materialien repräsentiert in angemessener Weise die komplexe Massen- und Oberflächenchemie heutiger Kontaktlinsenmaterialien [83-85] und kann nicht dazu verwendet werden, die wahrscheinliche Bindung irgendeines pathogenen Organismus an moderne Kontaktlinsen widerzuspiegeln. Oberflächen aus weichem Kontaktlinsenmaterial sind weitaus hydrophiler als die in diesem Manuskript untersuchten Kunststoff- und Silikonkautschukoberflächen, und die Bindung von Viruspartikeln an Trägermaterial ist komplex, abhängig von den Ladungen und topographischen Eigenschaften des Virus sowie den Eigenschaften der betreffenden Oberfläche [86]. Die Faktoren, die für die Bindung von SARSCoV-2 an leblose Oberflächen verantwortlich sind, sind bisher unbekannt, doch für eine Vielzahl von durch Wasser übertragenen Viren waren die wichtigsten treibenden Faktoren elektrostatische Wechselwirkungen (ladungsgetrieben), gefolgt von hydrophoben Wechselwirkungen, mit nur geringer Auswirkung von Van-der-Waals-Wechselwirkungen [86].

Andere bemerkenswerte Aspekte im Bericht von Kampf et al. [66] sind, dass die hohe Konzentration des Inokulums, welches zur Untersuchung der potenziellen viralen Bindungsraten ( $10^3$  -  $10^5$ ) verwendet wurde, wahrscheinlich sehr viel höher ist als die, die man

auf der okularen Oberfläche von asymptomatischen Kontaktlinsenträgern vorfindet, und auch wahrscheinlich sehr viel höher als nach einer Kontamination vorzufinden wäre, die durch Fingerspitzen beim Auf- oder Absetzen von Kontaktlinsen übertragen wurde.

Die genannte Überlebensdauer wurde bei Raumtemperatur ermittelt, doch die Überlebensdauer bei okularer Oberflächentemperatur ist signifikant niedriger [81,82], und wie lange SARS-CoV-2 auf hydrophilen Substraten wie Kontaktlinsenmaterial lebensfähig bleibt, ist bislang unbekannt.

Schließlich wurden diese Studien in einer trockenen, statischen Umgebung durchgeführt, die in keiner Weise das feuchte Milieu der Augenoberfläche, reflektiert und auch nicht den Einfluss des Blinzeln auf die Entfernung möglicher viraler Kontaminanten von einer Kontaktlinsenoberfläche einbezieht. Weiterhin gibt es keinen Beleg für die Behauptung, dass Silikonhydrogellinsen eher mit SARS-CoV-2 (oder überhaupt jedem Virus) kontaminiert würden als Hydrogellinsen.

Bisher gibt es keine Belege über die desinfizierende Wirkung derzeit auf dem Markt befindlicher Kontaktlinsen-Pflegemittel gegen SARS-CoV-2. Belege bezüglich der Fähigkeit gängiger Pflegemittel, Viren (allgemein) zu desinfizieren, bleiben uneindeutig [87,88] und weitere Forschung in diesem Bereich ist erforderlich. Vor über 30 Jahren wurde erkannt, dass damalige Kontaktlinsen-Pflegemittel mittels ihrer chemischen und thermischen Desinfektionsverfahren sowohl Herpes Simplex als auch den Humanen Immundefizienz Virus (HIV) effektiv inaktivierten [89,90]. Eine andere Studie zeigte, dass handelsübliche Kontaktlinsen-Pflegesysteme in der Lage waren, Kontaktlinsen von HIV-1 „sicher zu dekontaminieren“, insbesondere wenn die Linsen im Zuge der Reinigung abgerieben wurden [48].

Eine aktuelle Veröffentlichung zeigt, dass Benzalkoniumchlorid, ein in der Ophthalmologie übliches Konservierungsmittel, Adenoviren bremsen oder aufhalten kann [91]. Eine weitere Veröffentlichung zeigte auf, dass Techniken, die das Abreiben und Abspülen einbeziehen, Viren effektiver von Kontaktlinsen entfernten als Vorgehensweisen ohne Abreiben [88]. Die meisten modernen Linsenpflegesysteme enthalten ein Tensid [92], und da SARS-CoV-2 von einer Lipidhülle umgeben ist, scheint plausibel, dass ein Abreiben und Abspülen der Linse mit solchen Pflegesystemen das Virus effektiv abtöten kann, doch ist zur Bestätigung weitere Forschung in diesem Bereich nötig. Schließlich demonstrierte/zeigte eine Studie, dass eine gründliche Reinigung virus-infizierter Kontaktgläser (wie Retina- und Funduslinsen) sowohl mit Bleichmittel als auch mit Wasser/Reiniger möglich war [93], dennoch ist dies nicht als probate Option zur Desinfektion von Kontaktlinsen empfohlen.

Eine möglicherweise wichtige Erkenntnis aus dem Bericht von Kampf et al. [66] war die Untersuchung, wie inaktivierend verschiedene biozide Wirkstoffe auf Coronaviren wirken. Diese Studien umfassten die Untersuchung der Wirkung von Desinfektionsmitteln wie Benzalkoniumchlorid, Chlorhexidindigluconat, Wasserstoffperoxid und Povidon-Jod, welche in Kontaktlinsenpflegemittel verwendet werden (oder wurden). Chlorhexidindigluconat war ein relativ schwaches Biozid, als es gegen das Hepatitis-Virus der Maus oder das Canine Coronavirus von Hunden getestet wurde. Benzalkoniumchlorid hatte eine verbesserte Aktivität und 0,5 % Wasserstoffperoxid (eine wesentlich geringere Konzentration als die in Kontaktlinsenpflegemitteln verwendete) verursachte eine  $>4$  log<sub>10</sub>-Reduzierung humaner Coronaviren innerhalb von 1 Minute. Povidon-Jod zeigte bei einer Konzentration von nur 0,23% (viel geringer als in Desinfektionslösungen für Kontaktlinsen) eine  $>4$  log<sub>10</sub>-Reduzierung der Coronaviren, welche SARS oder MERS (Middle East Respiratory Syndrome) verursachen, innerhalb von 15 Sekunden.



## 1.5. Weitere Forschungsfelder/Forschungsbereiche

Offensichtlich schreitet die Forschung gerade in diesem Bereich rasant voran, und Informationen und Ratschläge basieren auf der Grundlage der besten verfügbaren Beweise zu dem Zeitpunkt, an dem die jeweiligen wissenschaftlichen Manuskripte, Nachrichtenbeiträge und Social Media-Artikel erstellt werden.

Es gibt viele Bereiche, in denen weitere Forschung das derzeitige Wissen über die Interaktion von SARS-CoV-2 sowohl mit der Augenoberfläche als auch mit Kontaktlinsen erweitern könnten.

Wie bereits erwähnt, sind weitere Studien erforderlich, um die Wechselwirkung von SARS-CoV-2 mit Kontaktlinsenmaterialien und die Fähigkeit des Abtötens des Virus durch Kontaktlinsen-Desinfektionslösungen zu untersuchen. Ebenso ist der Tränenfilm von Interesse: Der Tränenfilm hat antivirale Eigenschaften [94,95] und es wäre naheliegend, dass er Viren, die mit den Tränen in Kontakt kommen, inaktivieren könnte. Der Tränenfilm enthält zum Beispiel das Protein Laktoferrin, von dem angenommen wird, dass es den adenoviralen Eintritt in Hornhautepithelzellen verhindert [96]. Zwar ist dies für SARS-CoV-2 noch unbekannt, doch angesichts der bislang geringen Häufigkeit von COVID-19-infizierten Patienten, welche das Virus in den Tränen zeigen [19], wäre dies ein untersuchenswerter Bereich. Was derzeit fehlt, ist Wissen um die minimale infektiöse Dosis an SARS-CoV-2, die eine COVID-19 Infektion verursachen kann, und solche Information wäre wertvoll. Diese Dosis wäre wahrscheinlich unterschiedlich groß abhängig davon, wo sie verabreicht wurde (z.B. ob auf der Bindehaut oder im Atemtrakt). Und noch fehlen klare Belege, ob COVID-19 überhaupt durch konjunktivale Übertragung ausgelöst werden kann [7].

