

die **KONTAKT LINSE**

Die kontaktologische Fachzeitschrift

5/2020



MITTEILUNGSORGAN DER VDCO
VEREINIGUNG DEUTSCHER
CONTACTLINSENSPEZIALISTEN
UND OPTOMETRISTEN e.V.

54. Jahrgang
www.kon-online.de



**Mit Vollgas zurück
in die Zukunft.**

Lassen Sie uns zusammen
durchstarten. Mit massgefertigten
Premium-Contactlinsen in
höchster Schweizer Präzision.

www.galifa.swiss
info@galifa.swiss

Kontaktlinsenhygiene

Antje Brenner¹

Die Verträglichkeit von Kontaktlinsen hängt vor allem auch vom Hygieneverhalten des Kontaktlinsenträgers ab. Zur Kontaktlinsenhygiene gehören neben vielen anderen Punkten vor allem das Händewaschen und die Kontaktlinsenbehälterpflege. Ziel muss es sein, die Kontaktlinsenträger auf mögliche Fehlverhalten aufmerksam zu machen und über deren Folgen aufzuklären, um solche Verhalten zu minimieren.

Schlüsselwörter | Kontaktlinsenhygiene, Kontaktlinsenbehälterpflege, Handyhygiene, kontaktlinsenbedingte Komplikationen

The compatibility of contact lenses strongly depends on the hygiene behavior of the contact lens wearer. In addition to many other points, contact lens hygiene includes hand washing and contact lens case care. The aim must be to make contact lens wearers aware of possible misconduct and to minimize them.

Key words | contact lens hygiene, contact lens case care, hand hygiene, contact lens related complications

¹M. Sc. Augenoptik/Optometrie

Eine häufige Ursache für Komplikationen mit Kontaktlinsen ist ein absichtliches oder unabsichtliches Fehlverhalten sowie fehlende oder unzureichende Kontaktlinsenhygiene durch den Kontaktlinsenträger. Die Verträglichkeit von Kontaktlinsen hängt stark von dem Verhalten des Kontaktlinsenträgers mit ab. Zur Vermeidung von kontaktlinsenbedingten Komplikationen wie zum Beispiel einer mikrobiellen Keratitis ist es wichtig, dass ein Kontaktlinsenträger stets verantwortungsbewusst mit seinen Kontaktlinsen und Augen umgeht. Die Grundlage für einen verantwortungsbewussten Umgang legt der Kontaktlinsenanpasser/-berater im direkten Gespräch mit dem Kontaktlinsenträger.

Die Kontaktlinsenhygiene beinhaltet unter anderem die folgenden Punkte:

- **Händewaschen**
- **Kontaktlinsenreinigung**
 - Verwendung von Wasser
 - Anwendung von Pflegemittel
- **Kontaktlinsenbehälterpflege**
 - Reinigung des Kontaktlinsenbehälters
 - Austauschintervall des Kontaktlinsenbehälters

Das Händewaschen

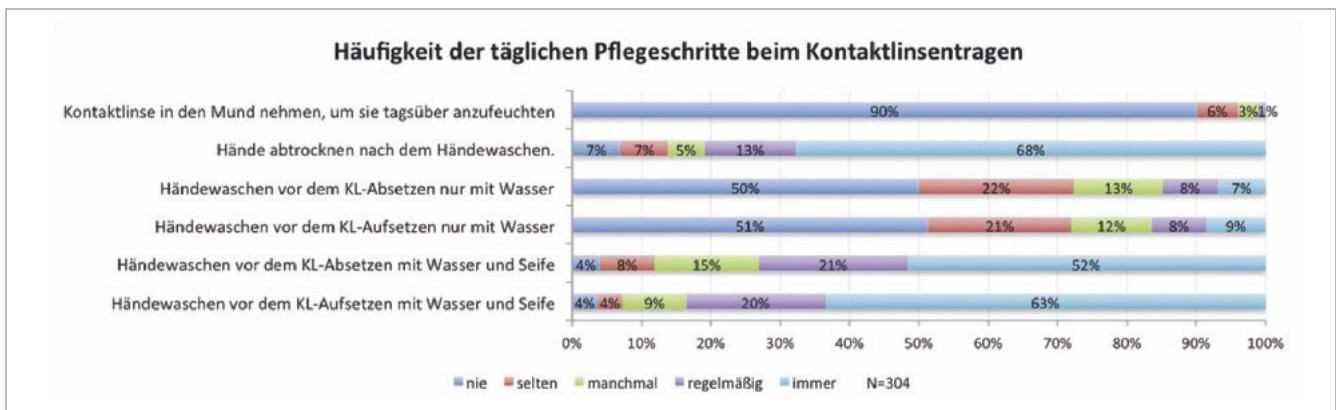
Besonders in den Herbst-/Wintermonaten wird der Bevölkerung eine besondere Handhygiene ans Herz gelegt, um die Gefahr einer Übertragung von Krankheitserregern zu minimieren. Organisationen wie die Weltgesundheitsorganisation oder Global Handwashing Partnership sagen nicht ohne Grund: „*Handwashing with soap is an easy, effective, and affordable do-it-yourself protection that prevents infections and saves lives.*“

