

# *Eye Health Advisor*<sup>®</sup>

Ein Magazin von Johnson & Johnson Vision Care

1. Ausgabe 2012

**Häufiger  
Austausch ist besser**

von Noel A. Brennan



# INHALT

## Eye Health Advisor®

Ein Magazin von Johnson & Johnson Vision Care  
1. Ausgabe 2012

- 2 Diese Ausgabe
- 3 Einleitung
- 5 Vorteile bei der Kontaktlinsenleistung
- 11 Gesundheitlicher Nutzen
- 16 Weitere Erwägungen
- 19 Schlussfolgerungen
- 19 Noel A. Brennan
- 20 Literaturhinweise

# Diese Ausgabe

**D**iese Ausgabe des Eye Health Advisor® Newsletters behandelt die Vorteile des häufigen Austauschs weicher Kontaktlinsen und erläutert die klinischen Parameter, auf die sich das Austauschintervall auswirkt.

Weltweit bestehen große Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern, wenn es darum geht, welche Arten von Kontaktlinsen angepasst und wie häufig diese ausgetauscht werden. Insgesamt geht der Trend aber dahin, dass der Anteil der Patienten bzw. Kunden, die regelmäßige Austauschintervalle für weiche Kontaktlinsen einhalten, zunimmt.

Nach dem Aufsetzen weicher Kontaktlinsen bildet sich relativ schnell ein Biofilm, der überwiegend aus Proteinen, Lipiden, Mucin und Mineralien zusammengesetzt ist. Diese Ablagerungen auf der Kontaktlinse werden u. a. mit entzündlichen Reaktionen der Cornea und der Bindehaut in Zusammenhang gebracht. Zudem können solche Ablagerungen ebenfalls zu Symptomen wie vermindertem Tragekomfort und beeinträchtigter Sehqualität führen.



Der folgende, von Professor Noel A. Brennan verfasste, Artikel bietet einen Überblick der Erkenntnisse zum Thema Austauschintervalle bei weichen Kontaktlinsen, die in der Fachliteratur veröffentlicht wurden. Es scheint, dass sich der häufige Austausch von Kontaktlinsen positiv auf die Compliance und somit auch auf die Augengesundheit auswirkt. Allerdings bleiben einige offenbar grundlegende Herausforderungen bei der Anpassung von Kontaktlinsen nach wie vor bestehen. Es gibt immer noch Patienten bzw. Kunden, die über Trockenheitssymptome klagen und letztendlich aufhören, Kontaktlinsen zu tragen.

Dieser Artikel liefert Belege dafür, dass häufig ausgetauschte weiche Kontaktlinsen hinsichtlich Komplikationen insgesamt besser abschneiden als Kontaktlinsen, die nicht regelmäßig ausgetauscht werden. Hierbei wird das beste Ergebnis von Ein-Tages-Kontaktlinsen erzielt, da diese eine optimale Kombination aus Tragekomfort, Sehqualität, Augengesundheit und Compliance liefern. Inzwischen kann dank neuer Herstellungstechnologien der Bedarf an weichen Kontaktlinsen zum häufigen Austausch weitestgehend gedeckt werden.

Wir hoffen, dass diese Ausgabe des Eye Health Advisor® Newsletters für Sie sowohl interessant als auch hilfreich sein wird. Er möchte Sie bei der Versorgung Ihrer Patienten bzw. Kunden unterstützen und deren Zufriedenheit mit dem Kontaktlinsentragen erhöhen.

Ein frisches Paar Kontaktlinsen, und das so häufig wie möglich, scheint eine wünschenswerte Vision für das komfortable, sichere, den Empfehlungen entsprechende und gesunde Tragen von Kontaktlinsen zu sein...



# Einleitung

**W**eiche (Hydrogel-)Kontaktlinsen sind immer beliebter geworden, seitdem sie gegen Ende der 1960er Jahre erstmals weltweit auf den Markt kamen und machen inzwischen über 90 Prozent aller Anpassungen weltweit aus.<sup>1</sup> Nach dem Aufsetzen weicher Kontaktlinsen bildet sich relativ schnell ein Biofilm, der überwiegend aus Proteinen, Lipiden, Mucin und Mineralien zusammengesetzt ist.<sup>2-5</sup> Diese normalen Bestandteile des Tränenfilms<sup>6</sup> leisten einen wichtigen – meist positiven – Beitrag zu den physiochemischen Eigenschaften der Kontaktlinsenoberfläche. Allerdings können Komplexbildung, Denaturierung oder ein Ungleichgewicht dieser Komponenten an der Schnittstelle zwischen Tränenflüssigkeit und Kontaktlinsenmaterial zu einer Verunreinigung der Oberfläche führen (Abbildung 1), die mit einer eingeschränkten Funktion des Tränenfilms einhergeht.<sup>7,8</sup> Ablagerungen auf der Kontaktlinse werden u. a. mit entzündlichen Reaktionen der Hornhaut und der Bindehaut in Zusammenhang gebracht. Zudem können solche Ablagerungen ebenfalls zu Symptomen wie vermindertem Tragekomfort und beeinträchtigter Sehqualität führen.<sup>7,8</sup>



Abbildung 1: Ablagerungen auf den Kontaktlinsen

In den 1980er Jahren nahm man an, dass Ablagerungen an der Oberfläche von Kontaktlinsen eventuell eine Rolle bei der Pathogenese mikrobieller Infektionen und anderer Komplikationen spielen könnten.<sup>9-12</sup> Es sind eine Reihe von Faktoren an der Bildung von Ablagerungen beteiligt<sup>13-15</sup> und es stehen Strategien zur Verfügung, um die Ablagerungen unter Kontrolle zu halten. Jedoch galt als attraktive Alternative, um das Kontaktlinstragen sicherer zu machen, die Kontaktlinsen durch ein frisches Paar zu ersetzen, bevor sich Ablagerungen ausbilden konnten.<sup>8,16,17</sup>

Der dänische Ophthalmologe Michael Bay war der erste, der dieses Konzept erfolgreich umsetzte. 1982 brachte er in Dänemark die Danalens auf den Markt, eine Kontaktlinse, die zwei Wochen lang auch nachts getragen und anschließend entsorgt wurde.<sup>18</sup> Johnson & Johnson kaufte 1984 die Rechte an dieser patentierten dänischen Fertigungstechnologie, die unter der Bezeichnung Stabilised Soft Moulding (SSM) bekannt war, beließ es aber nicht bei dem Material mit dem hohen Wassergehalt der Danalens. Das Material der Wahl, Etafilcon A, war zuvor von Seymour Marco und Kollegen von der Frontier Contact Lenses Inc. entwickelt worden. Das Material erhielt 1978 die Zulassung der FDA, war jedoch nicht patentiert, um ein Reverse Engineering zu erschweren. Frontier wurde im Jahr 1981 von Johnson & Johnson übernommen. Johnson & Johnson verfeinerte die Nassformtechnik von Bay und brachte 1987 mit ACUVUE® die erste Kontaktlinse zum wöchentlichen Austausch auf den Markt. Die ersten Studienergebnisse waren ausgesprochen vielversprechend.<sup>19</sup>

Die Kontaktlinse war zunächst zur einmaligen Verwendung entwickelt worden, man trug sie kontinuierlich sechs Nächte (sieben Tage) lang, nahm sie dann vom Auge und entsorgte sie. Kontaktlinsenanpasser blieben auf Grund der

## Vorteile von Austauschkontaktlinsen

Geringere Kosten pro Einheit
Bessere Reproduzierbarkeit serienmäßig hergestellter Kontaktlinsen
Musterlinsen zum einmaligen Gebrauch verringern die Wahrscheinlichkeit einer Kontamination
Ersatzlinsen im Falle des Verlusts oder der Beschädigung zur Hand
Weniger Ablagerungen und geringere Ausbildung eines Biofilms
Geringeres Risiko von verunreinigten Kontaktlinsen
Geringere Komplikationsraten
Geringere Wahrscheinlichkeit der Beschädigung der Kontaktlinse
Geringere Wahrscheinlichkeit Allergien auszulösen / Geringere Toxizität
Höherer Tragekomfort
Höhere Compliance der Patienten bzw. Kunden
Leichtere Handhabung
Reduzierte Stuhlzeit

Tabelle 1: Liste der Vorteile von Austauschkontaktlinsen

Klinische Parameter, die durch das Austauschintervall beeinflusst werden
Sehqualität
Ablagerungen
Tragekomfort
Spalllampenbefunde
Komplikationen
Papilläre Konjunktivitis
Kontaktlinseninduziertes akut rotes Auge (CLARE)
Hornhautinfiltrate und Keratitis
Aussteigerraten
Compliance

Tabelle 2: Liste der klinischen Parameter, die durch das Austauschintervall beeinflusst werden.

Verbindung zu infektiöser Keratitis jedoch skeptisch im Hinblick auf das verlängerte Tragekonzept und forderten „Wegwerflinsen“, die nur einen Tag lang getragen werden. Johnson & Johnson erhielt 1991 die Zulassung der FDA für einen solchen Tragemodus. Im Laufe der Jahre kamen etliche andere Kontaktlinsenmarken auf den Markt, für die Austauschintervalle von einem Tag, 14 Tagen, 30 oder sogar 90 Tagen empfohlen wurden. Die Beliebtheit dieser Kontaktlinsen stieg bei Trägern und Anpassern gleichermaßen, denn sie waren einfach anzupassen, kostengünstig und reproduzierbar.<sup>20</sup> Diese Kontaktlinsen dominieren den heutigen Markt weltweit.<sup>1</sup> Tabelle 1 zeigt eine Aufstellung der Vorteile von Austauschkontaktlinsen, Tabelle 2 enthält die klinischen Parameter, die durch die Häufigkeit des Austauschs beeinflusst werden können.

Über die Terminologie für solche Kontaktlinsen hat es einige Diskussionen gegeben. Ist eine mehrfach verwendete Kontaktlinse wirklich eine Austauschkontaktlinse oder eher eine Kontaktlinse mit festgelegtem Austauschrhythmus bzw. eine Kontaktlinse zum häufigen Austausch? Bei den ursprünglichen „Austauschkontaktlinsen“ war die Empfehlung, sie über einen längeren Zeitraum von sechs Nächten (sieben Tagen) zu tragen und dann zu entsorgen, was der eigentlichen Definition einer Austauschkontaktlinse entsprach. Allerdings wurde die Bezeichnung so gebräuchlich,

dass sie auch bestehen blieb, als die Kontaktlinse für das Tragen zugelassen wurde. Wir werden hier die Begriffe synonym verwenden und gehen davon aus, dass die Bezeichnung „Austauschkontaktlinse“ ausreichend gebräuchlich ist, um alle Kontaktlinsen zu beinhalten, die monatlich oder in kürzeren Intervallen ausgetauscht werden.

1999 kamen Kontaktlinsen aus Silikon-Hydrogel auf den Markt, die eine Sauerstoffdurchlässigkeit ermöglichten, die bislang beim Tragen weicher Austauschkontaktlinsen nicht erzielt werden konnte.<sup>21-23</sup> Mit diesen Kontaktlinsen sind kontaktlinsenbedingte hypoxische Effekte praktisch nicht mehr aufgetreten. Silikon-Hydrogellinsen erwiesen sich zudem in einer Vielzahl klinischer Situationen als leistungsfähig.<sup>24-28</sup> Für nahezu alle auf dem Markt befindlichen Kontaktlinsen wird ein häufiger Austausch empfohlen. Dies bestätigt, dass der Trend nicht mehr dahin geht, erst bei Beeinträchtigungen der Sehqualität bzw. des Tragekomforts aufgrund von Abnutzungserscheinungen, die Kontaktlinsen auszutauschen. Allerdings wurde für Silikon-Hydrogellinsen bislang ein Austauschintervall von mindestens sieben Tagen empfohlen; daher lag es auf der Hand, eine Ein-Tages-Kontaktlinse aus einem Silikon-Hydrogelmateriale zu entwickeln. Diesen Bedarf erfüllt die kürzlich eingeführte 1-DAY ACUVUE® TruEye®.