## 1.6. Zugang zu klinischer Versorgung und Überlegungen zum Tragen von Kontaktlinsen während der Pandemie

Die in diesem Bericht vorgestellten Beweise legen nahe, dass sich die Sicherheit des Tragens von Kontaktlinsen durch die Pandemie nicht verändert hat, und nach wie vor gelten die Hinweise zu aufmerksamer Beachtung der Hygiene beim Tragen und der Pflege von Kontaktlinsen, wie schon immer empfohlen. Da jedoch derzeit aufgrund der sozialen Distanzierung der Zugang zu Augenuntersuchungen nicht immer wie gewohnt gegeben ist und künftig während des Höhepunktes der Pandemie möglicherweise stark eingeschränkt sein wird: Was sollten die Augenspezialisten jetzt beachten, wenn sie mit ihren Patienten über das Tragen von Kontaktlinsen sprechen?

Ein wichtiger Aspekt ist, dass Kontaktlinsen-Spezialisten während der Pandemie über die lokalen klinischen Versorgungseinrichtungen in Kenntnis sind und entsprechend handeln, um Auswirkungen von mit Kontaktlinsen verbundenen unerwünschten Vorkommnissen auf das allgemeine Gesundheitssystem soweit möglich zu minimieren. Der Hintergrund ist, dass die Gesundheitseinrichtungen durch die aktuelle Situation ohnehin sehr stark beansprucht sein werden, da Personal aus der augenärztlichen Versorgung in andere Versorgungsbereiche verlegt werden könnte, die direkter mit COVID-19-Patienten in Verbindung stehen. Die Auswirkungen daraus werden je nach lokalen und regionalen Betrachtungen unterschiedlich sein. Zum Beispiel ist derzeit (mit Stand vom 24. März 2020) die normale Augenversorgung in vielen Ländern ausgesetzt, indem augenoptische Betriebe nur noch reduzierte Dienste, eine rein telefonische Beratung und/oder Notfalldienste anbieten.

Im Vereinigten Königreich zum Beispiel sind Augenspezialisten dazu angehalten, ihre Fälle soweit irgend möglich im Rahmen der optometrischen Betriebe und Fachpraxen zu behandeln, statt sie an den „National Health Service“ zu verweisen.

Dies könnte den telefonische Beratungsangebote für Träger mit Kontaktlinsenproblemen umfassen und/oder eine Videokonsultation mit Hilfe geeigneter Mobiltelefonanwendungen, mit dem Ziel eine rasche Triage und Betreuung zu ermöglichen und dadurch andere klinische Kollegen zu entlasten.

Einige Fälle lassen sich möglicherweise am besten bewältigen durch den Verweis an Optometristen mit Zusatzlizenz als „Independent Prescribers“ (therapeutisch qualifizierte Optometristen), die in der Lage sind auch schwierigere Probleme beim Kontaktlinsentragen behandeln zu können.

In anderen Fällen können die örtlichen „Minor Eye Conditions Services“ (MECS) eine alternative Versorgung darstellen. Im Rahmen dieses Dienstes werden Patienten zur Triage an lokale Optometristen verwiesen, die eine anerkannte Ausbildung in fortgeschrittener optometrischer Betreuung absolviert haben. Diese können beurteilen, ob eine Überweisung an den Augenarzt erforderlich ist, und wenn möglich und im Rahmen ihrer Fachkenntnis, selbst kleinere Augenerkrankungen behandeln. Es ist dringend geboten, dass Augenspezialisten sich so früh wie möglich auf entsprechende Möglichkeiten vorbereiten, um im Bedarfsfall schnell handeln zu können - im Interesse ihrer Patienten und des gesamten Gesundheitssystems, und dass sie nicht erst dann die Möglichkeiten zu erkunden beginnen, wenn ein Kontaktlinsenträger sie mit seinen Problemen aufsucht.

In Nordamerika, Australien und anderen Ländern sind Optometristen mit therapeutischer Zulassung oftmals die erste Anlaufstelle für Kontaktlinsenträger mit klinischen Augenproblemen, obwohl wiederum auch hier die meisten Gesundheitsbehörden einen Aufschub der nicht dringenden Routineversorgung angeordnet haben. Auch hier müssen geeignete Vorgehensweisen in Betracht gezogen und in Kraft gesetzt werden, wenn routinemäßige Augenuntersuchungen nur in begrenztem Maß zur Verfügung stehen. Selbst in Ländern, in denen die medizinische Versorgung von Augenproblemen mit klinischer Signifikanz üblicherweise nicht von Anpassern und Kontaktlinsenspezialisten erbracht wird, sollten auch hier Vorgehensweisen zu Beratung und Versorgung vorbereitet werden, um die Auswirkungen auf das allgemeine Gesundheitssystem zu minimieren.

Ganz besonders wichtig ist es während der Pandemie, dass Kontaktlinsenspezialisten ihre Kunden verstärkt mit fachlicher Beratung unterstützen, um Komplikationen beim Tragen von Kontaktlinsen zu minimieren. Dieses nicht zuletzt deshalb, weil sich derzeit viele Teile der Welt in einer Art 'Lockdown' befinden und für Kunden selbst das Verlassen des Hauses nicht immer einfach ist.

Der einfachste Ansatz wäre, wie von der „American Academy of Ophthalmology“ empfohlen, während dieser Zeit das Tragen von Kontaktlinsen einzustellen und wieder Brille zu tragen [97].

Allerdings ist diese Empfehlung wahrscheinlich für viele Linsenträger nicht praktikabel, je nach persönlicher Motivation des Kontaktlinsenträgers, oder speziell auch für diejenigen, die aus medizinischen Gründen Kontaktlinsen tragen (z.B. bei Keratokonus).

Im Vereinigten Königreich hat der General Optical Council einen pragmatischen Ansatz für das Tragen von Kontaktlinsen und die Versorgung während der Pandemie beschritten.

In einer gemeinsamen Erklärung mit einer Reihe anderer Regulierungsbehörden des Gesundheitswesens erkennen sie die äußerst herausfordernden Umstände an sowie die Notwendigkeit, von etablierten Verfahren abzuweichen [98]. Sie haben Leitfäden aufgestellt,

die es den Kontaktlinsenspezialisten ermöglichen mit ihrem fachlichen Urteil zu entscheiden, ob Patienten persönlich vorstellig werden müssen, oder ob nach einer Ferndiagnose die beste Vorgehensweise darin besteht, den Patienten weiterhin mit Kontaktlinsen zu versorgen, selbst auch im Falle einer nicht mehr aktuellen, also früheren, Spezifikation [98]. Dieser Schritt soll den KL-Trägern eine kontinuierliche Versorgung mit neuen Kontaktlinsen sicherstellen und reduziert dadurch deutlich die Versuchung bei Kontaktlinsenträgern, die Kontaktlinsen über das empfohlene Wechselintervall hinaus zu verwenden. Kontaktlinsenspezialisten sollten ebenso dafür sorgen, dass ihre Kontaktlinsenträger mit dem verschriebenen Kontaktlinsentyp unterbrechungsfrei versorgt werden und dies angemessen kommunizieren, um die Träger davon abzuhalten, alternative und nicht empfohlene und angepasste Kontaktlinsen über Online-Kontaktlinsenhändler zu beziehen.