Händewaschen spielt auch eine zentrale Rolle bei der Kontaktlinsenhygiene. Eine Vielzahl von Keimen werden durch die eigene Haut auf die Kontaktlinse übertragen. Schlechtes Händewaschen ist ein Risikofaktor für die mikrobielle Keratitis.¹

Es gibt signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Handwaschmethoden. Dabei wird das „normale“ Händewaschen und das „professionelle“ Händewaschen (zum Beispiel empfohlen von der WHO) mit „keinem“ Händewaschen verglichen. Das „normale“ Händewaschen (so wie es die normale Bevölkerung durchführt) dauerte ca. 11 Sekunden im Vergleich zu ca. 40 Sekunden beim „professionellen“ Händewaschen (vorgeschrieben zum Beispiel bei Ärzten, Krankenschwestern). Die „professionelle“ Handwaschtechnik entfernte ca. doppelt so viele Lipide von der Handfläche wie die „normale“ Handwaschtechnik.²

Elaine Larson³ wies mit ihrer Studie darauf hin, dass keine Handwaschtechnik sofort wirksam wird. Die Probanden wurden mit antimikrobieller Flüssigseife (28 %) und nichtantimikrobielle Flüssigseife (72 %) ausgestattet. Interessant war, dass am Anfang der Studie kein signifikanter Unterschied zwischen der Keimanzahl vor dem Händewaschen zu nach dem Händewaschen bestand, unabhängig davon, welche Seife verwendet wurde. Es bedurfte mehrere Wochen oder Monate, um die Mehrzahl der Mikroorganismen (dauerhaft) von den Händen zu entfernen. Dies assoziierte, dass richtiges Händewaschen trainiert werden muss. In Bezug auf die Verwendung verschiedener Seifen ergab sich auch nach einem Jahr kein signifikanter Unterschied auf die Minimierung der Keimanzahlen.

Grundsätzlich kann man sagen, dass die Mehrzahl der Kontaktlinsenträger sich regelmäßig die Hände vor der Kontaktlinsenhandhabung wäscht. Bei der deutschen Studie um Brenner et al.⁴ wuschen sich 63 % der Befragten immer die Hände mit Wasser und Seife und 20 % regelmäßig die Hände, vor dem Aufsetzen ihrer Kontaktlinsen. Leider sinkt dieser Wert vor dem Absetzen der Kontaktlinsen auf nur 52 % (immer) und 21 % (regelmäßig) (Bild 1). Auch die US-Compliance-Studie von Dumbleton et al.⁵ bestätigte, dass sich Kontaktlinsenträger seltener die Hände vor dem Absetzen der Kontaktlinsen waschen



▲ Bild 1 | Häufigkeit der täglichen Pflegeschritte beim Kontaktlinsentragen

(70 % vor dem Aufsetzen, 62 % vor dem Absetzen). Die Studie um Wagner et al.⁶ bestätigt ebenfalls diese Ergebnisse. Zudem kamen sie zu dem Schluss, dass sich 18- bis 25-jährige signifikant seltener die Hände vor dem Aufsetzen waschen ($p < .05$) als ältere Kontaktlinsenträger (26- bis 33-jährige). Kontaktlinsenträger, die es versäumen, die Hände vor der Handhabung mit ihren Kontaktlinsen zu waschen, haben eine um fünf Mal höhere Wahrscheinlichkeit einer Kontamination der Kontaktlinsen und des Behälters.⁷

Zahlreiche geeignete Kundeninformationen für die eigenen Anpassräume finden sich unter <https://www.who.int/infection-prevention/tools/hand-hygiene/en/>.