Wenn man bedenkt, dass die ersten Austauschkontaktlinsen vor 20 Jahren auf den Markt kamen, ist es an der Zeit, sich einmal anzusehen, welche Auswirkungen dieser Tragemodus auf den Erfolg des Kontaktlinsentragens hat. Und was die Austauschintervalle betrifft, stellt sich die Frage nach der optimalen Austauschhäufigkeit. Ist ein Intervall von einem Monat so gut wie ein zweiwöchentliches, ein zweiwöchentliches so gut wie ein einwöchentliches und ist dieses so gut wie ein täglicher Austausch – oder gilt: „Je frischer, desto besser“?

Weltweit bestehen große Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern, wenn es darum geht, welche Kontaktlinsentypen angepasst werden. Dies zeigt sich auch bei den Austauschintervallen weicher Kontaktlinsen.<sup>1</sup>

So zeigte z. B. eine Studie über Anpassgewohnheiten, dass im Jahr 2007 sowohl in Japan als auch in Großbritannien über 40 Prozent aller Anpassungen von weichen Kontaktlinsen auf Ein-Tages-Kontaktlinsen entfielen. Zwar werden Ein-Tages-Kontaktlinsen in Australien, den USA und Hongkong

**Ist ein Intervall von einem Monat so gut wie ein zweiwöchentliches, ein zweiwöchentliches so gut wie ein einwöchentliches und ist dieses so gut wie ein täglicher Austausch – oder gilt: „Je frischer, desto besser“?**

## AKTUELLE ANPASSTRENDS

nicht so häufig angepasst, aber auch in diesen Ländern entfallen über 90 Prozent der Anpassungen weicher Kontaktlinsen auf solche, die mindestens einmal im Monat ausgetauscht werden sollen.<sup>1</sup> In Schwellenländern wie Russland und auf dem chinesischen Festland, die keine Vorreiter in der Kontaktlinsenbranche sind, liegt der Anteil der seltener auftretenden Austauschintervalle jedoch nach wie vor extrem hoch. In China tauschen 48 Prozent der Träger weicher Kontaktlinsen ihre Kontaktlinsen alle drei Monate oder noch seltener aus, in Russland sind es 34 Prozent.<sup>1</sup>

Weltweit ist der Anteil der Patienten bzw. Kunden, deren Austauschintervalle für weiche Kontaktlinsen vollkommen unregelmäßig sind, in diesem Jahrhundert zurückgegangen. In Australien ist er von sieben Prozent im Jahr 2001 auf ein Prozent im Jahr 2007 gesunken; in Griechenland von 23 Prozent im Jahr 2001 auf weniger als ein Prozent im Jahr 2005; und in Japan von elf Prozent im Jahr 2003 auf drei Prozent im Jahr 2007.<sup>1,29-34</sup> Angesichts der steigenden Austauschfrequenz in Ländern, die über eine lange Kontaktlinsenhistorie verfügen, wie z. B. Australien, Großbritannien und die USA, ist es durchaus wahrscheinlich, dass dieser Trend sich auch in Kontaktlinsen-Schwellenmärkten wie China oder Russland durchsetzen wird.

## DIE VORZÜGE VON AUSTAUSCHKONTAKTLINSEN

Die Verwendung von Austauschkontaktlinsen hat sich anders entwickelt als geplant gewesen war. Studien zur Bewertung der Leistung verschiedener Produkte sind meistens auf ad-hoc-Basis entstanden. Das bedeutet, experimentelle Parameter wie Kontaktlinsenmaterial, Austauschintervall, vorherige Erfahrungen mit dem Kontaktlinsentragen, Tragemodus, Pflegesysteme und vergleichbare Faktoren sind häufig nicht wissenschaftlich kontrolliert. Ein Beispiel: Eine Austauschkontaktlinse ist unter Umständen nicht in einem herkömmlichen Austauschintervall erhältlich. Es ist schwer, ihre Leistung in einer klinischen Studie mit einer Kontaktlinse zu vergleichen, die es in einem herkömmlichen Austauschintervall gibt. Die Leistung kann hierbei nur beispielsweise auf Material und Design zurückgeführt werden – nicht auf die Austauschhäufigkeit. Darüber hinaus erfolgt im Allgemeinen keine Maskierung der untersuchten Kontaktlinsenmarken, da die Markierungen eine Identifizierung des verwendeten Produkts ermöglichen. Diese Beschränkungen machen es häufig schwer, die Studien wissenschaftlich korrekt zu interpretieren. Häufig muss man sich mit den logischen oder intuitiven Erkenntnissen einer Studie zufrieden geben oder akzeptieren, dass ein bestimmter Tragemodus einem anderen überlegen ist, ohne eine Erklärung dafür zu haben. Im Folgenden sollen einige Unklarheiten beseitigt werden.

# Vorteile bei der Kontaktlinsenleistung

## ABLAGERUNGEN

In einer Studie aus dem Jahr 1989 wurden Kontaktlinsen-anpasser zu ihren größten Herausforderungen mit Kontaktlinsen befragt.<sup>35</sup> Ablagerungen auf den Kontaktlinsen waren die am häufigsten genannte Herausforderung. Auch die nächsthäufigen Nennungen – mangelnder Tragekomfort, papillare Konjunktivitis, mangelnde Compliance und Trockenheitsgefühl – stehen möglicherweise ebenfalls mit den Ablagerungen im Zusammenhang. Tatsächlich beruht das Konzept der Austauschkontaktlinsen genau auf der Vermeidung dieser Ablagerungen bzw. Verunreinigungen auf der Kontaktlinse.

Die Untersuchung von Ablagerungen auf Kontaktlinsen und ihren Auswirkungen auf das Auge hat schon etliche Wissenschaftler beschäftigt. Trotz der deutlichen Verringerung von Ablagerungen, die von einem häufigen Austausch der Kontaktlinsen zu erwarten ist, gibt es bei der Leistungsfähigkeit noch viele Aspekte, die vom Verhalten auf der Kontaktlinsenoberfläche beeinflusst werden. Im Folgenden finden Sie eine kurze Zusammenfassung der Rolle, die die Austauschhäufigkeit der Kontaktlinsen bei der Bildung von Ablagerungen spielt. Für eine vollständige Übersicht hierzu wird der Leser an den Artikel von Brennan und Coles verwiesen.<sup>7</sup>

Etliche klinische Studien haben den Zusammenhang zwischen dem Alter einer Kontaktlinse und der Bildung von Ablagerungen aufgezeigt. Eine frühe Studie von Gellatly et al. fand heraus, dass sich Ablagerungen offenbar kontinuierlich während der ersten zwölf Monate des Tragens bilden (etwa 4.000 Stunden), wenn Kontaktlinsen nicht ausgetauscht werden.<sup>36</sup> Zwar schien es so, dass bei den Ablagerungen nach zwölf Monaten ein Plateau erreicht wird. Die Autoren hielten es aber für möglich, dass es sich hierbei um eine fehlerhafte Darstellung des Klassifizierungssystems handeln könnte, mit dem das Ausmaß der Ablagerungen bewertet wurde.<sup>37</sup> Möglicherweise nimmt es kontinuierlich weiter zu. Kaye et al. bestätigten den positiven Zusammenhang zwischen der Dauer des Kontaktlinsentragens und Ablagerungen auf der Linse in einer Studie zum verlängerten Tragen, in der ein Austausch nach drei Monaten mit einem Austausch nach sechs Monaten verglichen wurde.<sup>38</sup> Zu einer gegenteiligen Meinung gelangten allerdings Richard et al., die zu dem Schluss kamen, dass es bereits nach dreitägigem Tragen zu einer maximalen Ablagerung kam.<sup>39</sup>

Erwartungsgemäß haben einige klinische Studien bestätigt, dass ein häufiger Austausch der Kontaktlinsen zu we-

niger Ablagerungen innerhalb des Tragezeitraums führt. Nach dem verlängerten Tragen über einen Zeitraum von sechs Wochen fanden Josephson et al. heraus, dass die durchschnittliche Bewertung der Qualität der Kontaktlinsenvorderfläche bei wöchentlich ausgetauschten Kontaktlinsen besser ist als bei einem herkömmlichen unregelmäßigen Austausch.<sup>40</sup> In einer maskierten, kontrollierten Studie beobachteten Jones et al. Probanden, die ihre Kontaktlinsen entweder monatlich austauschten oder sie drei Monate lang trugen. Obwohl diese Studie auf nicht-ionische Kontaktlinsen mit einem hohen Wassergehalt (FDA-Gruppe II) beschränkt war, berichteten die Autoren über signifikant höhere klinische Bewertungen der Ablagerungen auf der Oberfläche von Kontaktlinsen, die in diesem Zeitraum nicht ausgetauscht wurden (Abbildung 2).<sup>41</sup> In diesem Artikel wird belegt, dass Proteinablagerungen durch monatlichen Austausch um bis zu 60 Prozent verringert werden können, verglichen mit den Ablagerungen bei dreimonatlichem Austausch.

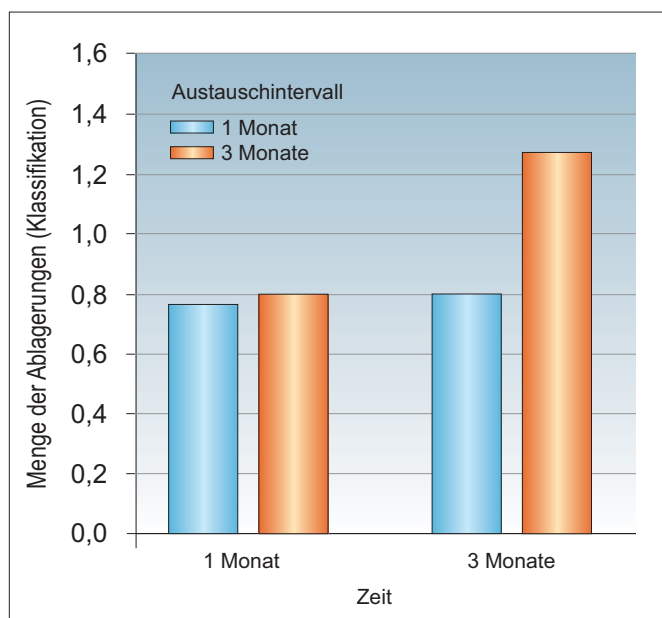


Abbildung 2: Bildung von Ablagerungen nach einem Monat und drei Monaten auf Kontaktlinsen, die nach einem bzw. drei Monaten ausgetauscht werden. (Nachdruck aus Jones et al.<sup>41</sup>)