Es ist wichtig, sich bewusst zu machen, dass das Tragen von Kontaktlinsen eine sichere Form der Sehkorrektur für Millionen von Menschen auf der ganzen Welt darstellt. Eine Überprüfung der Datensätze von 1276 Trägern weicher Kontaktlinsen aus 4120 Kontrollbesuchen ergab, dass 82% der Träger während des Beobachtungszeitraums von mehr als 2 Jahren keine Komplikationen aufwiesen [99].

Die Häufigkeit bedeutenderer Komplikationen wie z.B. Hornhaut Infiltrate (CIEs) und mikrobieller Keratitis sind wohlverstanden. Die jährliche Häufigkeit von symptomatischen CIEs bei weichen Austausch KL, die auf Tages-Trage-Basis genutzt werden, liegt bei etwa 3% und bei Einmalkontaktlinsen fast bei 0% [100]. Die Häufigkeit von symptomatischen CIEs bei extended wear ist mit einem 2 - 7-fach erhöhten Risiko höher als beim Tages-Tragen [101-103]. Die jährliche Häufigkeit von mikrobieller Keratitis (MK) variiert je nach Modalität und liegt bei etwa 2 pro 10.000 Trägern beim Tages-Tragen weicher Kontaktlinsen [13,15,104] und steigt auf etwa 20 pro 10.000 Trägern bei extended wear weicher Kontaktlinsen an, unabhängig vom Materialtyp [13,14,105,106].

Es besteht jedoch eine berechtigte Sorge darin, dass in dieser Zeit begrenzter Ressourcen jede Komplikation mit Kontaktlinsen, die einen Besuch einer Gesundheitseinrichtung erforderlich macht, möglicherweise ein Problem darstellt. Um diese Risiken in den Zusammenhang zu stellen ist es hilfreich, die Häufigkeit von Kontaktlinsen bedingter Komplikationen im Verhältnis zu unfallbedingten Verletzungen im häuslichen Bereich zu betrachten, die gleichfalls eine medizinische Versorgung erfordern. Im Jahr 2012 gab es in den USA insgesamt 19,4 Millionen Verletzungen im häuslichen Bereich, die eine medizinische Versorgung erforderten. Dies entspricht einer Rate von 24,17 pro 100.000 Einwohnern [107]. Eine über zwei Jahre durchgeführte Studie in Belgien schätzte die jährliche Häufigkeit von Vorfällen im häuslichen Bereich, welche eine Behandlung durch Allgemeinmediziner erfordern, auf 2194 pro 100.000 Personen [108]. Im Kontext dieser Zahlen stellt das Tragen von Kontaktlinsen mit einer Rate für mikrobielle Keratitis von 0,2-2 pro 100.000 (d.h. 2-20 pro 10.000) Trägern keine signifikante zusätzliche Belastung für das Gesundheitssystem dar, verglichen mit den allgemeinen Gefahren, die das Leben in der Wohnung mit sich bringt und welches während der Pandemie aufgrund der oben genannten Häufigkeiten zu einer weitaus größeren Anzahl von Verletzungen, die ärztliche Hilfe erfordern könnten, führen würde.

Wie könnten Risiken durch das Tragen von Kontaktlinsen weiter minimiert werden, um eine mögliche Belastung durch Krankenhausbesuche zu diesem Zeitpunkt zu reduzieren?

Die Risikofaktoren, welche zu CIEs und infektiöser Keratitis führen, sind wohlbekannt. Die relativen Risiken der Entwicklung von CIEs werden in der umfassenden Übersicht von Steele und Szczotka-Flynn [11] zusammengefasst und beinhalten nicht veränderbare Faktoren wie jüngeres Alter (1,75-2,61x), höhere Refraktionswerte ( $\geq 5$  dpt) (1,21-1,6x) und die Vorgeschichte eines früheren Ereignisses (2,5-6,1x), sowie modifizierbare Risiken wie z.B. das Tragen über Nacht (2,5-7x), bakterielle Biobelastung an den Linsen und Lidrändern (5-8x) und

der Zeitrahmen für den Linsenaustausch – wiederverwendbare Austausch-Kontaktlinsen im Vergleich zu Kontaktlinsen für den Einmalgebrauch (12,5x). MK wird mit vielen ähnlichen Faktoren in Verbindung gebracht, darunter auch mit Übernachts tragen [13,105,106] und beim Tages-Tragen schlechte Linsen- und Aufbewahrungsbehälterhygiene, seltener oder unregelmäßiger Austausch der Kontaktlinsen, sowie Kontakt mit Wasser und Rauchen [109,110]. Risikofaktoren für MK beim Tragen von Einmalkontaktlinsen sind der mehrmalige Gebrauch, das Tragen über Nacht, weniger häufiges Händewaschen und Rauchen [111].

Während es unmöglich ist einen Risikofaktor wie das Alter eines Kontaktlinsenträgers zu ändern, gibt es aber bedeutende Möglichkeiten, veränderbare Verhaltensweisen anzugehen. Angesichts der reduzierten Häufigkeit von CIEs bei Trägern von Einmalkontaktlinsen [99,100] scheint diese Form des Kontaktlinsentragens insbesondere während einer Zeit beschränkter klinischer Versorgung ideal zu sein. Manche Träger nutzen beide Arten, sowohl Austauschlinsen als auch Einmalkontaktlinsen, wobei letztere dann meist beim Sport oder im Urlaub verwendet werden. Bei entsprechender Beratung könnte zum jetzigen Zeitpunkt ein Wechsel zur Verwendung von Einmalkontaktlinsen empfohlen werden.

Das Einstellen des bewussten oder auch versehentlichen nächtlichen Tragens von Kontaktlinsen senkt das Risiko von Komplikationen erheblich. Einige Kontaktlinsenträger verwenden aus beruflichen Gründen Kontaktlinsen auf extended wear Basis. Dieser Hintergrund ist möglicherweise nicht mehr gegeben, wenn sie derzeit von zu Hause aus arbeiten. In diesen Situationen kann es von Vorteil sein, den Wechsel auf Tagestragen anzustreben - allerdings nur dann, wenn sichergestellt ist, dass der Träger über geeignete Kontaktlinsenpflegemittel verfügt und für die korrekte Anwendung entsprechend befolgt. In gleicher Weise könnte Kontaktlinsenträgern, die (zum Beispiel aus beruflichen Gründen) immer wieder zwischen dem Tagestragen und „über Nacht Tragen“ wechseln, geraten werden, dauerhaft das Tages-Tragen von Kontaktlinsen zu praktizieren, bis eine normale klinische Versorgung wieder gegeben ist. Solche Änderungen der Trageintervalle sollten nur nach Rücksprache zwischen dem Kontaktlinsenträger und seinem Kontaktlinsenspezialisten durchgeführt werden.