Kontaktlinsenbehälterpflege/Austauschintervall von Behälter

Eine Kontamination der Kontaktlinsenbehälter – insbesondere die Bildung von Biofilmen – kann zur Entstehung einer kontaktlinsenspezifischen mikrobiellen Keratitis führen.¹⁶ Kontaktlinsenbehälter erhalten die geringste Reinigungsaufmerksamkeit und sind die häufigsten und am stärksten kontaminierten Gegenstände im Vergleich zu anderem Kontaktlinsenzubehör.⁸ Die mikrobielle Kontamination der Kontaktlinsenbehälter wird mit relativ seltenen, aber verheerenden mikrobiellen Keratitiden und einer relativ verbreiteten sterilen Hornhautentzündung assoziiert.⁹ Kontaminationen scheinen unabhängig von der Kontaktlinsenart zu sein.¹⁰ Eine Verbesserung der korrekten Behälterpflege wird dadurch erschwert, dass Instruktionen zwischen Herstellern und Anpassern stark variieren.

Auch die Richtlinien ändern sich mit der Zeit. In den 90er-Jahren betrug die angegebene Behälterkontamination mit Acanthamoeba etwa 8 %.^{11,12} Acanthamoeba Keratitis ist eine Unterart der mikrobiellen Keratitis. Während die Inzidenz der Acanthamoeba Keratitis gering ist,^{13,14} werden bis zu 93 % aller kontaktlinsenbedingten mikrobiellen Keratitiden durch Bakterien verursacht, am häufigsten durch gram-negativ Bakterien und *Pseudomonas aeruginosa* im Besonderen.¹³ Anschließend empfohlen viele Studien, die Behälter mit sehr heißem Wasser ($> 70^\circ\text{C}$) auszuspülen, um die Acanthamoeba- und bakterielle Kontamination¹⁵ zu minimieren. Allerdings empfehlen moderne Richtlinien mittlerweile, kein Leitungswasser mehr zu verwenden.

Yung et al.⁸ untersuchten die Kontamination von Kontaktlinsen, Pflegemittellösungen und Kontaktlinsenbehältern. Sie fanden heraus, dass fast alle Probanden mit kontaminierten Kon-

taktlinsenbehältern auch kontaminierte Kontaktlinsen oder Pflegemittellösungen hatten. Dies deutet darauf hin, dass eine Kreuzkontamination zwischen dem Behälter und den Kontaktlinsen und/oder zwischen Kontaktlinsenbehälter und Pflegemittellösung besteht. Im Gegensatz zur Kontamination der Kontaktlinsen, die meist ausschließlich bakteriell ist,¹⁷ besteht die Kontamination der Behälter aus einer Mischung verschiedener Arten von Organismen wie Bakterien¹¹, Viren¹⁸, Pilzen¹² und Protozoen¹⁷. Die Studie um Wu et al.¹⁹ belegt, dass 77 % der Kontaktlinsenbehälter mit Bakterien und 8 % mit Acanthamoeben kontaminiert sind.

Die bakterielle Vielfalt von Kontaktlinsenbehältern symptomatischer Kontaktlinsenträger korreliert mit der Schwere der Erkrankung und der repräsentierten Sehschärfe.¹⁶ Die bakterielle Vielfalt ist größer als die von asymptomatischen Kontaktlinsenträgern. Dies deutet darauf hin, dass nicht nur das Niveau der mikrobiellen Belastung entscheidend für die Irritation der Krankheit ist, sondern auch, dass die Vielfalt der Kontamination ein kritischer Risikofaktor für kontaktlinsenbedingte unerwünschte Ereignisse sein könnte.

Studien haben gezeigt, dass auch die Durchführung empfohlener Anweisungen nicht unbedingt kontaminierungsfreie Kontaktlinsenbehälter gewährleistet.^{20,21} Diese Daten deuten darauf hin, dass andere Faktoren als das Hygieneverhalten für die mikrobielle Kontamination verantwortlich sein könnten. Tatsächlich haben in vivo und in vitro-Studien mikrobielle Faktoren, wie die Bildung von Biofilmen^{11, 22, 23} und die mikrobielle Resistenz²⁴ mit einer anhaltenden mikrobiellen Kontamination von Kontaktlinsenbehältern in Verbindung gebracht.

Biofilmbildung in Kontaktlinsenbehältern

Kontaktlinsenbehälter stellen eine vorteilhafte Umgebung für die Biofilmbildung dar. Die gefundenen Biofilme in den Kontaktlinsenbehältern waren dicker als auf den Kontaktlinsen.²³ Bakterieller Biofilm kann als strukturierte Gemeinschaft von Bakterienzellen definiert werden. Es ist möglich, dass während des Aufsetzens und Absetzens der Kontaktlinsen Bakterien über die Finger in den Behälter übertragen werden können. Sobald Bakterien in den Kontaktlinsenbehälter gelangen, können sie an der Oberfläche der Vertiefungen haften und von einem planktonischen (frei schwebenden) Phänotyp, auf einen festgewachsene Biofilm-Phänotyp in Reaktion auf eine Nähstoffumgebung, umschalten.²⁵ Bakterien haften anfänglich an einer Oberfläche durch schwache reversible Bindungen, sogenannte