In einer Studie von Pritchard et al. mit Probanden, die Hydrogellinsen im Zeitraum von zwei Jahren im Tagestragemodus trugen, wurde per Zufallsprinzip festgelegt, welche Probanden ihre Kontaktlinsen nach einem Monat, nach drei Monaten oder unregelmäßig austauschen sollten.<sup>42</sup> Die Studie ergab, dass die Ablagerungen bei der Gruppe, die den Austausch unregelmäßig vornahm, am größten waren. In einer multizentrischen Studie stellten Solomon et al. fest, dass der Austausch von Kontaktlinsen auf täglicher Basis zu klinisch nachweisbar weniger Ablagerungen führt als der Austausch nach zwei Wochen, ein bis drei Monaten oder bei unregelmäßigem Austausch.<sup>43</sup> Wie zu erwarten, wiesen Träger von Ein-Tages-Kontaktlinsen in einer einjährigen Studie weniger Ablagerungen auf als Träger herkömmlicher Kontaktlinsen.<sup>44</sup>

Verschiedene Kontaktlinsenmaterialien sind anfällig für unterschiedliche Arten von Ablagerungen. Dies ist ein wichtiger Aspekt bei der Festlegung des optimalen Austauschintervalls. Eine Studie von Bleshoy et al. verglich die Oberflächenmerkmale, insbesondere die Benetzbarkeit von Kontaktlinsen der Gruppe II (nicht-ionisch, hoher Wassergehalt) und der Gruppe IV (ionisch, hoher Wassergehalt), die im Tagestragemodus getragen wurden.<sup>45</sup> Zwar gab es innerhalb der Probanden deutliche Abweichungen, die Studie kam aber zu dem Schluss, dass Kontaktlinsen der Gruppe IV häufiger ausgetauscht werden müssen als Kontaktlinsen der Gruppe II, wobei erstere meist eine Verschlechterung der Leistung nach einmonatigem Tragen zeigten. Diese Beurteilung basierte allein auf objektiven Beobachtungen der Eigenschaften der Kontaktlinsenoberfläche. Dies lässt darauf schließen, dass diese subjektiven Faktoren wichtige Hinweise für das proaktive Management eines regelmäßigen Austauschs von Kontaktlinsen sein können.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Jones et al., die feststellten, dass sich auf Materialien für weiche Kontaktlinsen der Gruppe IV in den ersten Tagen des Tragens schnell Proteine ablagern und nach ein bis zwei Wochen ein Plateau erreicht wird, während sich auf Kontaktlinsen der Gruppe II fortschreitend Proteine über den gesamten Tragezeitraum ablagern. Oberflächenproteine erreichten nach einem Tag Tragen ein Maximum, aber die Gesamtmenge an Proteinen auf der Kontaktlinse stieg weiterhin über einen Zeitraum von sieben bzw. 30 Tagen für Kontaktlinsen der Gruppe IV bzw. II an.<sup>7,14</sup> Lipidansammlungen erreichten für Kontaktlinsen der Gruppe IV nach einem Tag Tragen ihren Spitzenwert, stiegen für Gruppe II aber noch mindestens einen Monat lang an.<sup>14</sup>

Im Vergleich zu Hydrogelmaterialien sammeln sich auf Silikon-Hydrogellinsen weniger Proteine, hingegen aber deutlich mehr Lipide. Man geht davon aus, dass dies auf die relative Hydrophobie der unpolaren und damit lipidanziehenden Oberflächen zurückzuführen ist.<sup>46</sup> Es scheint einen erheblichen Unterschied zwischen den Kontaktlinsentypen zu geben, was die Anziehung von Lipiden im Laufe der Zeit betrifft, wenn die Akkumulation auch meistens über einen Zeitraum von etwa 14 Tagen linear verläuft und die Anlagerung danach ein Plateau erreicht. Dies könnte mit einer Sättigung der Bindungsstellen auf der Linsenoberfläche übereinstimmen, die von Carney et al. in einer in-vitro-Studie erwähnt wird.<sup>47</sup>

Die vorliegenden Belege sind eindeutig – auf Kontaktlinsen sammeln sich mit zunehmendem Trageintervall mehr Ablagerungen an. Da kein Reinigungssystem bei der Entfernung solcher Ablagerungen hundertprozentig effektiv ist,<sup>48</sup> ist der Austausch der Kontaktlinsen die wirksamste Gegenstrategie. Von den als Austauschintervall zur Verfügung stehenden Optionen scheinen Ein-Tages-Kontaktlinsen die ultimative Lösung für das Problem der Ablagerungen zu sein.

## TRÄNENFILM

Normalerweise ist die Augenoberfläche von einer dünnen Mucinschicht auf einem Bett von Microvilli bedeckt. Dies führt zu einer geringen Oberflächenspannung und bewirkt eine extrem gute Benetzbarkeit. Die Oberfläche einer Kontaktlinse bildet die Augenoberfläche nicht vollständig nach, und der nicht abgedeckte Bereich kann leicht austrocknen. Wie zuvor erwähnt, sammelt sich auf der Oberfläche ein dünner Biofilm an, dessen Komponenten aus der Tränenflüssigkeit stammen und der die Grundlage zur Bildung des Tränenfilms liefert. Bei ausreichender Benetzbarkeit sorgt er für gute Sehqualität und maximalen Tragekomfort der Kontaktlinse. Die Bildung dieses Tränenfilms auf der Kontaktlinsenoberfläche ist in gewisser Weise selbsterhaltend. Reißt der Tränenfilm leicht auf (Abbildung 3), führt die Austrocknung voraussichtlich zu einer stärkeren Denaturierung der Proteine und Ansammlung an der Kontaktlinsenoberfläche. Dies führt wiederum zu einer kürzeren Aufreißzeit, die wieder vermehrte Ablagerungen nach sich zieht.

Unveröffentlichte Daten aus unseren Studien zeigen, dass die nicht-invasive Aufreißzeit des Tränenfilms (NIBUT) vor der Kontaktlinse über einen Tragezeitraum von einem Monat kontinuierlich kürzer wird (Abbildung 4). Die Studie

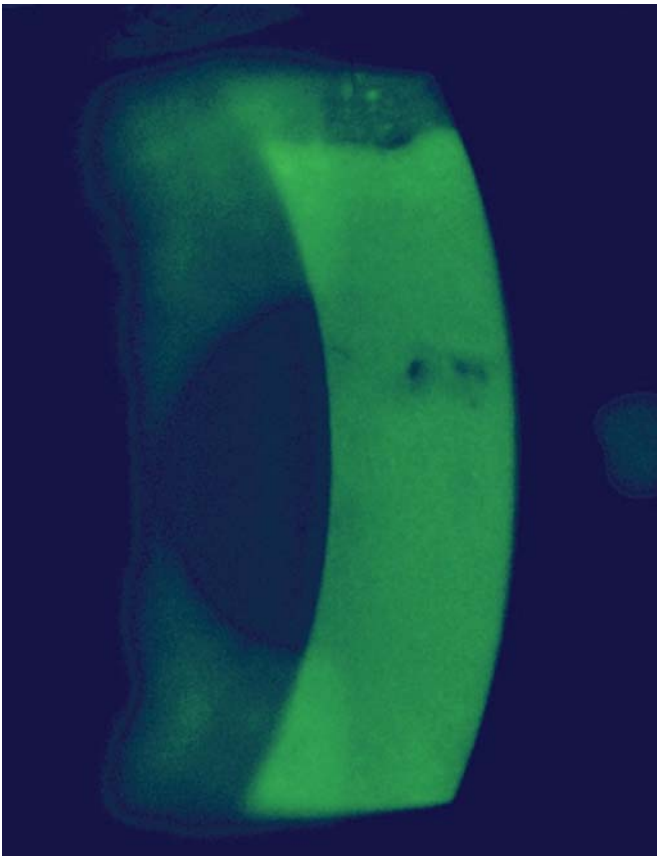


Abbildung 3: Tränenaufriss nach Zugabe von Fluoreszein

von Jones et al. ergab, dass es eine signifikante Verringerung der Aufreißzeit des Tränenfilms bei Kontaktlinsen gibt, die nach einem Zeitraum von drei Monaten ausgetauscht wurden, im Vergleich zu Kontaktlinsen, die monatlich ausgetauscht wurden (Abbildung 5).<sup>41</sup> Dies entspricht den

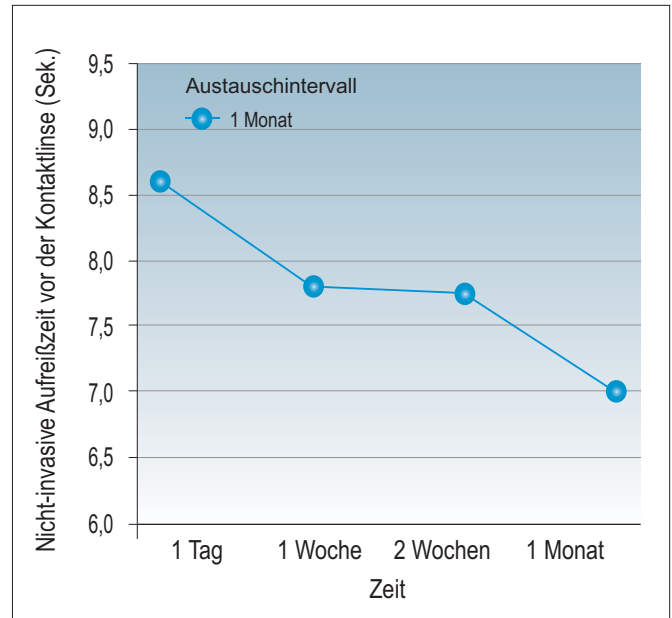


Abbildung 4: Progressive Abnahme der Aufreißzeit des Tränenfilms vor der Kontaktlinse im Vergleich zum Alter der Kontaktlinse (bisher unveröffentlichte Daten).

Erkenntnissen früherer Studien, in denen ein Zusammenhang zwischen Aufreißzeit und Verunreinigungsgrad der Kontaktlinsen festgestellt wurde.<sup>45,98</sup> Allerdings fanden Michaud und Giasson in ihrer Studie zum übermäßig langen Tragen von Austauschkontaktlinsen keine signifikanten Unterschiede in den Aufreißzeiten im Vergleich von Ein-Tageskontaktlinsen und Zwei-Wochen-Austauschkontaktlinsen.<sup>97</sup> Bei beiden Kontaktlinsentypen kam es, wenn sie über das korrekte Austauschintervall hinaus getragen wurden, zu einer Verringerung der Aufreißzeit, die jedoch nicht ausreichend signifikant war, um als klinischer Indikator für übermäßig langes Tragen angesehen werden zu können.

## SEHQUALITÄT

Die Korrektur der Fehlsichtigkeit ist der mit Abstand häufigste Grund für das Tragen von Kontaktlinsen. So ist es nicht überraschend, dass viele Studien sowohl die subjektive als auch die objektive Sehqualität als Maßstab für die Leistung einer Kontaktlinse ansehen, und die überwältigende Mehrheit kommt zu dem Schluss, dass mit Austauschkontaktlinsen eine bessere Sehqualität erzielt wird.

Die Studie von Gellatly et al. ergab eine Verschlechterung der Sehschärfe je länger die Kontaktlinse getragen würde. Dies galt sowohl bei hohem als auch bei geringem Kontrast.<sup>36</sup> Dieser Befund der verringerten Sehqualität wurde auf die mit fortschreitendem Alter zunehmende Ansammlung von Ablagerungen zurückgeführt. Eine gleichzeitige subjektive Verschlechterung der Sehqualität wurde nicht festgestellt. Viele der Daten in dieser Studie analysierten Kontaktlinsen, die älter als 18 Monate waren. Daher entsprechen sie nicht unbedingt der Situation, wie sie derzeit bei den meisten Kontaktlinsenträgern vorliegt. Eine Schlussfolgerung der Studienresultate ist, dass eine inakzeptable Verschlechterung der Sehqualität und Bildung von Ablagerungen im Allgemeinen nach zwölfmonatigem Ta-

gestragen auftritt. Das Ausmaß der Ablagerungen, die sich auf einer Kontaktlinse ansammeln, ist jedoch ein besserer Maßstab dafür, wann eine Kontaktlinse ausgetauscht werden sollte, als das chronologische Alter oder die Anzahl der Stunden, die sie getragen wurde.