Eine sorgfältige Handhygiene, die richtige Verwendung von Pflegemitteln, inklusive dem Abreiben und Abspülen von wiederverwendbaren Kontaktlinsen, die tägliche Reinigung und der regelmäßige Austausch des Aufbewahrungsbehälters sind wichtige Aspekte, an die KL-Spezialisten ihre Patienten/Kunden zum gegenwärtigen Zeitpunkt erinnern sollten. Ein ebenso wichtiger Aspekt ist die Empfehlung, Kontaktlinsen nicht mit Wasser in Kontakt kommen zu lassen, um das Risiko einer mikrobiellen Keratitis und insbesondere die Akanthamöben-Keratitis, welche in den letzten Jahren zugenommen hat, zu reduzieren [112,113].

Die Einhaltung der Compliance sowohl beim Tragen als auch bei der Pflege von Kontaktlinsen ist uns allen immer schon ein wichtiges Ziel, doch gerade jetzt während des aktuellen Ausbruchs von SARS-CoV-2 sollte ein verstärkter Fokus darauf gelegt werden.

All die Hinweise und Erklärungen zu gründlichem Händewaschen sind richtig und ein guter Anfang, doch Kontaktlinsenspezialisten ist angeraten, jetzt die Gelegenheit zu nutzen um viel weiter zu gehen: Es macht Sinn, erneut das sichere Tragen von Kontaktlinsen und die richtige Anwendung von Kontaktlinsenpflegemitteln anzusprechen mit dem Ziel, das Risiko von Komplikationen zu verringern, die mit Kontaktlinsen in Verbindung stehen und eine klinische Behandlung erfordern.

## **ZUSAMMENFASSUNG:**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bisher keine Hinweise darauf vorliegen, dass asymptomatische Kontaktlinsenträger das Kontaktlinsentragen aufgrund eines erhöhten Risikos für die Erkrankung an COVID-19 einstellen sollten. Auch bietet das Tragen von normalen Korrektionsbrillen keinen Schutz vor SARS-CoV-2, und es gibt auch keine Hinweise darauf, dass ein bestimmtes Kontaktlinsenmaterial das Risiko für eine COVID-19-Infektion erhöht oder verringert. Trotzdem sei gesagt, dass sich das Wissen um das neue Coronavirus rapide weiterentwickelt, und Kontaktlinsen-Spezialisten sollten aufmerksam verfolgen, ob neue Erkenntnisse bekannt werden.

KL-Spezialisten müssen sehr aufmerksam die Kontaktlinsen-Träger daran erinnern, immer eine sehr sorgfältige und gründliche Handhygiene zu praktizieren, bevor sie die Linsen handhaben.

Ein Fokus auf das vollständige und richtige Einhalten der Vorgaben durch die Kontaktlinsen-Träger und insbesondere auf vermeidbare Risikofaktoren im Zusammenhang mit Kontaktlinsen-Komplikationen sind besonders während der Hochphase der Pandemie erforderlich, in der der Zugang zu primärer und sekundärer optometrischer Versorgung sehr von der Normalversorgung abweichen kann. Und Kontaktlinsenspezialisten sollten so agieren, dass durch ihre optimale Versorgung und Beratung die Belastung des Gesundheitssystems minimiert wird.

Die Kontaktlinsen-Träger müssen an folgende Notwendigkeit erinnert werden: ihre Einmallsinsen nach jedem Absetzen zu entsorgen, und die Linsen, welche für mehrmaligen Gebrauch gedacht sind mit dem vorgeschriebenen Pflegemittel zu pflegen (einschließlich Abreiben und Abspülen, sofern angegeben), sowie das Behälterpflege und -entsorgung exakt eingehalten werden müssen.

Schließlich sollten, in Übereinstimmung mit den Empfehlungen bei anderen Arten von Krankheiten, insbesondere die der Atemwege [114-116], Kontaktlinsen-Träger mit COVID-19-Erkrankung keine Kontaktlinsen tragen. Während dieser Zeit soll das Tragen von Kontaktlinsen unterbrochen und auf die Brille zurückgegriffen werden.

## **OFFENLEGUNG MÖGLICHER WIDERSTREBENDER INTERESSEN**

Lyndon Jones und Karen Walsh sind Angestellte des Centre for Ocular Research & Education (CORE) der Universität von Waterloo, Kanada. Im Verlauf der letzten 3 Jahre erhielt CORE Forschungsgelder und Vortragshonorare der folgenden Unternehmen: Alcon, Allergan, CooperVision, GL Chemtec, iMed Pharma, Johnson & Johnson Vision Care, Lubris, Menicon, Nature's Way, Novartis, Ote, PS Therapy, Safilens, Santen, Shire, SightGlass und Visioneering.

Lyndon Jones ist als Berater tätig und/oder ist Mitglied beratender Gremien für: Alcon, CooperVision, Johnson & Johnson Vision Care, Novartis und Ophtecs.

Karen Walsh erhielt Honorare von Alcon, CooperVision und Johnson & Johnson.

Mark Willcox ist beratend tätig für Johnson & Johnson Vision Care, CooperVision und Ophtecs. In den vergangenen drei Jahren erhielt er Forschungsgelder oder Honorare von: Alcon, Allergan, CooperVision, Ophtecs, Australian Biotechnologies, Lumicare, Botanix und EcoAid.

Philip Morgan ist Director von Eurolens Research an der Universität von Manchester. In den vergangenen drei Jahren erhielt Eurolens Research Forschungsgelder oder Honorare von: Alcon, AMCo, CooperVision, Essilor, Johnson & Johnson Vision, Menicon, RB, Shire und Ultravision.

Jason Nichols nennt: Alcon (Forschung, Beratung), Bruder Healthcare (Forschung; Beratung durch Lebenspartner), Allergan (Beratung durch Lebenspartner, Forschung durch Lebenspartner), Kala pharmaceuticals (Forschung durch Lebenspartner, Beratung durch Lebenspartner), Olympic Ophthalmics (Beratung), Shire (Beratung), Johnson and Johnson Vision Care (Forschung), Sun Pharmaceuticals (Beratung durch Lebenspartner), ScienceBased Health (Beratung durch Lebenspartner), Oyster Point (Beratung durch Lebenspartner), Sight Sciences (Beratung durch Lebenspartner), Silk Technologies (Beratung durch Lebenspartner), Topivert (Beratung durch Lebenspartner), TearSolutions (Forschung durch Lebenspartner), Tearfilm Innovations (Lebenspartner hält Aktien oder andere Beteiligungen).