van-der-Waals-Kräfte. Anfänglich kann der Biofilm aufgrund der lockeren Befestigungsleistung von Zellen leicht entfernt werden. Jedoch wird die Haftung zwischen diesen mikrobiellen Zellen und der Oberfläche des Kontaktlinsenbehälters mit der Zeit persistenter. Die Bakterien erleichtern die Befestigung anderer Pathogene durch Verankerung unter Verwendung von Zelladhäsionsproteinmolekülen auf ihrer Oberfläche. Sie beginnen eine Matrix zu produzieren, die den Biofilm zusammenhält. Es wurde bestätigt, dass ein geringerer Stoffwechsel von Biofilmbakterien zu einer erhöhten Resistenz gegenüber Antibiotika und Desinfektionsmittel beiträgt.^{26,27} Die Verwendung von Elektromikroskopie- und Lichtmikroskopietechniken bestätigt, dass die Biofilmbildung im Kontaktlinsenbehälter bei Kontaktlinsenträgern mit einer mikrobiellen Keratitis stattfindet.²³ Auch nach der Einführung von Kombi-Desinfektionslösungen blieb die Rate der Kontaktlinsenverschmutzungen gleich hoch, obwohl erwartet wurde, dass diese Rate sinken müsste.

Wo ist die Kontamination zu finden?

In der Studie um Kuzman et al.²⁸ war bei 42 % der Teilnehmer der Kontaktlinsenbehälter kontaminiert. Die Kontamination bestand zu 40 % mit Bakterien, 6 % mit Pilzen, 4 % mit einem Mix aus Bakterien und Pilzen und 0 % mit Acanthamoeba. 23 % der Kontamination befand sich innerhalb des Behälters, 39 % befanden sich am Behälterrand. Dies könnte damit erklärt werden, dass im Inneren die Lösung alles desinfiziert. Der Rand jedoch wird nur selten abgerieben oder ausreichend gespült, sodass er anfälliger wird für eine größere Kontamination. Die bakterielle Kontamination war signifikant abhängig vom Alter des Kontaktlinsenbehälters ($p < .001$).

Peroxid-/Kombilösungen

Es ist schwierig festzustellen, ob ein Reinigungssystem besser als die Anderen arbeitet, da die antimikrobielle Wirksamkeit der aktiven Bestandteile und die Formulierung des Systems von dem mikrobiellen Stamm und dem Phänotyp abhängig sein kann. Die Kontamination scheint jedoch unabhängig von der Pflegemittelart zu sein, und es ist bewiesen, dass die Bildung von Biofilmen im Kontaktlinsenbehälter den Effekt der Desinfektionslösungen reduziert.¹⁹

Kontaktlinsenbehälteraustauschintervall

Das Alter des Kontaktlinsenbehälters wurde als besonders auffälliger Faktor mit der mikrobiellen Kontamination identifiziert. Behälter, die neun Monate oder älter sind, haben den höchsten Anteil an Proteinen und alten Körperzellen.²⁹ Die Studie von Lakkis et al.⁷ hat gezeigt, dass sich die Kontamination der Kontaktlinsenbehälter auch nach zweiwöchigem Gebrauch schon schnell entwickeln kann. In Behältern, die innerhalb von drei Monaten ausgetauscht wurden, fand sich eine deutlich geringere Kontamination als bei älteren Behältern. 60 % der sterilen Behälter werden regelmäßig ausgetauscht, aber nur 35 % der kontaminierten Kontaktlinsenbehälter.²⁸ Dies steht im Einklang mit dem epidemiologischen Befund, dass bei Kontaktlinsenbehälter, die seltener als alle sechs Monate ausgetauscht werden, ein höheres Maß an mäßigen bis schweren mikrobiellen Keratitiden besteht.^{31,32} Dies weist auf die Notwendigkeit eines häufigen Austausches der Kontaktlinsenbehälter hin. Laut der Studie von Brenner et al.⁴ wechseln 62 % der Befragten regelmäßig ihren Kontaktlinsenbehälter (Bild 2). Diese

Zahlen werden durch andere Studien bestätigt.⁵ Erstaunlich ist der Fakt, dass Kontaktlinsenträger die Kontakt zu einem Spezialisten haben, in Form einer Anpassung ($p < .01$), regelmäßiger Nachkontrolle ($p < .01$), ein KL-Abo haben ($p < .01$) oder ihre Kontaktlinsen von einem Spezialisten beziehen ($p < .05$), eine signifikant bessere Behälterhygiene aufweisen, als jene die diesen Kontakt nicht haben (zum Beispiel Internet- und Drogeriekäufer).⁴ Bui et al.⁴⁴ erfassen in ihrer Studie, dass 79 % der Befragten nach einer Komplikation den Kontaktlinsenbehälter ersetzen. Nach einer Komplikation tauschten Kontaktlinsenträger ihren Kontaktlinsenbehälter 3,34-mal häufiger.