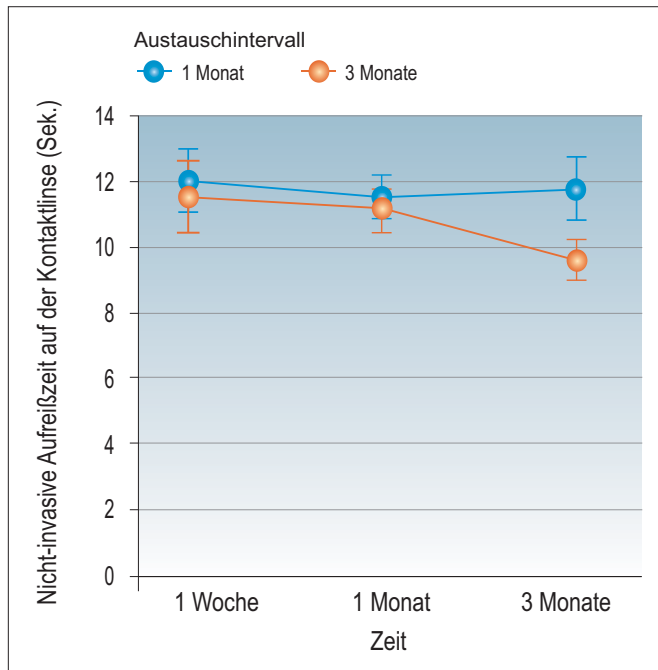


Abbildung 5: Nicht-invasive Aufreißzeit des Tränenfilms auf der Kontaktlinse bei verschiedenen Austauschintervallen. (Nachdruck aus Tabelle 7, Jones et al.<sup>41</sup>)

Beim Vergleich herkömmlicher Kontaktlinsen mit solchen zum wöchentlichen Austausch in einer prospektiven Studie zum verlängerten Tragen fanden Josephson et al. heraus, dass die Austauschkontaktlinsen im Hinblick auf die subjektive Sehqualität besser bewertet wurden, obwohl sich im Laufe des sechswöchigen Studienzeitraums keine signifikanten objektiven Unterschiede ergaben.<sup>40</sup> Boswall et al. reproduzierten dieses Ergebnis in einer retrospektiven Studie zum verlängerten Tragen mit 126 Probanden, in der die Träger herkömmlicher Kontaktlinsen deutlich häufiger über eine „schlechte Sehqualität“ klagten als die Träger von Austauschkontaktlinsen.<sup>49</sup>

Ähnliche Ergebnisse ergaben sich für das Tagestragen. Nason et al. stellten zufriedene Träger konventioneller Kontaktlinsen, die auf Tagestragebasis getragen wurden, auf ein zweiwöchentliches Austauschintervall um und fanden heraus, dass die Austauschkontaktlinsen sowohl in der subjektiven Beurteilung als auch bei der gemessenen Sehschärfe besser abschnitten.<sup>50</sup> Darüber hinaus kam eine multizentrische Studie von Sulley und Meyler zu dem Ergebnis, dass Probanden die Sehqualität von Austauschkontaktlinsen zum zweiwöchentlichen Austausch signifikant besser bewerten als ihre zuvor getragenen Kontaktlinsen zum monatlichen Austausch.<sup>51</sup>

Der tägliche Austausch von Kontaktlinsen liefert im Allgemeinen ein besseres Sehergebnis als andere Formen des Kontaktlinsenaustauschs. Nason et al. stellten in einem Testzeitraum von 52 Monaten fest, dass sowohl die Seh-

schärfe als auch die subjektiv empfundene Sehqualität mit Ein-Tages-Kontaktlinsen besser sind als bei herkömmlichen Kontaktlinsen im Tagestragemodus, wobei die Unterschiede mit steigender Dauer des Testzeitraums zunahmen.<sup>44</sup> Nilsson und Söderqvist fanden zudem heraus, dass Ein-Tages-Kontaktlinsen sowohl bei der gemessenen Sehschärfe in der Ferne als auch bei der subjektiv empfundenen Sehqualität besser abschnitten als die von den Probanden vorher getragenen Kontaktlinsen.<sup>52</sup> Solomon und Kollegen konstatierten eine bessere Sehqualität mit Ein-Tages-Kontaktlinsen als mit Kontaktlinsen, die alle zwei Wochen, nach ein bis drei Monaten oder unregelmäßig ausgetauscht wurden.<sup>53</sup> Die subjektiven Bewertungen der Sehqualität zum Zeitpunkt des Austauschs der Kontaktlinsen waren bei Ein-Tages-Kontaktlinsen am höchsten und bei Monatskontaktlinsen am geringsten, wobei es einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen diesen beiden Trageformen gab.

Im Gegensatz dazu ergab eine Studie von Snyder und Hammack keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der gemessenen Sehqualität und den subjektiven Bewertungen bei Kontaktlinsen, die einen Tag lang getragen wurden, im Vergleich zu Kontaktlinsen, die 14 Tage lang getragen wurden.<sup>54</sup> Diese Studie ist interessant, da sie über eine effektive Kontrolle verfügte. In beiden Vergleichsgruppen wurde derselbe Kontaktlinsentyp verwendet und zudem waren die Kontaktlinsen für die Probanden maskiert. Das bedeutet, die Kontaktlinsenträger wussten nicht, ob die Kontaktlinsen neu waren oder bereits zwei Wochen lang getragen worden waren. Ein solches Studiendesign reduziert die Wahrscheinlichkeit einer Ergebnisverfälschung, die besteht, sobald Probanden wissen, dass sie neue Kontaktlinsen aufsetzen. Denn von neuen Kontaktlinsen wird grundsätzlich eine bessere Leistung erwartet. Allerdings handelte es sich bei den verwendeten Linsen um Soflens 38 (Bausch & Lomb) – eine Hydrogellinse mit geringem Wassergehalt, die der Bildung von Ablagerungen in vielen Fällen entgegenwirkt. Neuere Kontaktlinsenmaterialien könnten durchaus andere Ergebnisse liefern. Eine weitere Studie von Jones et al. kam zu dem Ergebnis, dass sowohl die Sehschärfe bei hohem und geringem Kontrast als auch die subjektive Sehqualität ähnlich bleiben, egal, ob die Kontaktlinsen nach einem Monat oder drei Monaten ausgetauscht wurden.<sup>41</sup>

Viele der früheren Studien, in denen die Sehqualität von Austauschkontaktlinsen mit herkömmlichen Kontaktlinsen verglichen wurde, verwendeten als Austauschkontaktlinse die Marke ACUVUE®. Da es keine Kontaktlinsen der Marke ACUVUE® gab, für die ein konventioneller Austausch vorgesehen war, kann man daher nicht ohne Weiteres unterscheiden, welche Auswirkungen auf das Austauschintervall und welche auf die Kontaktlinsenmarke zurückzuführen sind. ACUVUE®-Kontaktlinsen liefern bekanntermaßen eine hohe Sehqualität, und es könnte sein, dass die Ergebnisse der Tests auf die Markeneigenschaften und nicht auf das Austauschintervall zurückzuführen sind. Allerdings gibt es mit Sicherheit keine Daten, die eine Verbesserung der objektiven oder subjektiven Sehqualität mit steigendem Alter



der Kontaktlinsen belegen. Es kann also mit einiger Sicherheit angenommen werden, dass ein häufiger Austausch von Kontaktlinsen einen deutlichen klinischen Effekt auf die Sehschärfe hat.

## TRAGEKOMFORT

Es gibt Belege dafür, dass der Tragekomfort einer Kontaktlinse bis zu einer Woche lang ansteigt, wenn die Kontaktlinse im Tagestragemodus getragen wird (Abbildung 6). Dies ist vermutlich auf die kontinuierliche Optimierung des Biofilms auf der Kontaktlinsen-Oberfläche zurückzuführen. Über diesen Zeitraum hinaus hätten weitere Ablagerungen auf der Oberfläche aber offenbar negative Auswirkungen, vermutlich auf Grund der Menge und Denaturierung der Ablagerungsschicht.

Frühe Studien verglichen den Tragekomfort von Austauschkontaktlinsen mit dem herkömmlicher Kontaktlinsen.

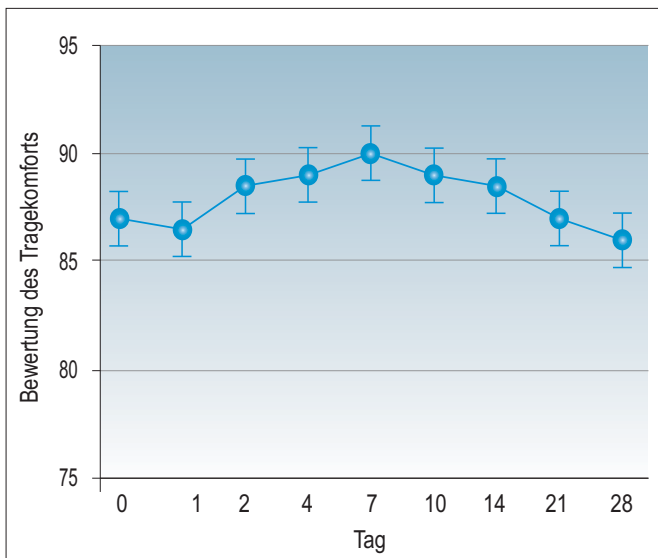


Abbildung 6: Durchschnittlicher (± SE) Tragekomfort von Kontaktlinsen der Gruppe IV, gemessen zu verschiedenen Zeitpunkten (bisher unveröffentlichte Daten).

In der Studie von Boswall et al. zum verlängerten Tragen zeigte sich, dass Kontaktlinsenträger, die Austauschkontaktlinsen trugen, signifikant weniger Symptome benannten – inklusive Jucken, Brennen, Trockenheits- und Fremdkörpergefühl – als diejenigen, die herkömmliche Kontaktlinsen trugen.<sup>49</sup> Ebenso ergab auch die Studie von Josephson et al. zum verlängerten Tragen, dass Austauschkontaktlinsen im Hinblick auf den Tragekomfort den herkömmlichen Kontaktlinsen vorgezogen wurden.<sup>40</sup> Poggio und Abelsons historische Kohortenstudie zum Tagestragen weicher Kontaktlinsen kam zu dem Schluss, dass die Träger von Austauschkontaktlinsen deutlich seltener über Symptome – insbesondere über ein kratzendes Gefühl und Reizung – berichten als die Träger herkömmlicher Kontaktlinsen.<sup>55</sup>

Malet und Schnider stellten Tagesträger monatlicher Austauschkontaktlinsen auf ein zweiwöchiges Austauschintervall um. Diese Beobachtungsstudie kam zu dem Schluss, dass sich der subjektive Tragekomfort durch die Verkürzung

des Austauschintervalls auf zwei Wochen verbessert. Die Studie hob dabei besonders hervor, dass der verbesserte subjektive Tragekomfort auch davon abhing, dass ein kompatibles Pflegesystem verwendet wurde.<sup>56</sup> Ähnliche Ergebnisse lieferte die Studie von Sulley und Meyler, die ein vergleichbares Design vorsah. Hier wurden Träger von Monatskontaktlinsen auf ein zweiwöchiges Austauschintervall umgestellt, welches eine signifikant höhere Bewertung des Tragekomforts erzielte.<sup>51</sup>

Die zwölfmonatige Studie von Nason et al. ergab, dass die Träger von Ein-Tageskontaktlinsen diese als komfortabler erlebten als diejenigen, die herkömmliche Kontaktlinsen trugen, insbesondere, nachdem die Kontaktlinsen ein Jahr lang im jeweiligen Tragemodus getragen wurden. Die Träger von Ein-Tageskontaktlinsen berichteten auch deutlich seltener von unerwünschten Symptomen und benötigten seltener unplanmäßige Besuche.<sup>44</sup> Auch Jones et al. fanden heraus, dass die Träger von Ein-Tages- oder Zwei-Wochenkontaktlinsen seltener der Ansicht sind, dass der Tragekomfort oder ein Trockenheitsgefühl ihre Tragezeiten verringern als die Träger von Monatskontaktlinsen. Diese Unterscheidung ergab sich auch bei der Bewertung des Tragekomforts zum Zeitpunkt des Kontaktlinsenaustauschs, wo Ein-Tageskontaktlinsen sowie solche zum zweiwöchentlichen Austausch ebenfalls den Vorzug gegenüber Monatslinsen erhielten.<sup>53</sup>

Hayes et al. stellten eine Gruppe von Allergikern, die normalerweise weiche Kontaktlinsen trugen, für einen Monat lang auf Ein-Tageskontaktlinsen um.<sup>57</sup> Wie in Abbildung 7 zu sehen, erhielten die Ein-Tageskontaktlinsen den deutlichen Vorzug gegenüber den zuvor getragenen Kontaktlinsen (meistens Austauschintervalle von zwei Wochen, einem Monat oder länger).