## QUELLEN / REFERENZEN:

- [1] G. Miller, Researchers are tracking another pandemic, too—of coronavirus mis- information, (2020) Accessed 24 Mar 2020 <https://www.sciencemag.org/news/2020/03/researchers-are-tracking-another-epidemic-too-misinformation>.
- [2] C. Wu, Y. Liu, Y. Yang, P. Zhang, W. Zhong, Y. Wang, Q. Wang, Y. Xu, M. Li, X. Li, Zheng, L. Chen, H. Li, Analysis of therapeutic targets for SARS-CoV-2 and discovery of potential drugs by computational methods, *Acta Pharmaceutica Sinica B* In press (2020).
- [3] Y. Chen, Y. Guo, Y. Pan, Z.J. Zhao, Structure analysis of the receptor binding of 2019-nCoV, *Biochem Biophys Res Commun* In press (2020).
- [4] L. Perico, A. Benigni, G. Remuzzi, Should COVID-19 Concern Nephrologists? Why and to What Extent? The Emerging Impasse of Angiotensin Blockade, *Nephron* (2020) 1–9.
- [5] J.H. Diaz, Hypothesis: angiotensin-converting enzyme inhibitors and angiotensin receptor blockers may increase the risk of severe COVID-19, *J Travel Med* In press (2020).
- [6] A.J. White, S.C. Cheruvu, M. Sarris, S.S. Liyanage, E. Lumbers, J. Chui, D. Wakefield, P.J. McCluskey, Expression of classical components of the renin- angiotensin system in the human eye, *J Renin Angiotensin Aldosterone Syst* 16 (1) (2015) 59–66.
- [7] Y. Peng, Y.H. Zhou, Is novel coronavirus disease (COVID-19) transmitted through conjunctiva? *J Med Virol* In press (2020).
- [8] M. Holappa, H. Vapaatalo, A. Vaajanen, Many Faces of Renin-angiotensin System - Focus on Eye, *Open Ophthalmol J* 11 (2017) 122–142.
- [9] A. Sharma, D.I. Bettis, J.W. Cowden, R.R. Mohan, Localization of angiotensin converting enzyme in rabbit cornea and its role in controlling corneal angiogenesis in vivo, *Mol Vis* 16 (2010) 720–728.
- [10] I. Seah, R. Agrawal, Can the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Affect the Eyes? A Review of Coronaviruses and Ocular Implications in Humans and Animals, *Ocul Immunol Inflamm* (2020) 1–5.
- [11] K.R. Steele, L. Szczotka-Flynn, Epidemiology of contact lens-induced infiltrates: an updated review, *Clin Exp Optom* 100 (5) (2017) 473–481.
- [12] F. Stapleton, L. Keay, K. Edwards, B. Holden, The epidemiology of microbial keratitis with silicone hydrogel contact lenses, *Eye Contact Lens* 39 (1) (2013) 79–85.
- [13] F. Stapleton, L. Keay, K. Edwards, T. Naduvilath, J.K. Dart, G. Brian, B.A. Holden, The incidence of contact lens-related microbial keratitis in Australia, *Ophthalmology* 115 (10) (2008) 1655–1662.
- [14] J.K. Dart, C.F. Radford, D. Minassian, S. Verma, F. Stapleton, Risk factors for microbial keratitis with contemporary contact lenses: a case-control study, *Ophthalmology* 115 (10) (2008) 1647–1654 1654 e1-3.
- [15] K.H. Cheng, S.L. Leung, H.W. Hoekman, W.H. Beekhuis, P.G. Mulder, A.J. Geerards, A. Kijlstra, Incidence of contact-lens-associated microbial keratitis and its related morbidity, *Lancet* 354 (9174) (1999) 181–185.
- [16] O.D. Schein, R.J. Glynn, E.C. Poggio, J.M. Seddon, K.R. Kenyon, The relative risk of ulcerative keratitis among users of daily-wear and extended-wear soft contact lenses. A case-control study. Microbial Keratitis Study Group, *N Engl J Med* 321 (12) (1989) 773–778.
- [17] A.A. Azari, N.P. Barney, Conjunctivitis: a systematic review of diagnosis and treatment, *JAMA* 310 (16) (2013) 1721–1729.
- [18] J. Xia, J. Tong, M. Liu, Y. Shen, D. Guo, Evaluation of coronavirus in tears and conjunctival secretions of patients with SARS-CoV-2 infection, *J Med Virol* In press (2020).
- [19] I. Jun, D.E. Anderson, A.E. Kang, L.-F. Wang, P. Rao, B.E. Young, D.C. Lye, R. Agrawal, Assessing Viral Shedding and Infectivity of Tears in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Patients, *Ophthalmology* In press (2020).
- [20] W.J. Guan, Z.Y. Ni, Y. Hu, W.H. Liang, C.Q. Ou, J.X. He, L. Liu, H. Shan, C.L. Lei, D.S.C. Hui, B. Du, L.J. Li, G. Zeng, K.Y. Yuen, R.C. Chen, C.L. Tang, T. Wang, P.Y. Chen, J. Xiang, S.Y. Li, J.L. Wang, Z.J. Liang, Y.X. Peng, L. Wei, Y. Liu, Y.H. Hu, P. Peng, J.M. Wang, J.Y. Liu, Z. Chen, G. Li, Z.J. Zheng, S.Q. Qiu, J. Luo, C.J. Ye, S.Y. Zhu, N.S. Zhong, C. China Medical Treatment Expert Group for, Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China, *N Engl J Med* In press (2020).
- [21] D. Bonn, SARS virus in tears? *Lancet Infect Dis* 4 (8) (2004) 480.
- [22] W.M. Chan, K.S. Yuen, D.S. Fan, D.S. Lam, P.K. Chan, J.J. Sung, Tears and conjunctival scrapings for coronavirus in patients with SARS, *Br J Ophthalmol* 88 (7) (2004) 968–969.
- [23] S.C. Loon, S.C. Teoh, L.L. Oon, S.Y. Se-Thoe, A.E. Ling, Y.S. Leo, H.N. Leong, The severe acute respiratory syndrome coronavirus in tears, *Br J Ophthalmol* 88 (7) (2004) 861–863.