Erfahrung der Kontaktlinsenträger mit Kontaktlinsen

Innerhalb der ersten beiden Jahre, erfolgt eine rasche Absenkung der Konformität und eine langsamere Verschlechterung der Hygieneeinhaltung.³⁴ Eine neuere Studie stützt ebenfalls diese Ergebnisse. Dabei hatten Kontaktlinsenträger mit mehr als zwei Jahren Erfahrung mit Kontaktlinsen eine höhere Kontamination als diejenigen, die ihre Kontaktlinsen weniger als zwei Jahre trugen.³⁵

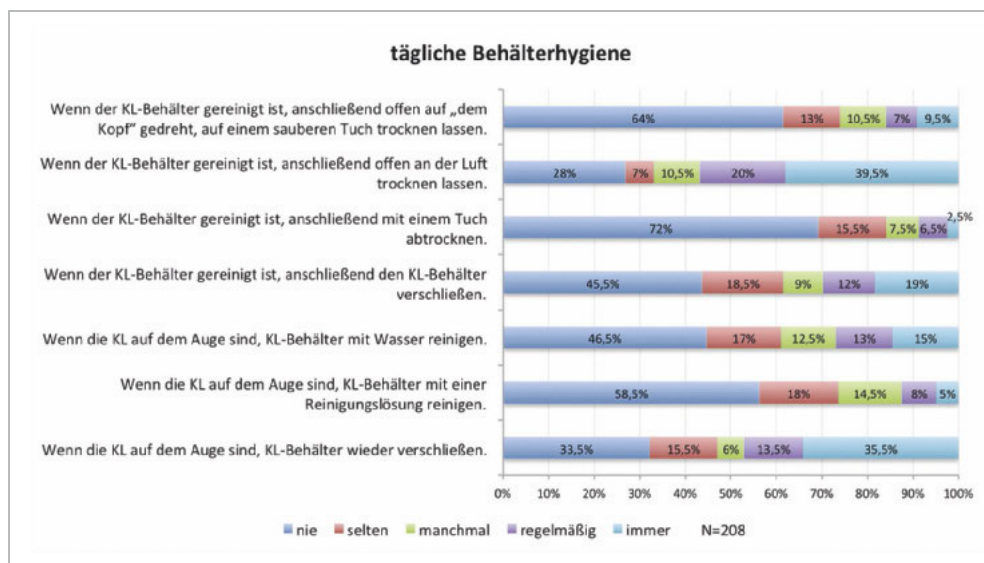
Wie kann man die Kontamination vermeiden?

Die amerikanische Arzneisicherheitsbehörde FDA hat nur begrenzte Informationen über Kontaktlinsenbehälterhygiene. Die Food and Drug Administration³⁶ empfiehlt, die Behälter mit einer Desinfektionslösung zu spülen, an der Luft zu trocknen und nach drei bis sechs Monaten nach Gebrauch zu ersetzen. Verschieden Hersteller empfehlen, Kontaktlinsenbehälter mit einer Desinfektionslösung zu spülen und anschließend, ohne Angabe der Position, an der Luft zu trocknen.¹⁹ Das empfohlene Austauschintervall reicht von einem bis sechs Monaten.

Der effektivste Weg, die Bildung von Biofilmen im Kontaktlinsenbehälter zu reduzieren, ist das Reiben, Spülen mit Pflegemittellösung und das Abtrocknen des Behälters mit einem Tuch,^{37,38,39} unabhängig vom Pflegemittel und dem Typ des Kontaktlinsenbehälters.^{38,40} Das Abspülen und die Lufttrocknung allein sind möglicherweise nicht ausreichend: Das Ausreiben erwies sich als wesentlich effektiver für das Ablösen des Biofilms aus den Kontaktlinsenbehältern, und das Abtrocknen hilft dabei, überschüssige Flüssigkeit aus dem Kontaktlinsenbehälter zu entfernen. Das Abtrocknen der Behälter mit einem Papiertuch verringert ebenfalls signifikant die Anzahl an adhären-