Frangie et al. untersuchten 271 Patienten, die Monatskontaktlinsen aus Hydrogel trugen, und 163 Patienten, die

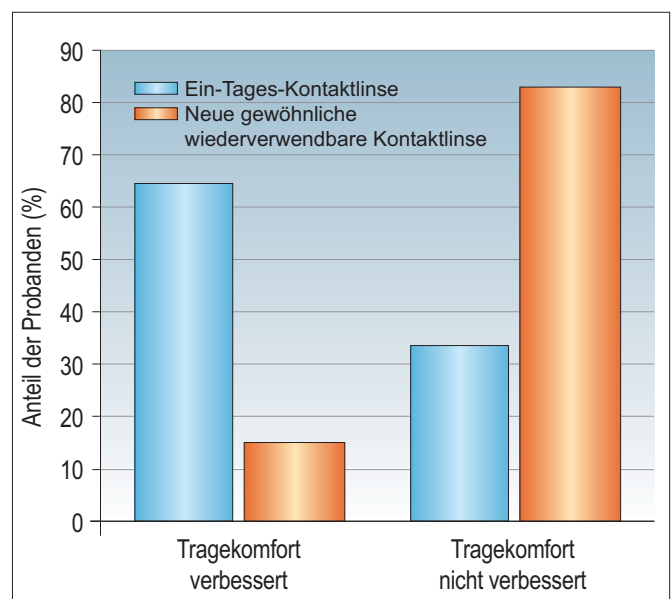


Abbildung 7: Änderungen des Tragekomforts einen Monat nach der Neuanpassung von Ein-Tageskontaktlinsen oder der gewöhnlich wiederverwendbaren Kontaktlinsen. (Nachdruck aus Hayes et al.<sup>57</sup>)

Monats-Kontaktlinsen aus Silikon-Hydrogel trugen, wobei sie 20 verschiedene Kontaktlinsenmarken verwendeten (Abbildung 8).<sup>58</sup> Insgesamt 68 Prozent der Träger von Hydrogellinsen und 71 Prozent der Träger von Silikon-Hydrogellinsen bemerkten im Laufe des Monats einen sinkenden Tragekomfort, wobei 95 Prozent der Träger von Hydrogellinsen und 91 Prozent der Träger von Silikon-Hydrogellinsen angaben, dass der Tragekomfort sich ab der dritten bzw. vierten Woche verschlechterte.

Snyder und Hammacks Studie ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den subjektiven Bewertungen des Tragekomforts bei Kontaktlinsen, die alle zwei Wochen bzw. jeden Tag ausgetauscht wurden. Wie zuvor erwähnt, war die Studie so angelegt, dass die Probanden keine Erwartungen einer besseren Leistung haben konnten, allerdings wurden Kontaktlinsen verwendet, die nicht besonders anfällig für Ablagerungen sind.<sup>54</sup>

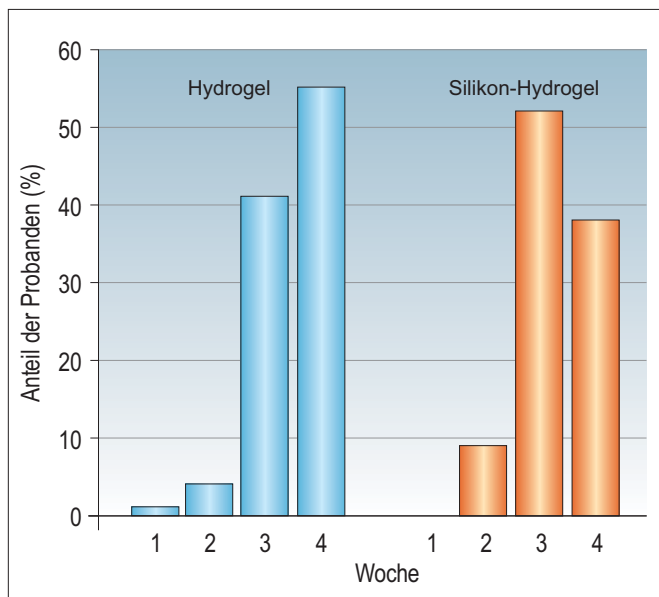


Abbildung 8: Anteil der Probanden, die mit dem Fortschreiten der Wochen beim monatlichen Austauschmodus bei Monats-Kontaktlinsen aus Hydrogel und Silikon-Hydrogel von einem insgesamt mangelnden Tragekomfort berichteten. (Nachdruck aus Frangie et al.<sup>58</sup>)

Von allen Faktoren, die die Gesamtzufriedenheit der Patienten bzw. Kunden und den Abbruch des Kontaktlinsentragens beeinflussen, scheint der Tragekomfort der Wichtigste zu sein. Abbildung 9 zeigt die durchschnittliche Gesamtzufriedenheit im Rahmen der Studie von Jones et al.<sup>41</sup>

Ein frisches Paar Kontaktlinsen, und das so häufig wie möglich, scheint wünschenswert für das komfortable Tragen von Kontaktlinsen zu sein. Klinische Befunde stützen diese Annahme dahingehend, dass Austauschkontaktlinsen gegenüber herkömmlichen Kontaktlinsen bevorzugt werden. Die kürzeren Austauschintervalle führen letztendlich dazu, dass der Tagestragemodus insgesamt bevorzugt wird. Ob dies auf die unterschiedliche Dicke der Linsen, das Randdesign, die Herstellungsart der Kontaktlinsentypen oder auf die geringe Menge an Ablagerungen bei kürzeren Austauschintervallen zurückzuführen ist, bleibt fraglich.

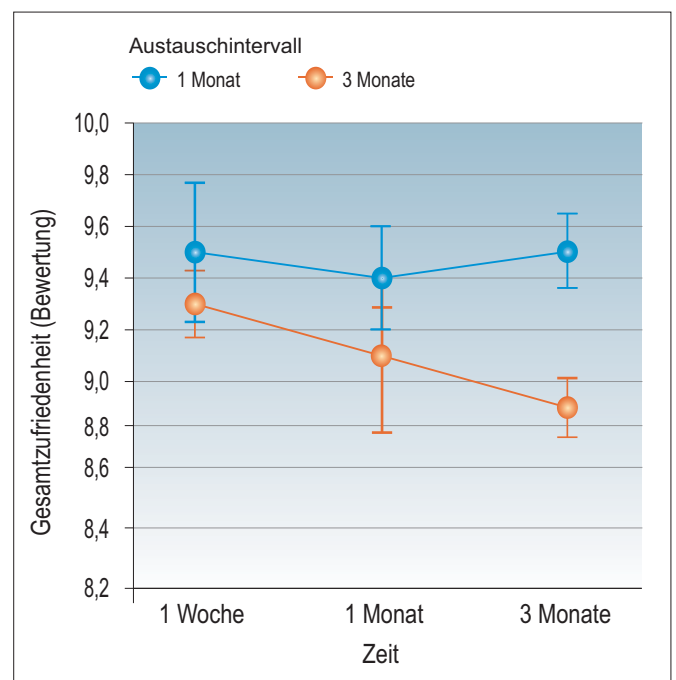


Abbildung 9: Gesamtzufriedenheit nach einem bzw. drei Monaten von Probanden mit Kontaktlinsen zum monatlichen bzw. dreimonatlichen Austausch. (Nachdruck aus Tabelle 6 Jones et al.<sup>41</sup>)

# Gesundheitlicher Nutzen

## **H**ORNHAUTINFILTRATE (EINSCHLIESSLICH INFEKTIÖSER KERATITIS)

Eine Hornhautinfektion ist die schwerwiegendste Komplikation, die beim Tragen von Kontaktlinsen auftreten kann. Daher sollte eine Bewertung der individuellen Risikofaktoren einer Hornhautinfektion ein wesentlicher Faktor sein, wenn es darum geht, den Tragemodus für einen Patienten festzulegen. Efron vertritt die Auffassung, dass die Präsentation einer infektiösen Keratitis Bestandteil eines klinischen Spektrums ist, das sterile, nicht-infektiöse und daher weniger schwerwiegende Hornhautinfiltrate (CIEs) umfasst.<sup>59</sup>

Diese sind gekennzeichnet durch das Vorhandensein von Leukozyten in der Cornea, treten häufiger beim verlängerten Tragen auf und sind bei Silikon-Hydrogellinsen weit verbreitet.<sup>60,61</sup> Größere, zentrale und ungewöhnlich geformte Infiltrate mit Beteiligung der vorderen Augenkammer, bei denen auch Schmerzen auftreten, sind vermutlich eher infektiös. Allerdings ist eine Differenzialdiagnose in Grenzfällen erst nach dem Auftreten möglich; und selbst dann kann es sein, dass die Diagnose aufgrund der Auswirkungen der Behandlung, falsch-negativer und falsch-positiver Kulturen umstritten bleibt. Insofern erlangen die mit allen Hornhautinfiltraten verbundenen Risiken eine Bedeutung für die gesundheitliche Absicherung von Kontaktlinsenträgern.

Verlängert man die Austauschintervalle, erhöht man die Chancen eines bakteriellen Befalls dieser Kontaktlinsen. Dies wird noch dadurch verschlimmert, dass die Entstehung eines Biofilms auf den Kontaktlinsen im Laufe der Zeit die Vermehrung der Mikroben begünstigt, da die Wirksamkeit einer Desinfektion durch Pflegelösungen verringert wird.<sup>62,63</sup> Der bakterielle Befall von Kontaktlinsen erhöht nachweislich das Risiko für Hornhautinfiltrate.<sup>64-67</sup> Daher kann man davon ausgehen, dass ein häufigeres Austauschen der Kontaktlinsen mit einem verringerten Risiko für solche Ereignisse einhergeht. Aus diesem Grund und wie in der Einleitung erwähnt, wurden Austauschkontaktlinsen anfangs auf den Markt gebracht, um das Risiko einer infektiösen Keratitis zu senken. Die Realität ist allerdings

ein wenig komplizierter. Bald gab es erste Berichte über Hornhautinfektionen beim Tragen von Austauschkontaktlinsen.<sup>68-71</sup>

Frühe epidemiologische Berichte und auch einige spätere Studien legten die Vermutung nahe, dass Hornhautinfiltrate unter Umständen häufiger bei Austauschkontaktlinsen auftreten (typischerweise beim zweiwöchentlichen oder monatlichen Austausch) als bei konventionellen Kontaktlinsen.<sup>72-76</sup> Allerdings führen Störfaktoren in diesen Studien wie z.B. das Tragen über Nacht,<sup>76</sup> Compliance,<sup>77</sup> Pflegesystem<sup>78</sup> und erhöhtes Risiko von Hornhautinfiltraten in den ersten Phasen eines Tragemodus<sup>79</sup> dazu, dass die Ergebnisse durchaus umstritten sind.