- [24] America Academy of Ophthalmology, Alert: Important coronavirus updates for ophthalmologists, AAO Alerts, (2020) Accessed 24 Mar 2020 <https://www.aaopt.org/headline/alert-important-coronavirus-context>.
- [25] [C. Sun, Y. Wang, G. Liu, Z. Liu, Role of the Eye in Transmitting Human Coronavirus: What We Know and What We Do Not Know, Preprints In press \(2020\).](#)
- [26] [H.M. Creager, A. Kumar, H. Zeng, T.R. Maines, T.M. Tumpey, J.A. Belser, Infection and Replication of Influenza Virus at the Ocular Surface, J Virol 92 \(7\) \(2018\).](#)
- [27] [S.A. Nordbo, T. Nesbakken, K. Skaug, E.F. Rosenlund, Detection of adenovirus- specific immunoglobulin A in tears from patients with keratoconjunctivitis, Eur J Clin Microbiol 5 \(6\) \(1986\) 678–680.](#)
- [28] [M. Ramchandani, M. Kong, E. Tronstein, S. Selke, A. Mikhaylova, A. Magaret, M.L. Huang, C. Johnston, L. Corey, A. Wald, Herpes Simplex Virus Type 1 Shedding in Tears and Nasal and Oral Mucosa of Healthy Adults, Sex Transm Dis 43 \(12\) \(2016\) 756–760.](#)
- [29] [J.J.L. Tan, P.K. Balne, Y.S. Leo, L. Tong, L.F.P. Ng, R. Agrawal, Persistence of Zika virus in conjunctival fluid of convalescence patients, Sci Rep 7 \(1\) \(2017\) 11194.](#)
- [30] [V. Jhanji, T.C. Chan, E.Y. Li, K. Agarwal, R.B. Vaipayee, Adenoviral keratoconjunctivitis, Surv Ophthalmol 60 \(5\) \(2015\) 435–443.](#)
- [31] [D. Garcia-Zalznak, C. Rapuano, J.D. Sheppard, A.R. Davis, Adenovirus Ocular Infections: Prevalence, Pathology, Pitfalls, and Practical Pointers, Eye Contact Lens 44 \(Suppl 1\) \(2018\) S1–S7.](#)
- [32] [A.J. Mueller, V. Klauss, Main sources of infection in 145 cases of epidemic keratoconjunctivitis, Ger J Ophthalmol 2 \(4-5\) \(1993\) 224–227.](#)
- [33] [T.J. Doyle, D. King, J. Cobb, D. Miller, B. Johnson, An outbreak of epidemic keratoconjunctivitis at an outpatient ophthalmology clinic, Infect Dis Rep 2 \(2\) \(2010\) e17.](#)
- [34] [K. Yong, M. Killerby, C.Y. Pan, T. Huynh, N.M. Green, D.A. Wadford, D. Terashita, Outbreak of Epidemic Keratoconjunctivitis Caused by Human Adenovirus Type D53 in an Eye Care Clinic - Los Angeles County, 2017, MMWR Morb Mortal Wkly Rep 67 \(48\) \(2018\) 1347–1349.](#)
- [35] [M.P. Muller, N. Siddiqui, R. Ivancic, D. Wong, Adenovirus-related epidemic keratoconjunctivitis outbreak at a hospital-affiliated ophthalmology clinic, Am J Infect Control 46 \(5\) \(2018\) 581–583.](#)
- [36] [E. Marinos, M. Cabrera-Aguas, S.L. Watson, Viral conjunctivitis: a retrospective study in an Australian hospital, Cont Lens Anterior Eye 42 \(6\) \(2019\) 679–684.](#)
- [37] [J.S. Sammons, E.H. Graf, S. Townsend, C.L. Hoegg, S.A. Smathers, S.E. Coffin, K. Williams, S.L. Mitchell, U. Nawab, D. Munson, G. Quinn, G. Binenbaum, Outbreak of Adenovirus in a Neonatal Intensive Care Unit: Critical Importance of Equipment Cleaning During Inpatient Ophthalmologic Examinations, Ophthalmology 126 \(1\) \(2019\) 137–143.](#)
- [38] [J.D. Gottsch, J.W. Froggatt 3rd, D.M. Smith, D.M. Dwyer, P. Borenstein, L.V. Karanfil, S. Vitale, M.F. Goldberg, Prevention and control of epidemic keratoconjunctivitis in a teaching eye institute, Ophthalmic Epidemiol 6 \(1\) \(1999\) 29–39.](#)
- [39] [O. Ucakhan, O. Yanik, The Use of Bandage Contact Lenses in Adenoviral Keratoconjunctivitis, Eye Contact Lens 42 \(6\) \(2016\) 388–391.](#)
- [40] [B.M. Brandt, J. Mandlblatt, P.A. Asbell, Risk factors for herpes simplex-induced keratitis: a case-control study, Ann Ophthalmol 26 \(1\) \(1994\) 12–16.](#)
- [41] [J.J. Mucci, V.M. Utz, A. Galor, W. Feuer, B.H. Jeng, Recurrence rates of herpes simplex virus keratitis in contact lens and non-contact lens wearers, Eye Contact Lens 35 \(4\) \(2009\) 185–187.](#)
- [42] [A. Hamroush, J. Welch, Herpes Simplex epithelial keratitis associated with daily disposable contact lens wear, Cont Lens Anterior Eye 37 \(3\) \(2014\) 228–229.](#)
- [43] [Herpetic Eye Disease Study Group, Psychological stress and other potential triggers for recurrences of herpes simplex virus eye infections, Herpetic Eye Disease Study Group, Arch Ophthalmol 118 \(12\) \(2000\) 1617–1625.](#)
- [44] [Centers for Disease Control and Prevention, Estimated HIV Incidence and Prevalence in the United States 2010–2016, \(2019\) Accessed 24 Mar 2020 <https://www.cdc.gov/hiv/pdf/library/reports/surveillance/cdc-hiv-surveillance-supplemental-report-vol-24-1.pdf>.](#)
- [45] [D.V. Ablashi, S. Sturzenegger, E.A. Hunter, A.G. Palestine, L.S. Fujikawa, M.K. Kim, R.B. Nussenblatt, P.D. Markham, S.Z. Salahuddin, Presence of HTLV-III in tears and cells from the eyes of AIDS patients, J Exp Pathol 3 \(4\) \(1987\) 693–703.](#)
- [46] [T. Tervo, J. Lahdevirta, A. Vaheri, S.L. Valle, J. Suni, Recovery of HTLV-III from contact lenses, Lancet 1 \(8477\) \(1986\) 379–380.](#)
- [47] [Centers for Disease Control and Prevention, HIV Transmission, \(2020\) Accessed 24 Mar 2020 <https://www.cdc.gov/hiv/basics/transmission.html>.](#)



- [48] [R.M. Amin, M.T. Dean, L.E. Zaumetzer, B.J. Poiesz, Virucidal efficacy of various lens cleaning and disinfecting solutions on HIV-I contaminated contact lenses, \*AIDS Res Hum Retroviruses\* 7 \(4\) \(1991\) 403–408.](#)
- [49] [R. Lee, E.E. Manche, Trends and Associations in Hospitalizations Due to Corneal Ulcers in the United States, 2002-2012, \*Ophthalmic Epidemiol\* 23 \(4\) \(2016\) 257–263.](#)
- [50] Centers for Disease Control and Prevention, Information from CDC's division of HIV/AIDS prevention, (2020) Accessed 22 Mar 2020 <https://www.cdc.gov/hiv/policies/dear-colleague/dcl/032020.html>.
- [51] [J. Seah, X. Su, G. Lingam, Revisiting the dangers of the coronavirus in the ophthalmology practice, \*Eye \(Lond\)\* In press \(2020\).](#)
- [52] [J. Lu, J. Cui, Z. Qian, Y. Wang, H. Zhang, Y. Duan, X. Wu, X. Yao, Y. Song, X. Li, C. Wu, X. Tang, On the origin and continuing evolution of SARS-CoV-2, \*National Science Review\* In press \(2020\).](#)
- [53] [P. Habibzadeh, E.K. Stoneman, The Novel Coronavirus: A Bird's Eye View, \*Int J Occup Environ Med\* 11 \(2\) \(2020\) 65–71.](#)
- [54] [D. Wu, T. Wu, Q. Liu, Z. Yang, The SARS-CoV-2 outbreak: what we know, \*Int J Infect Dis\* In press \(2020\).](#)
- [55] [S.P. Adhikari, S. Meng, Y.J. Wu, Y.P. Mao, R.X. Ye, Q.Z. Wang, C. Sun, S. Sylvia, S. Rozelle, H. Raat, H. Zhou, Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease \(COVID-19\) during the early outbreak period: a scoping review, \*Infect Dis Poverty\* 9 \(1\) \(2020\) 29.](#)
- [56] [H.A. Rothan, S.N. Byrareddy, The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease \(COVID-19\) outbreak, \*J Autoimmun\* In press \(2020\) 102433.](#)
- [57] World Health Organization, Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public, (2020) Accessed 24 Mar 2020 <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>.
- [58] [D. Fonn, L. Jones, Hand hygiene is linked to microbial keratitis and corneal inflammatory events, \*Cont Lens Anterior Eye\* 42 \(2\) \(2019\) 132–135.](#)
- [59] J. Feldman, How Ditching Contacts For Glasses Can Protect You From The Coronavirus, (2020) Accessed 24 Mar 2020 [https://www.huffingtonpost.ca/entry/how-ditching-contacts-for-glasses-protect-coronavirus\\_l\\_5e78e283c5b6f5b7c5489e44](https://www.huffingtonpost.ca/entry/how-ditching-contacts-for-glasses-protect-coronavirus_l_5e78e283c5b6f5b7c5489e44).
- [60] S. Weiss, Does wearing glasses help protect you against coronavirus? (2020) Accessed 24 Mar 2020 <https://nypost.com/2020/03/10/does-wearing-glasses-help-protect-you-against-coronavirus/>.
- [61] Anon, Experts do not recommend using contact lenses for coronavirus, (2020) Accessed 24 Mar 2020 <https://www.newsmaker.news/a/2020/03/experts-do-not-recommend-using-contact-lenses-for-coronavirus.html>.
- [62] World Health Organization, Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease 2019 (COVID-19), (2020) Accessed 24 Mar 2020 [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331215/WHO-2019-nCov-IPCPPE\\_use-2020.1-eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331215/WHO-2019-nCov-IPCPPE_use-2020.1-eng.pdf).
- [63] Centers for Disease Control and Prevention, Interim Infection Prevention and Control Recommendations for Patients with Suspected or Confirmed Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Healthcare Settings, COVID-19, (2020) Accessed 24 Mar 2020 <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/infection-control/control-recommendations.html>.
- [64] [S.L. Warnes, Z.R. Little, C.W. Keevil, Human Coronavirus 229E Remains Infectious on Common Touch Surface Materials, \*mBio\* 6 \(6\) \(2015\) e01697–15.](#)
- [65] [N. Ikonen, C. Savolainen-Kopra, J.E. Enstone, I. Kulmala, P. Pasanen, A. Salmela, S. Salo, J.S. Nguyen-Van-Tam, P. Ruutu, P. consortium, Deposition of respiratory virus pathogens on frequently touched surfaces at airports, \*BMC Infect Dis\* 18 \(1\) \(2018\) 437.](#)
- [66] [G. Kampf, D. Todt, S. Pfaender, E. Steinmann, Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents, \*J Hosp Infect\* 104 \(3\) \(2020\) 246–251.](#)
- [67] [S.W.X. Ong, Y.K. Tan, P.Y. Chia, T.H. Lee, O.T. Ng, M.S.Y. Wong, K. Marimuthu, Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 \(SARS-CoV-2\) From a Symptomatic Patient, \*JAMA\* In press \(2020\).](#)
- [68] [D. Pittet, B. Allegranzi, H. Sax, S. Dharan, C.L. Pessoa-Silva, L. Donaldson, J.M. Boyce, W.A.f.P.S. Who Global Patient Safety Challenge, Evidence-based model for hand transmission during patient care and the role of improved practices, \*Lancet Infect Dis\* 6 \(10\) \(2006\) 641–652.](#)
- [69] [A.E. Macias, A. de la Torre, S. Moreno-Espinosa, P.E. Leal, M.T. Bourlon, G.M. Ruiz-Palacios, Controlling the novel A \(H1N1\) influenza virus: don't touch your face!, \*J Hosp Infect\* 73 \(3\) \(2009\) 280–281.](#)
- [70] [Y.L. Kwok, J. Gralton, M.L. McLaws, Face touching: a frequent habit that has implications for hand hygiene, \*Am J Infect Control\* 43 \(2\) \(2015\) 112–114.](#)
- [71] U. Khatri, A. Agarwal, Hey, millennials and Gen Z, this isn't spring break. It's a pandemic, (2020) Accessed 24 Mar 2020 <https://www.inquirer.com/health/coronavirus/coronavirus-covid-19-millennials-spring-break-social-distancing-20200323.html>.