▲ Bild 2 | Austauschintervall Kontaktlinsenbehälter



◀ Bild 3 | Häufigkeit der einzelnen Pflegeschritte bei der Behälterhygiene

renten *Acanthamoeba*.⁴¹ Die jüngste Studie von Vijay et al.⁴² bestätigt, dass der zusätzliche Schritt des Ausreibens des Behälters mit einem Tuch in Verbindung mit Lufttrocknung, zur signifikanten Verringerung ($p < .001$) der bakteriellen Kontamination führte. Der Behälter sollte dabei „auf dem Kopf gedreht“ werden, um eine Verschmutzung über die Luft zu vermeiden. Zahlreiche Studien belegen, dass die Kontaktlinsenbehälterpflege durch den Kontaktlinsenträger durchweg unzureichend ist.^{5,29,43} Leider bestätigt dies auch die deutsche Compliance-Studie von Brenner et al.⁴ 62 % der Kontaktlinsenträger, die eine Peroxidlösung nutzten und 33 %, die eine Kombilösung nutzten, gaben in dieser Studie an, ihre Kontaktlinsenbehälter nach der Reinigung offen an der Luft trocknen zu lassen. Nur neun Prozent lagerten nach der Reinigung ihren Kontaktlinsenbehälter offen auf „dem Kopf“ gedreht, auf einem sauberen Tuch (Küchenrolle) zum Trocknen. Nur 2,5 % trockneten ihren Behälter nach der Reinigung mit einem trocknen Tuch ab. Sechs Prozent der Peroxidlösung-Nutzer und 21 % der Kombilösung-Nutzer verschlossen nach der Reinigung ihren Kontaktlinsenbehälter. 18 % der Peroxidlösung-Nutzer und 14 % der Kombilösung-Nutzer verwendeten zur Reinigung ihres Behälters immer fließendes Wasser. Erschreckende 18 % der Peroxidlösung-Nutzer und 37 % der Kombilösung-Nutzer reinigten ihren Behälter scheinbar nie (Bild 3).

Bewusstsein des Kontaktlinsenträgers über mögliche Komplikationen

Robertson et al.²⁹ verglichen in ihrer Studie die Auswirkungen des Bewusstseins der Kontaktlinsenträger zu kontaktlinsenbedingten Komplikationen und zugrundeliegenden Risikofaktoren auf das tatsächliche Verhalten der Kontaktlinsenträger im Umgang mit ihren Kontaktlinsen.

85 % der Kontaktlinsenträger konnten eine kontaktlinsenbedingte Komplikation mit Namen benennen. 85 % der Kontaktlinsenträger sagten von sich selbst, sie sind compliant im Umgang mit ihren Kontaktlinsen. Jedoch zeigten nur 2 % eine gute Compliance und 0,4 % eine vollständige Compliance.

Die überwiegende Mehrheit der 281 Befragten verfügte über ein solides Wissen zum richtigen Umgang mit Kontaktlinsen, vor allem bei den Aspekten Wichtigkeit der Nutzung täglich frischer

Lösung und zum allgemeinen Umgang mit Kontaktlinsen. Die Faktoren vorhandene Lösung auffüllen, Nutzung von Leitungswasser an den Kontaktlinsen und Nichteinhaltung der Hygiene konnte von den Befragten als Risiko für kontaktlinsenbedingte Komplikationen benannt werden, jedoch fehlte es an Wissen, zu welchem Ausmaß die Komplikationen führen können.

Man findet eine höhere Einhaltung der Kontaktlinsehigiene bei Kontaktlinsenträgern mit jahrelanger Schulung.⁴⁵ Dabei sollten alle Wege der Kommunikation eingesetzt werden: hierzu gehört: schriftlich, mündlich, Bilder, eigene Zeichnungen und Vieles mehr. Geschlecht, Alter und Anpasser-Wahrnehmung sind keine Einflussgrößen. Jüngere Patienten und solche mit Refraktionswerte $> \pm 5,00$ dpt zeigen häufigere kontaktlinsenbedingte Komplikationen.⁴⁵ Wenn keine signifikanten Symptome zu Beginn des Linsentragens aufgrund falscher Anwendung auftreten, verfestigt sich dieses falsche Verhalten. Eine Verbesserung der Hygienepraxis erreichen wir ausschließlich durch effektive und wiederholende Kommunikation.



Die Autorin

Antje Brenner, MSc Augenoptik/Optomietrie, leitet die Geschäftsstelle der VDCO e.V. seit 2017. Zuvor hat sie ihren Master of Science Augenoptik/Optomietrie an der Beuth Hochschule für Technik in Berlin abgeschlossen. In ihrer Masterarbeit hat sie die Compliance von deutschen Kontaktlinsenträgern untersucht. Ihr Praxissemester absolvierte sie bei Lenticon Contactlinsen in Heidelberg. Vor dem Studium hatte sie die Leitung der Kontaktlinse bei der Fielmann AG Berlin inne. Bereits während des Studiums hat sie die VDCO als studentische Mitarbeiterin unterstützt und war auch weiterhin als Kontaktlinsenanpasserin tätig.