Erste, auf Einzelfällen basierende Berichte wirkten vielversprechend. Kaye et al. berichteten, dass längere Tragezeiten – und größere Mengen von Ablagerungen – mit Geschwüren der Cornea einhergingen. Dennoch wurde nicht die Schlussfolgerung gezogen, dass die Ablagerungen die Bildung von Geschwüren verursachten. Außerdem basierte die Studie auf einem Austausch

nach drei bzw. sechs Monaten und nicht auf den heute üblichen kürzeren Austauschintervallen.<sup>38</sup> Marshalls Artikel aus dem Jahr 1992 schlussfolgerte, dass ein Austausch weicher Kontaktlinsen nach ein oder zwei Wochen einen schützenden Effekt gegenüber einer Infektion oder einem Trauma hat, wobei das relative Risiko von Komplikationen halb so groß wie bei herkömmlichen Kontaktlinsen ist.<sup>80</sup>

Allerdings stützten epidemiologische Daten diese Ergebnisse zunächst nicht, zumindest nicht im Hinblick auf infektiöse Keratitis. Die ersten beiden Fallkontrollstudien ergaben ein höheres Risiko einer mikrobiellen Keratitis bei Austauschkontaktlinsen; allerdings verfügte keine der beiden Studien über eine angemessene Kontrolle des Tragemodus.<sup>72,74</sup> Radford et al. kamen später zur gleichen Schlussfolgerung und maßen ein höheres Risiko bei Austauschkontaktlinsen (Austausch nach einer bis vier

**Eine Hornhautinfektion ist die schwerwiegendste Komplikation, die beim Tragen von Kontaktlinsen auftreten kann. Daher sollte eine Bewertung der individuellen Risikofaktoren einer Hornhautinfektion ein wesentlicher Faktor sein, wenn es darum geht, den Tragemodus für einen Patienten bzw. Kunden festzulegen.**

Wochen) im Vergleich zu Kontaktlinsen zum Tagestragen und verlängerten Tragen, die keine Austauschkontaktlinsen waren.<sup>75</sup>

In Schweden führten Nilsson und Montan zunächst retrospektive und anschließend prospektive epidemiologische Studien zum Risiko einer Keratitis beim verlängerten Tragen von Austauschkontaktlinsen durch.<sup>81,82</sup> Insgesamt ermittelten sie ein vergleichbares Risiko für herkömmliche Kontaktlinsen und solche, die im verlängerten Tragemodus getragen werden. Die retrospektive Studie zeigte jedoch ein anderes Ereignis: Das Tagestragen von Austauschkontaktlinsen ist mit einem deutlich geringeren Risiko verbunden an einer schweren Keratitis zu erkranken (Krankenhausbehandlung), als das Tagestragen anderer Kontaktlinsentypen. Sie fanden in dieser Studie auch heraus, dass eine mikrobielle Keratitis bei Trägern herkömmlicher weicher Kontaktlinsen signifikant häufiger auftritt als eine sterile Keratitis, wohingegen bei Trägern von Austauschkontaktlinsen das Gegenteil der Fall war.

In einer, in den Niederlanden durchgeführten, epidemiologischen Kohortenstudie, kamen Cheng et al. zu dem Ergebnis, dass eine mikrobielle Keratitis bei 3,5 von 10.000 Trägern von Ein-Tages-Kontaktlinsen bzw. 20 von 10.000 Trägern von weichen Kontaktlinsen im verlängerten Tragemodus auftritt.<sup>83</sup> Gemäß den Angaben der Autoren trugen praktisch alle Beteiligten Kontaktlinsen zum wöchentlichen bzw. zweiwöchentlichen Austausch. Diese Zahlen decken

sich auffällig mit den entsprechenden Zahlen von 3,1 bzw. 20,9 von 10.000 Trägern, die in der Studie von Poggio et al. ermittelt wurden, die ausschließlich mit Trägern durchgeführt wurde, die einen herkömmlichen Austausch vornahmen.<sup>84</sup> Dies legt die Vermutung nahe, dass die Einführung von Austauschkontaktlinsen keinen positiven Einfluss auf die Häufigkeit mikrobieller Keratitis hatte. Jüngere epidemiologische Studien bestätigen tendenziell, dass die Gesamthäufigkeit von Infektionen etwa gleich geblieben ist.<sup>85-87</sup> Zahlen zum relativen Risiko sind ebenfalls eher gleich geblieben, wenn Vergleiche zwischen dem Tagestragen und dem verlängerten Tragen beim Übergang von herkömmlichen Kontaktlinsen zu Austauschkontaktlinsen gezogen wurden.<sup>73,85,87-89</sup>

Key et al. haben kürzlich eine Übersicht über die Forschungsergebnisse der vergangenen Jahre erstellt, die sich mit dem Risiko einer mikrobiellen Keratitis bei Austauschkontaktlinsen beschäftigte. Sie haben den Schluss gezogen, dass die jüngsten Schätzungen „vermuten lassen, dass Kontaktlinsen, die häufig ausgetauscht werden, inzwischen ein gleich hohes oder geringeres Risiko für eine Infektion aufweisen.“<sup>90</sup> Sie mutmaßten auch, dass „das verringerte Risiko bei Kontaktlinsen, die häufig ausgetauscht werden, möglicherweise darauf zurückzuführen ist, dass sie von einem größeren Bevölkerungsanteil verwendet werden ohne die zusätzlichen Risikofaktoren, denen eine erste Anwendergruppe eventuell ausgesetzt ist, wenn ein neuer Tragemodus eingeführt wird.“<sup>90</sup>

Im Moment werden interessante Daten zum Risiko einer Keratitis bei Ein-Tages-Kontaktlinsen veröffentlicht. Man sollte dabei beachten, dass die Rohdaten durch Störfaktoren verzerrt werden, z. B. durch die Häufigkeit des Tragens<sup>91</sup> und mangelnde Compliance im Zusammenhang mit dem Tragen von Ein-Tages-Kontaktlinsen wie das Tragen über Nacht.<sup>73</sup> Eine groß angelegte prospektive Studie zur Häufigkeit von Keratitis bei Kontaktlinsenträgern in Australien von Stapleton et al. besagt, dass das Tragen von Ein-Tages-Kontaktlinsen mit dem geringsten Risiko einer schwerwiegenden mikrobiellen Keratitis behaftet ist.<sup>87</sup> Allerdings gab es für die Mehrzahl der Fälle mikrobieller Keratitis (d. h. mäßige und leichte) zwischen Ein-Tages-Kontaktlinsen und Kontaktlinsen zum regelmäßigen Austausch keinen Unterschied in der Häufigkeit. Im Gegensatz dazu ergab eine unter gleichen Bedingungen durchgeführte Studie in Großbritannien ein höheres Risiko für Ein-Tages-Kontaktlinsen.<sup>73</sup> Diese Studie ermittelte auch unterschiedliche Risiken für Kontaktlinsen aus verschiedenen Materialien, wobei solche aus Etafilcon A das geringste Risiko aufwiesen.

In den oben erwähnten Studien lag der Schwerpunkt typischerweise auf einer schwerwiegenden Keratitis oder auf infektiösen Bedingungen. Werden weniger schwerwiegende oder sterile Hornhautinfiltrate berücksichtigt (wie z. B. die in Abbildung 10 dargestellten kontaktlinsenbedingten peripheren Geschwüre), ergeben die Daten ein vergleichbares Muster wie es auch bei der infektiösen Keratitis zu beobachten ist – erste Studien zeigen ein erhöhtes Risiko für Austauschkontaktlinsen im Vergleich zu herkömmlichen





Abbildung 10: Kontaktlinsenbedingter peripherer Ulkus

Kontaktlinsen, aber das Schema scheint sich im Laufe der Zeit ins Gegenteil verkehrt zu haben.

Poggio und Abelson fanden heraus, dass die Häufigkeit von Hornhautinfiltraten für das verlängerte Tragen herkömmlicher Kontaktlinsen bzw. von Austauschkontaktlinsen vergleichbar ist.<sup>55</sup> Allerdings sind die Infiltrate beim Tragen von Austauschkontaktlinsen typischerweise peripher (und daher eher steril), während die Infiltrate bei Verwendung herkömmlicher Kontaktlinsen potenziell eher schwerwiegender und zentraler Natur sind (und daher mit einer höheren Wahrscheinlichkeit mikrobiell). Auch hier wurde festgestellt, dass das Tragen vermutlich zu weniger Hornhautinfiltraten führt als das verlängerte Tragen. Donshik et al. stellten fest, dass periphere Hornhautinfiltrate beim verlängerten Tragen häufiger auftreten als beim Tragen.<sup>92</sup>

Szczotka-Flynn und Diaz fanden heraus, dass die relative Häufigkeit des Auftretens von infiltrativen Ereignissen bei Silikon-Hydrogellinsen doppelt so hoch ist wie bei Hydrogellinsen mit geringem Dk. Sie stellten jedoch fest, dass die Interpretation dieses Ergebnisses durch längere Tragezeiten verzerrt wurde.<sup>93</sup> Auch könnten unterschiedliche Austauschintervalle statistisch mit den Kontaktlinsentypen interagiert haben.

In einem Artikel von Efron und Morgan, in dem Daten aus früheren Studien zu kontaktlinsenbedingter Keratitis zusammengetragen und zusammengefasst werden, wird berichtet, dass das Risiko von Hornhautinfiltraten für Träger von Ein-Tages-Kontaktlinsen im Vergleich zu Hydrogellinsen, die im Tragemodus getragen werden, etwas kleiner ist – und dass für beide Trageformen ein deutlich geringeres Risiko als beim verlängerten Tragen von Kontaktlinsen aus Hydrogel oder Silikon-Hydrogel besteht.<sup>59</sup> Interessanter-

weise stellte man fest, dass eine im Vergleich zu Trägern anderer Kontaktlinsentypen unverhältnismäßig hohe Anzahl von Hornhautinfiltraten bei Trägern von Ein-Tages-Kontaktlinsen im Zentrum der Cornea auftritt. In dem Artikel wird das Risiko infiltrativer Ereignisse nur für den Tragemodus betrachtet.<sup>59</sup>

Eine epidemiologische Analyse der mit Fusarium Keratitis assoziierten Risiken für Kontaktlinsenträger lieferte Unterstützung für die Annahme, dass kürzere Austauschintervalle sicherer sind. Die Studie von Saw et al. zeigte, dass Kontaktlinsen zum monatlichen Austausch ein 4,7-mal höheres Risiko als der Rest der Gruppe (tägliche, wöchentliche, zweiwöchentliche Austauschintervalle) beinhalten.<sup>94</sup> Die Analyse zeigte auch, dass das Tragen von Kontaktlinsen über das empfohlene Austauschdatum hinaus das Risiko von Fusarium Keratitis um das 3,1-fache erhöhte. Einen ähnlichen Effekt beobachteten Joslin et al. in ihrer Studie zu Acanthamoeba.<sup>95</sup>

Im Vergleich zum deutlich erhöhten Risiko von Keratitis beim verlängerten Tragen, unterscheiden sich die verschiedenen Modalitäten des Tragens kaum, was die Anfälligkeit gegenüber einer Hornhautinfektion betrifft. In den meisten Studien über die Häufigkeit von Keratitis wird zwischen den Austauschintervallen für Hydrogellinsen gar nicht unterschieden, mit Ausnahme von Ein-Tages-Kontaktlinsen. Insofern scheinen Ein-Tages-Austauschkontaktlinsen die sicherste Option für das Tragen weicher Kontaktlinsen zu sein.