- [72] [F. Zeri, S.A. Naroo, Contact lens practice in the time of COVID-19, Cont Lens Anterior Eye In press \(2020\).](#)
- [73] [R.L. Chalmers, L. Keay, J. McNally, J. Kern, Multicenter case-control study of the role of lens materials and care products on the development of corneal infiltrates, Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry 89 \(3\) \(2012\) 316–325.](#)
- [74] [N. van Doremalen, T. Bushmaker, D.H. Morris, M.G. Holbrook, A. Gamble, B.N. Williamson, A. Tamin, J.L. Harcourt, N.J. Thornburg, S.I. Gerber, J.O. Lloyd-Smith, E. de Wit, V.J. Munster, Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1, N Engl J Med In press \(2020\).](#)
- [75] [P.A. Simmons, A. Tomlinson, D.V. Seal, The role of Pseudomonas aeruginosa biofilm in the attachment of Acanthamoeba to four types of hydrogel contact lens materials, Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry 75 \(12\) \(1998\) 860–866.](#)
- [76] [L.N. Subbaraman, R. Borazjani, H. Zhu, Z. Zhao, L. Jones, M.D. Willcox, Influence of protein deposition on bacterial adhesion to contact lenses, Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry 88 \(8\) \(2011\) 959–966.](#)
- [77] [D. Dutta, N. Cole, M. Willcox, Factors influencing bacterial adhesion to contact lenses, Mol Vis 18 \(2012\) 14–21.](#)
- [78] [M.D. Willcox, Microbial adhesion to silicone hydrogel lenses: a review, Eye Contact Lens 39 \(1\) \(2013\) 61–66.](#)
- [79] [G.H. Lee, J.E. Lee, M.K. Park, H.S. Yu, Adhesion of Acanthamoeba on Silicone Hydrogel Contact Lenses, Cornea 35 \(5\) \(2016\) 663–668.](#)
- [80] [J. Dantam, L.N. Subbaraman, L. Jones, Adhesion of Pseudomonas aeruginosa, Achromobacter xylosoxidans, Delftia acidovorans, Stenotrophomonas maltophilia to contact lenses under the influence of an artificial tear solution, Biofouling 36 \(1\) \(2020\) 32–43.](#)
- [81] [K.H. Chan, J.S. Peiris, S.Y. Lam, L.L. Poon, K.Y. Yuen, W.H. Seto, The Effects of Temperature and Relative Humidity on the Viability of the SARS Coronavirus, Adv Virol 2011 \(2011\) 734690.](#)
- [82] [N. van Doremalen, T. Bushmaker, V.J. Munster, Stability of Middle East respiratory syndrome coronavirus \(MERS-CoV\) under different environmental conditions, Euro Surveill 18 \(38\) \(2013\).](#)
- [83] [J.H. Teichroeb, J.A. Forrest, V. Ngai, J.W. Martin, L. Jones, J. Medley, Imaging protein deposits on contact lens materials, Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry 85 \(12\) \(2008\) 1151–1164.](#)
- [84] [A. Mann, B. Tighe, Contact lens interactions with the tear film, Experimental eye research 117 \(2013\) 88–98.](#)
- [85] [B.J. Tighe, A decade of silicone hydrogel development: surface properties, mechanical properties, and ocular compatibility, Eye Contact Lens 39 \(1\) \(2013\) 4–12.](#)
- [86] [A. Armanious, M. Aeppli, R. Jacak, D. Refardt, T. Sigstam, T. Kohn, M. Sander, Viruses at Solid–Water Interfaces: A Systematic Assessment of Interactions Driving Adsorption, Environmental Science & Technology 50 \(2\) \(2016\) 732–743.](#)
- [87] [R.P. Kowalski, C.V. Sundar-Raj, E.G. Romanowski, Y.J. Gordon, The disinfection of contact lenses contaminated with adenovirus, Am J Ophthalmol 132 \(5\) \(2001\) 777–779.](#)
- [88] [W. Heaselgrave, J. Lonnen, S. Kilvington, J. Santodomingo-Rubido, O. Mori, The disinfection efficacy of MeniCare soft multipurpose solution against Acanthamoeba and viruses using stand-alone biocidal and regimen testing, Eye Contact Lens 36 \(2\) \(2010\) 90–95.](#)
- [89] [M.D. Rohrer, M.A. Terry, R.A. Bulard, D.C. Graves, E.M. Taylor, Microwave sterilization of hydrophilic contact lenses, Am J Ophthalmol 101 \(1\) \(1986\) 49–57.](#)
- [90] [J.S. Pepose, Contact lens disinfection to prevent transmission of viral disease, The CLAO journal: official publication of the Contact Lens Association of Ophthalmologists, Inc 14 \(3\) \(1988\) 165–168.](#)
- [91] [D.R. Lazzaro, K. Abulawi, M.E. Hajee, In vitro cytotoxic effects of benzalkonium chloride on adenovirus, Eye Contact Lens 35 \(6\) \(2009\) 329–332.](#)
- [92] [C.J. Kuc, K.A. Lebow, Contact Lens Solutions and Contact Lens Discomfort: Examining the Correlations Between Solution Components, Keratitis, and Contact Lens Discomfort, Eye Contact Lens 44 \(6\) \(2018\) 355–366.](#)
- [93] [A.M. Abbey, N.Z. Gregori, K. Surapaneni, D. Miller, Efficacy of detergent and water versus bleach for disinfection of direct contact ophthalmic lenses, Cornea 33 \(6\) \(2014\) 610–613.](#)
- [94] [V.J. Smith, E.A. Dyrinda, Antimicrobial proteins: From old proteins, new tricks, Mol Immunol 68 \(2 Pt B\) \(2015\) 383–398.](#)
- [95] [J. Malaczewska, E. Kaczorek-Lukowska, R. Wojcik, A.K. Siwicki, Antiviral effects of nisin, lysozyme, lactoferrin and their mixtures against bovine viral diarrhoea virus, BMC Vet Res 15 \(1\) \(2019\) 318.](#)
- [96] [J.L. Flanagan, M.D. Willcox, Role of lactoferrin in the tear film, Biochimie 91 \(1\) \(2009\) 35–43.](#)