Literatur

- 1 Radford CF., Minassian D., Dart J., et al. (2009). Risk Factors for Nonulcerative Contact Lens Complications in an Ophthalmic Accident and Emergency Department. A Case-Control Study. *Ophthalmol.* 116(3):385–392.
- 2 Campbell D., Mann A., Hunt O., et al. (2012). The significance of hand wash compliance on the transfer of dermal lipids in contact lens wear. *Contact Lens Anterior Eye* 35(2):71–76.
- 3 Larson E., Aiello A., Lee L V., et al. (2003). Short- and long-term effects of handwashing with antimicrobial or plain soap in the community. *J. Community Health* 28(2):139–150.
- 4 Brenner A. (2017). Entwicklung und Validierung eines Screening-Verfahrens zur Bestimmung der Compliance in der Kontaktoptik. Beuth Hochschule für Technik. Unveröffentlicht.
- 5 Dumbleton K., Spafford MM., Sivak A., et al. (2013). Exploring Compliance: A Mixed-Methods Study of Contact Lens Wearer Perspectives. *Optom. Vis. Sci.* 90(8):898–908.
- 6 Wagner H., Richdale K., Mitchell GL., et al. (2014). Age, Behavior, Environment, and Health Factors in the Soft Contact Lens Risk Survey. *Optom. Vis. Sci.* 91(3):252–261.
- 7 Lakkis C., Anastasopoulos F., Terry C., et al. (2009). Time Course of the Development of Contact Lens Case and Contact Lens Contamination. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 50(13):6352.
- 8 Yung MS., Boost MV., Cho P., et al. (2007). The effect of a compliance enhancement strategy (self-review) on the level of lens care compliance and contamination of contact lenses and lens care accessories. *Clin. Exp. Optom.* 90(3):190–202.
- 9 Bates AK., Morris RJ., Stapleton F., et al. (1989). 'Sterile' corneal infiltrates in contact lens wearers. *Eye* 1989;3(6):803–810.
- 10 Willcox MD., Carnt N., Diec J., et al. (2010). Contact lens case contamination during daily wear of silicone hydrogels. *Optom. Vis. Sci.* 87(7):456–464.
- 11 Gray TB., Cursons RT., Sherwan JF., et al. (1995). Acanthamoeba, bacterial, and fungal contamination of contact lens storage cases. *Br. J. Ophthalmol.* 79(6):601–5.
- 12 Larkin DFP., Kilvington S., Easty DL. (1990). Contamination of contact lens storage cases by Acanthamoeba and bacteria. *Br. J. Ophthalmol.* 74:133–135.
- 13 Stapleton F., Keay LJ., Sanfilippo PG., et al. (2007). Relationship between climate, disease severity, and causative organism for contact lens-associated microbial keratitis in Australia. *American Journal of ophthalmology* 144(5):690–698.
- 14 Butler TKH., Males JJ., Robinson LP., et al. (2005). Six-year review of Acanthamoeba keratitis in New South Wales, Australia: 1997–2002. *Clin. Exp. Ophthalmol.* 33(1):41–46.
- 15 Larragoiti ND., Diamos ME., Simmons PA., et al. (1994). A comparative study of techniques for decreasing contact lens storage case contamination. *J Am Optom Assoc.* 65(3):161–3.
- 16 Wiley L., Bridge DR., Wiley LA., et al. (2012). Bacterial biofilm diversity in contact lens-related disease: Emerging role of Achromobacter, Stenotrophomonas, and Delftia. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* 53(7):3896–3905.
- 17 Willcox MD., Harmis NY., Holden BA. (2002). Bacterial populations on high-Dk silicone hydrogel contact lenses: effect of length of wear in asymptomatic patients. *Clin Exp. Optom* 85(0816–4622 (Print)):172–175.
- 18 Szczotka-Flynn LB., Pearlman E., Ghannoum M. (2010). Microbial contamination of contact lenses, lens care solutions, and their accessories: a literature review. *Eye Contact Lens* 36(2):116–29.
- 19 Wu YT., Zhu H., Harmis NY., et al. (2010) Profile and frequency of microbial contamination of contact lens cases. *Optom. Vis. Sci.* 87(3):E152–E158.
- 20 Stapleton F., Dart J., Seal DV., et al. (1995). Epidemiology of Pseudomonas aeruginosa keratitis in contact lens wearers. *Epidemiol. Infect.* 114(3):395–402.
- 21 Dart J. (1990). Contamination of contact lens storage cases. *Br. J. Ophthalmol.* 74(3):129–130.