## KONTAKTLINSENINDUZIERTES AKUT ROTES AUGE

Das Contact Lens Acute Red Eye Syndrome (CLARE), das kontaktlinseninduzierte akut rote Auge, ist eine nicht-ulcerative Keratitis, die typischerweise beim verlängerten Tragen auftritt. Sie zeigt sich in Form eines einseitig schmerzhaft geröteten Auges, welches den Kontaktlinsenträger nachts aus dem Schlaf aufwachen lässt, begleitet von Tränenfluss und Lichtempfindlichkeit. Beobachtungen zeigen subepitheliale, mittelperiphere Hornhautinfiltrate, die entweder in konzentrierter oder diffuser Konfiguration auftreten und mit signifikanten bis schwerwiegenden konjunktivalen Injektionen einhergehen.<sup>96</sup>

Eine Studie von Kotow et al. ergab, dass der regelmäßige Austausch von Hydrogellinsen, die im verlängerten Tragemodus getragen werden, das Auftreten einer akuten Augenrötung signifikant verringert.<sup>11</sup> Sie stellten fest, dass auf den Kontaktlinsen keine signifikante Ansammlung von Ablagerungen an der vorderen oder hinteren Kontaktlinsenfläche zu sehen war. Dies führte zu Spekulationen darüber, dass derartige akute Augenrötungen möglicherweise durch eine kritische Ansammlung nicht sichtbarer jedoch entzündungsfördernder Stoffe auf oder innerhalb der Kontaktlinse entstehen. Spätere Studien lassen vermuten, dass dieser Zustand vermutlich durch gramnegative Bakterien hervorgerufen wird.<sup>64</sup>

Das Auftreten von CLARE im Zusammenhang mit dem Austauschintervall ist nach wie vor nur gering erforscht. Geht man davon aus, dass die Entzündung durch gramnegative Bakterien ausgelöst wird, könnte man zu dem Schluss kommen, dass eine Minimierung des Kontaktlinsenalters – und damit der Ansammlung von Ablagerungen – gewisse Vorteile mit sich bringen könnte, was letztendlich auf den täglichen Austausch hinauslaufen würde.

## PHYSIOLOGIE

Die Keratitis ist zwar ein wichtiger Faktor, auf den Kontaktlinsenspezialisten großes Augenmerk richten, aber schwere Fälle treten relativ selten auf. In der täglichen Praxis treten seltener schwerwiegende Komplikationen auf, dafür jedoch häufiger solche, die den vorderen Bereich des Auges betreffen. Am häufigsten ist eine vermehrte bulbäre Rötung der Bindehaut (Abbildung 11). Das Auge sollte möglichst frei von signifikanter Trockenheit, Injektionen, Trübungen oder Entzündungen sein – das heißt, es sollte so aussehen, als würde man keine Kontaktlinsen tragen.

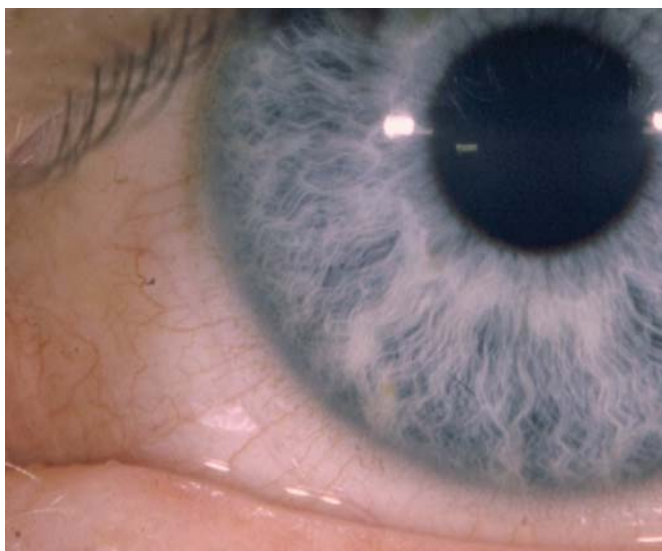


Abbildung 11: Allgemeine limbale und bulbäre konjunktivale Hyperämie hervorgerufen durch Kontaktlinsentragen.

Josephson et al. fanden in einer kontralateralen erweiterten Studie ein besseres Erscheinungsbild der Lidbindehaut bei Trägern von Kontaktlinsen zum wöchentlichen Austausch im Vergleich zu Trägern herkömmlicher Kontaktlinsen.<sup>40</sup> Sie kommen zu dem Schluss, dass die Unterschiede entweder auf die höhere Sauberkeit der modernen Austauschkontaktlinsen oder auf Aspekte des Kontaktlinsendesigns zurückzuführen sein könnte.

In der Studie von Pritchard et al. wurde willkürlich festgelegt, welche der Probanden ihre Kontaktlinsen, nach einem Monat, nach drei Monaten oder unregelmäßig austauschen sollten. Alle Probanden trugen Hydrogellinsen im Tagedragermodus über einen Zeitraum von zwei Jahren. Es stellte sich heraus, dass klinisch bedeutsame limbale und bulbäre Injektionen bei Probanden, die ihre Kontaktlinsen monatlich austauschten, wesentlich seltener auftraten als bei denen,

die sie alle drei Monate austauschten. Bei Letzteren traten diese Komplikationen jedoch seltener auf als bei Probanden, bei denen der Austausch unregelmäßig erfolgte.<sup>42</sup> Die Autoren schlussfolgerten, dass die vermehrt auftretenden Injektionen auf eine Verunreinigung der Kontaktlinsen durch Ablagerungen zurückzuführen sind.

Auch Nilsson und Söderqvist fanden heraus, dass konjunktivale Injektionen und tarsale Anomalien geringer werden, wenn Träger herkömmlicher Kontaktlinsen auf Ein-Tages-Kontaktlinsen umgestellt werden.<sup>52</sup> Die groß angelegte prospektive Studie von Solomon und Kollegen verglich das Tragen von Ein-Tages-Kontaktlinsen mit anderen Tragemodalitäten, d. h. dem Austausch nach zwei Wochen, nach ein bis drei Monaten und dem herkömmlichen Tragemodus (unregelmäßiger Austausch).<sup>43</sup> Diese Studie ergab, dass ein häufigerer Kontaktlinsenaustausch mit weniger tarsalen Anomalien einhergeht, wobei Ein-Tages-Kontaktlinsen in dieser Hinsicht am besten abschnitten. Bei diesem Tragemodus fanden Nichols und Mitarbeiter eine geringere Stippung der Cornea und Vaskularisierung im Vergleich zum verlängerten Tragen über einen Zeitraum von 30 Tagen vor.

In der Studie mit Allergikern von Hayes und Kollegen, ging das Tragen von Ein-Tages-Kontaktlinsen einher mit einer Verringerung der objektiven Einstufung bulbärer Rötung, palpebraler Rötung sowie Lidrauheit in Bezug auf die Basiswerte und im Vergleich zum Tragen eines neuen Paares der üblicherweise getragenen Kontaktlinsen (Austauschintervall zweiwöchentlich oder länger).<sup>57</sup> Diese Studie richtete sich ausschließlich an Allergiker und war weder für die Probanden noch für Beobachter maskiert.

Snyder und Hammacks Studie fand dagegen keinen statistisch signifikanten Unterschied in der Stippung der Cornea oder bulbären Stippung der Bindehaut zwischen Kontaktlinsen, die täglich ausgetauscht wurden und solchen, die bis zu zwei Wochen lang getragen wurden.<sup>54</sup> Diese Studie untersuchte ausschließlich Kontaktlinsen mit geringem Wassergehalt und verwendete den gleichen Kontaktlinsentyp für beide Tragemodalitäten.

Einige Studien ergaben, dass ein häufigerer Austausch von Kontaktlinsen eine bessere physiologische Leistung bedingt, insbesondere im Hinblick auf bulbäre und palpebrale Anomalien der Bindehaut und Injektionen. Anzeichen für ein trockenes Auge wie z. B. eine Stippung der Cornea und die Aufreißzeit des Tränenfilms vor der Kontaktlinse scheinen weniger auf altersbedingte Unterschiede zwischen den Kontaktlinsen zurückzuführen zu sein.

## PAPILLÄRE KONJUNKTIVITIS

Kontaktlinsenbedingte papilläre Konjunktivitis (CLPC) ist eine Entzündung der oberen palpebralen Bindehaut, die oft Ursache für eine häufige Unterbrechung des Kontaktlinsentragens ist (Abbildung 12).<sup>60,99</sup> Wie zuvor erwähnt, wurde diese Komplikation in einer Studie mit Kontaktlinsenspezia-

listen als eines der Hauptprobleme beim Tragen von Kontaktlinsen eingestuft. Diese Studie wurde jedoch durchgeführt, bevor der häufige Austausch zum bevorzugten Tragemodus wurde.<sup>35</sup> Kontaktlinsenbedingte papilläre Konjunktivitis wird typischerweise auf eine immunologische Reaktion sowohl auf das Antigen als auch auf Ablagerungen aus denaturierten Proteinen auf der Kontaktlinsenoberfläche zurückgeführt.<sup>39,100-103</sup>



Abbildung 12: Kontaktlinsenbedingte papilläre Konjunktivitis

Es ist ganz offensichtlich, dass ein häufiger Austausch von Kontaktlinsen das Risiko von CLPC im Vergleich zum ungeplanten Austausch verringert. In ihrer frühen Studie stellten Kaye et al. fest, dass das Risiko einer CLPC mit zunehmendem Alter der Kontaktlinse steigt.<sup>38</sup> In dieser Studie sollten die Probanden Hydrogellinsen im verlängerten Tragemodus tragen und sie zur Desinfektion zweimal im Monat über Nacht aus dem Auge nehmen – ein Vorgehen, das vermutlich nicht mehr der heute gängigen Praxis entspräche. Der Artikel von Boswall et al., in dem die Komplikationsraten beim verlängerten Tragen von Hydrogellinsen untersucht wurden, ergab eine signifikant geringere Häufigkeit von CLPC in der Gruppe der Austauschkontaktlinsen verglichen mit der Gruppe der herkömmlichen Kontaktlinsen.<sup>49</sup> Bucci et al. stellten fest, dass die Verwendung von Zwei-Wochen-Kontaktlinsen im Hinblick auf das Management von CLPC mindestens genauso effektiv wie das bevorzugte herkömmliche Austauschintervall für weiche Kontaktlinsen ist.<sup>104</sup>