- [97] American Academy of Ophthalmology, Coronavirus eye safety, (2020) Accessed 24 Mar 2020 <https://www.aao.org/eye-health/tips-prevention/coronavirus-covid19-eye-infection-pinkeye>.
- [98] General Optical Council, Joint statement and advice for eye care practitioners, (2020) Accessed 24 Mar 2020 [https://www.optical.org/en/news\\_publications/Publications/joint-statement-and-guidance-on-coronavirus-covid19.cfm](https://www.optical.org/en/news_publications/Publications/joint-statement-and-guidance-on-coronavirus-covid19.cfm).
- [99] R.L. Chalmers, L. Keay, B. Long, P. Bergenske, T. Giles, M.A. Bullimore, Risk factors for contact lens complications in US clinical practices, *Optometry and vision science: official publication of the American Academy of Optometry* 87 (10) (2010) 725–735.
- [100] R.L. Chalmers, S.B. Hickson-Curran, L. Keay, W.J. Gleason, R. Albright, Rates of adverse events with hydrogel and silicone hydrogel daily disposable lenses in a large postmarket surveillance registry: the TEMPO Registry, *Invest Ophthalmol Vis Sci* 56 (1) (2015) 654–663.
- [101] R.L. Chalmers, H. Wagner, G.L. Mitchell, D.Y. Lam, B.T. Kinoshita, M.E. Jansen, K. Richdale, L. Sorbara, T.T. McMahon, Age and other risk factors for corneal infiltrative and inflammatory events in young soft contact lens wearers from the Contact Lens Assessment in Youth (CLAY) study, *Invest Ophthalmol Vis Sci* 52 (9) (2011) 6690–6696.
- [102] P.B. Morgan, N. Efron, N.A. Brennan, E.A. Hill, M.K. Raynor, A.B. Tullo, Risk factors for the development of corneal infiltrative events associated with contact lens wear, *Invest Ophthalmol Vis Sci* 46 (9) (2005) 3136–3143.
- [103] C.F. Radford, D. Minassian, J.K. Dart, F. Stapleton, S. Verma, Risk factors for nonulcerative contact lens complications in an ophthalmic accident and emergency department: a case-control study, *Ophthalmology* 116 (3) (2009) 385–392.
- [104] D.S. Lam, E. Houang, D.S. Fan, D. Lyon, D. Seal, E. Wong, G. Hong Kong Microbial Keratitis Study, Incidence and risk factors for microbial keratitis in Hong Kong: comparison with Europe and North America, *Eye (Lond)* 16 (5) (2002) 608–618.
- [105] O.D. Schein, J.J. McNally, J. Katz, R.L. Chalmers, J.M. Tielsch, E. Alfonso, M. Bullimore, D. O'Day, J. Shovlin, The incidence of microbial keratitis among wearers of a 30-day silicone hydrogel extended-wear contact lens, *Ophthalmology* 112 (12) (2005) 2172–2179.
- [106] P.B. Morgan, N. Efron, E.A. Hill, M.K. Raynor, M.A. Whiting, A.B. Tullo, Incidence of keratitis of varying severity among contact lens wearers, *Br J Ophthalmol* 89 (4) (2005) 430–436.
- [107] A.C. Gielen, E.M. McDonald, W. Shields, Unintentional home injuries across the life span: problems and solutions, *Annu Rev Public Health* 36 (2015) 231–253.
- [108] D. Devroey, V. Van Casteren, D. Walckiers, The added value of the registration of home accidents in general practice, *Scand J Prim Health Care* 20 (2) (2002) 113–117.
- [109] F. Stapleton, K. Edwards, L. Keay, T. Naduvilath, J.K. Dart, G. Brian, B. Holden, Risk factors for moderate and severe microbial keratitis in daily wear contact lens users, *Ophthalmology* 119 (8) (2012) 1516–1521.
- [110] M. Arshad, N. Carnt, J. Tan, I. Ekkeshis, F. Stapleton, Water Exposure and the Risk of Contact Lens-Related Disease, *Cornea* 38 (6) (2019) 791–797.
- [111] F. Stapleton, T. Naduvilath, L. Keay, C. Radford, J. Dart, K. Edwards, N. Carnt, D. Minassian, B. Holden, Risk factors and causative organisms in microbial keratitis in daily disposable contact lens wear, *PLoS One* 12 (8) (2017) e0181343.
- [112] N. Carnt, J.M. Hoffman, S. Verma, S. Hau, C.F. Radford, D.C. Minassian, J.K.G. Dart, Acanthamoeba keratitis: confirmation of the UK outbreak and a prospective case-control study identifying contributing risk factors, *Br J Ophthalmol* 102 (12) (2018) 1621–1628.
- [113] A.C. Randag, J. van Rooij, A.T. van Goor, S. Verkerk, R.P.L. Wisse, I.E.Y. Saelens, R. Stoutenbeek, B.T.H. van Dooren, Y.Y.Y. Cheng, C.A. Eggink, The rising incidence of Acanthamoeba keratitis: A 7-year nationwide survey and clinical assessment of risk factors and functional outcomes, *PLoS One* 14 (9) (2019) e0222092.
- [114] P. Sankaridurg, B. Holden, I. Jalbert, Adverse events and infections: Which ones and how many? in: D. Sweeney (Ed.), *Silicone hydrogels: Continuous wear contact lenses*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2004, pp. 217–274.
- [115] D. Sweeney, R. du Toit, L. Keay, I. Jalbert, P. Sankaridurg, J. Stern, C. Skotnitsky, A. Stephensen, M. Covey, B. Holden, G. Rao, Clinical performance of silicone hydrogel lenses, in: D. Sweeney (Ed.), *Silicone hydrogels: Continuous wear contact lenses*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2004, pp. 164–216.
- [116] M. Willcox, P. Sankaridurg, H. Zhu, E.B. Hume, N. Cole, T. Conibear, M. Glasson, N. Harmis, F. Stapleton, Inflammation and infection and the effects of the closed eye, in: D. Sweeney (Ed.), *Silicone hydrogels: Continuous wear contact lenses*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2004, pp. 90–125.