- 22 Wilson LA., Sawant AD., Simmons RB., et al. (1990). Microbial contamination of contact lens storage cases and solutions. *Am. J. Ophthalmol.* 110(2):193–8.
- 23 McLaughlin-Borlace L., Stapleton F., Matheson M., et al. (1998). Bacterial biofilm on contact lenses and lens storage cases in wearers with microbial keratitis. *J. Appl. Microbiol.* 84(5):827–838.
- 24 Szczotka-Flynn LB., Imamura Y., Chandra J., et al. (2009). Increased resistance of contact lens-related bacterial biofilms to antimicrobial activity of soft contact lens care solutions. *Cornea* 28(8):918–926.
- 25 Dart J. (1997). The inside story: why contact lens cases become contaminated. *Contact Lens Anterior Eye* 20(4):113–118.
- 26 Drenkard E. (2003). Antimicrobial resistance of Pseudomonas aeruginosa biofilms. *Microbes Infect.* 5(13):1213–1219.
- 27 Donlan RM., Costerton JW. (2002). Biofilms: Survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin. Microbiol. Rev.* 15(2):167–193.
- 28 Zuzman T., Kutija MB., Juri J., et al. (2014). Lens wearers non-compliance-Is there an association with lens case contamination? *Contact Lens Anterior Eye* 37(2):99–105.
- 29 Robertson DM., Cavanagh HD. (2011). Non-compliance with contact-lens wear and care practices: a comparative analysis. *Optom. Vis. Sci.* 88(12):1402–1408.
- 30 Wu YT., Zhu H., Willcox M., et al. (2010). Impact of Air-Drying Lens Cases in Various locations and positions. *Optom. Vis. Sci.* 87(7):1–4.
- 31 Stapleton F., Keay L., Edwards K., et al. (2008). The incidence of contact lens-related microbial keratitis in Australia. *Ophthalmology* 10(115):1655–62.
- 32 Stapleton F., Edwards K., Keay L., et al. (2012). Risk factors for moderate and severe microbial keratitis in daily wear contact lens users. *Ophthalmology* 119(8):1516–1521.
- 34 Radford CF., Woodward EG., Stapleton F. (1993). Contact lens hygiene compliance in a university population. *J. Br. Contact Lens Assoc.* 16(3):105–111.
- 35 Wu YT., Willcox M., Zhu H., (2015). Contact lens hygiene compliance and lens case contamination: A review. *Contact Lens Anterior Eye* 38(5):307–316.
- 36 <https://www.fda.gov/medical-devices/consumer-products/contact-lenses> (Zugriff 11.03.2020 17:30Uhr)
- 37 Wu YT., Zhu H., Willcox M., et al. (2011). The effectiveness of various cleaning regimens and current guidelines in contact lens case biofilm removal. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* 52(8): 5287–5292.
- 38 Wu YT., Zhu H., Willcox M., et al. (2010). Removal of biofilm from contact lens storage cases. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* 51(12):6329–6333.
- 39 Wu YT., Zhu H., Willcox M., et al. (2011). The effectiveness of various cleaning regimens and current guidelines in contact lens case biofilm removal. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* 52(8): 5287–5292.
- 40 Wu YT., Teng YJ., Nicholas M., et al. (2011). Impact of lens case hygiene guidelines on contact lens case contamination. *Optom. Vis. Sci.* 88(10):E1180–E1187.
- 41 Boost M., Shi G-S., Cho P. (2011). Adherence of acanthamoeba to lens cases and effects of drying on survival. *Optom. Vis. Sci.* 88(6):703–7.
- 42 Vijay AK., Zhu H., Willcox M. (2020). Bacterial biofilm in silver-impregnated contact lens cases. *Contact Lens and Anterior Eye in Press*
- 43 Morgan PB., Efron N., Toshida H., et al. (2011). An international analysis of contact lens compliance. *Contact Lens Anterior Eye* 34(5):223–228.
- 44 Bui TH., Cavanagh HD., Robertson MD. (2010). Patient Compliance During Contact Lens Wear: Perceptions, Awareness, and Behavior. *Eye Contact Lens* 36(6):334–339.
- 45 McMonnies CW. (2011). Improving patient education and attitudes toward compliance with instructions for contact lens use. *Contact Lens Anterior Eye* 34(5):241–248.

Die Autorin:

Antje Brenner

E-Mail: Brenner.antje@gmail.com