Die Vorteile kürzerer Austauschintervalle sind selbst innerhalb von Gruppen spürbar, die einen häufigen Austausch praktizieren. Porazinski und Donshiks retrospektive Studie kam zu dem wichtigen Ergebnis, dass für Probanden, die ihre Kontaktlinsen täglich bzw. bis zu dreiwöchentlich austauschen, ein erheblich geringeres Risiko einer CLPC besteht als für solche mit Austauschintervallen von einem Monat oder länger.<sup>105</sup> Donshik berichtet zudem, dass eine höhere Austauschfrequenz hilfreich ist, wenn Patienten bzw. Kunden nach dem Auftreten einer CLPC das Tragen

von Kontaktlinsen wieder erlaubt werden soll.<sup>106</sup> Parallel dazu fanden Michaud und Giasson einen Anstieg der CLPC sowohl bei Trägern von Ein-Tages-Kontaktlinsen als auch bei Zwei-Wochen-Kontaktlinsen aus Hydrogel, wenn die Kontaktlinsen länger als über den empfohlenen Zeitraum getragen wurden.<sup>97</sup>

Es gibt Berichte darüber, dass sich die Häufigkeit von CLPC mit steigender Beliebtheit von Kontaktlinsenmaterialien aus Silikon-Hydrogel erhöht hat. Die zunehmende Verbreitung des verlängerten Tragemodus trägt mit Sicherheit zum vermehrten Auftreten dieses Zustands bei. Die damit verbundenen längeren Tragezeiten dürften sowohl den Antigen-Effekt als auch den physikalischen Effekt des Kontaktlinsentragens auf die palpebrale Bindehaut verstärken.<sup>107</sup> Allerdings kann hier auch der für Silikon-Hydrogel-Materialien typische steifere Modulus eine Rolle spielen. In Verbindung mit unterschiedlichen Oberflächen kann er zu größerer Reibung und unterschiedlichen Ablagerungsprofilen führen.<sup>99,108</sup> Andere Berichte konnten demgegenüber keinen Zusammenhang zwischen CLPC und bestimmten Arten von Ablagerungen oder Kontaktlinsen feststellen.<sup>26,109</sup> In Fällen von CLPC beim verlängerten Tragen empfiehlt es sich, das verlängerte Tragen vorübergehend auszusetzen und für eine Weile eine Brille oder Ein-Tages-Kontaktlinsen zu verwenden.<sup>96</sup>

Papilläre Konjunktivitis ist sowohl für Kontaktlinsenträger als auch für Kontaktlinsenspezialisten eine echte Belastung und könnte mit dem vermehrten Gebrauch von Silikon-Hydrogel-Materialien und verlängertem Tragen durchaus wieder weitere Verbreitung finden. Die Verkürzung der Austauschintervalle ist definitiv ein Mittel, um diesen Effekt zu verringern, und Ein-Tages-Kontaktlinsen sind der optimale Ansatz, um mit diesem Problem umzugehen.

## GESAMTVERGLEICH DER KOMPLIKATIONEN

Die obige Diskussion zu gesundheitlichen Aspekten berücksichtigt spezielle Gegebenheiten. Doch aufgrund der Unterschiede des wahrgenommenen Risikos als auch der Schwere und Häufigkeit der Komplikationen ist es schwierig, eine allgemeine Empfehlung für die tägliche Praxis zu geben. In den folgenden Literatur-Beispielen werden einige Komplikationen so zusammengefasst, dass es möglich ist, einen Gesamtvergleich zwischen den verschiedenen Modalitäten vorzunehmen.

In einer frühen Studie betrachteten Boswall et al. die Komplikationsquote beim verlängerten Tragen von Hydrogellinsen im konventionellen Modus und im Austauschmodus.<sup>49</sup> Sie fanden eine signifikant höhere Häufigkeit der folgenden Komplikationen in der Gruppe mit dem konventionellen Austauschmodus: Jucken, Brennen und Trockenheit, schlechte Sehqualität, Fremdkörpergefühl, gerissene und verlorene Kontaktlinsen, GPC und Keratitis punctata superficialis (SPK).

Auch die große historische Gruppenstudie von Poggio und Abelson kam zu dem Ergebnis, dass das verlängerte Tra-

gen von Austauschkontaktlinsen mit signifikant weniger Komplikationen verbunden ist als das verlängerte Tragen herkömmlicher Kontaktlinsen.<sup>55</sup> Sie stellten fest, dass die Gesamtkomplikationsrate beim verlängerten Tragen von Austauschkontaktlinsen in etwa der Rate beim Tagestragen herkömmlicher Kontaktlinsen entspricht.

Poggio und Abelsons Studie zum Tagestragen ergab, dass bei Trägern von Austauschkontaktlinsen (meist mit einem Austauschintervall von zwei Wochen) die Häufigkeit von Komplikationen geringer ist als bei Trägern herkömmlicher Kontaktlinsen – dies gilt ganz besonders für corneale Abrasionen, Ödeme und SPK.<sup>110</sup> Pritchard et al. untersuchten ein- und dreimonatige Austauschintervalle im Vergleich zum Tagestragen herkömmlicher Kontaktlinsen.<sup>42</sup> Sie stellten eine geringere Häufigkeit von Komplikationen mit kürzeren Austauschintervallen fest.

Suchecky et al. führten eine Studie durch, die sich mit den verschiedenen Modalitäten des Tagestragens befasste, u. a. Ein-Tages-Kontaktlinsen, zweiwöchentlicher Austausch, häufiger Austausch (alle ein bis drei Monate) und unre-

gelmäßiger Austausch.<sup>111</sup> Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Gesamtkomplikationsrate bei Trägern von Ein-Tages-Kontaktlinsen am geringsten ist. Innerhalb der anderen Tragemodalitäten stieg die Komplikationsrate insgesamt mit länger werdenden Austauschintervallen, wobei nicht alle Unterschiede statistisch signifikant waren.

In einer Studie mit über 23.000 Probanden fanden Hamano und Kollegen bei Ein-Tages-Kontaktlinsen die geringste Rate von Cornea-Komplikationen, die sich hauptsächlich in Form von SPK manifestierten.<sup>112</sup> Die Rate in dieser Gruppe lag bei einem von 40 Probanden und war bei den anderen Tragemodalitäten mindestens 60 Prozent höher. Sankaridurg et al. bestätigten die geringe Häufigkeit von Cornea-Komplikationen bei Trägern von Ein-Tages-Kontaktlinsen.<sup>113</sup>

Austauschkontaktlinsen schneiden im Hinblick auf das Auftreten von Komplikationen insgesamt und bei einigen der weniger schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse besser ab als herkömmliche Kontaktlinsen. Hierbei wird das beste Ergebnis von Ein-Tages-Kontaktlinsen erzielt.

## Weitere Erwägungen

### COMPLIANCE

Compliance ist einer der Aspekte des Kontaktlinsentragens, die schwieriger zu kontrollieren und zu beurteilen sind.<sup>114</sup> Es besteht kaum ein Zweifel daran, dass sie eine wichtige Rolle für den Erfolg des Kontaktlinsentragens spielt, dennoch wird ihre Bedeutung häufig übersehen oder unterbewertet.<sup>114</sup> Die meisten Studien zu infektiöser Keratitis bestätigen eine Verbindung zwischen mangelnder Hygiene oder anderen Formen mangelnder Compliance in der Pflege und Handhabung.<sup>73,75,87,89,115-117</sup> Solche Faktoren waren auch an den jüngsten Fällen von Fusarium und Acanthamoeba Keratitis beteiligt.<sup>94,95</sup>

Austauschkontaktlinsen haben möglicherweise einen ebenso positiven wie negativen Effekt auf die Compliance.<sup>118</sup> Die regelmäßige Enzymreinigung, die bei herkömmlichen Kontaktlinsen durchgeführt wird, ist im Allgemeinen für Austauschkontaktlinsen nicht erforderlich, was es einfacher macht, die Vorschriften für Pflege und Handhabung einzuhalten. Allerdings müssen die Kontaktlinsen auch wie vorgeschrieben ausgetauscht werden, wenn man die Vorteile eines häufigen Austauschs nutzen will. Kontaktlinsenträger könnten in die Versuchung geraten, einen kurzfristigen finanziellen Nutzen zu erzielen, indem sie die Kontaktlinsen länger tragen als es empfohlen wird. Dies führt jedoch langfristig möglicherweise zu Komplikationen und Schädigungen des Auges. Auch die vergleichsweise einfache Handhabung von Austauschkontaktlinsen kann den Träger dazu verleiten, die routinemäßige tägliche Pflege

für weniger kritisch als bei herkömmlichen Kontaktlinsen zu erachten, mit dem Ergebnis, dass die Compliance sinkt und die damit verbundenen gesundheitlichen Risiken steigen.

Bei Ein-Tages-Kontaktlinsen würde der Träger im Idealfall gar keine Pflegeprodukte benötigen, und die Compliance im Hinblick auf den Austausch der Kontaktlinsen wäre exzellent. Allerdings verwenden einige Träger Ein-Tages-Kontaktlinsen mehrmals. Dies macht nicht nur die gesundheitlichen Vorteile dieser Tragemodalität zunichte, sondern birgt ein noch größeres Risiko als andere Austauschmodalitäten. Das liegt daran, dass die Träger hinsichtlich Aufbewahrung und Pflege der Kontaktlinsen nicht ausreichend vorbereitet sind. Es wird von Fällen von Keratitis berichtet, die in solchen Situationen diagnostiziert wurde, allerdings tritt Keratitis auch bei Trägern von Ein-Tages-Kontaktlinsen auf, bei denen eine gute Compliance vorliegt.<sup>119,120</sup>

Die Studie von Solomon et al. kam zu dem Schluss, dass die Compliance im Hinblick auf den korrekten Austausch von Ein-Tages-Kontaktlinsen bei über 95 Prozent liegt.<sup>43,121</sup> Asbell et al. stellten fest, dass 90 Prozent der Patienten bzw. Kunden sich bei Kontaktlinsen, die im verlängerten Tragemodus zwei Wochen lang getragen werden sollen, an die vorgeschriebenen Austauschintervalle halten.<sup>122</sup> Jones et al. beobachteten, dass die selbstberichtete mangelnde Compliance bei Trägern von Ein-Tages-Kontaktlinsen deutlich ge-



ringer ist als bei Trägern von Zwei-Wochen- oder Ein-Monats-Austauschkontaktlinen.<sup>53</sup>

Coopersmith und Weinstock berichteten, dass 31 Prozent der Patienten bzw. Kunden, die Kontaktlinen mit Austauschintervallen von zwei Wochen oder weniger tragen, diese seltener austauschen als vorgeschrieben. Bei den Trägern von Kontaktlinen mit Austauschintervallen von zwei Wochen bis sechs Monaten war festzustellen, dass 21 Prozent von ihnen die Tragezeit ihrer Kontaktlinen verlängern. In dieser Studie wurden die Austauschintervalle nicht genauer spezifiziert als die oben Genannten.<sup>123</sup>

Wie zuvor erwähnt, werden in den meisten Studien, die auf eine höhere Infektionsrate beim Kontaktlinientragen hinweisen, ganz bestimmte Faktoren im Zusammenhang mit mangelnder Compliance untersucht. Interessanter ist hier sicherlich die Frage, ob Mängel bei der Compliance bei Austauschkontaktlinen und bei herkömmlichen Kontaktlinen miteinander zusammenhängen und so unterschiedliche Risiken für Keratitis hervorrufen. Die Daten von Dart belegen eindeutig, dass das Tragen von Ein-Tages-Kontaktlinen über Nacht mit einem größeren Risiko verbunden ist.<sup>73</sup> Auch das Tragen über den vorgeschriebenen Tragezeitraum hinaus gilt als Risikofaktor.<sup>94,95</sup> Der Kauf von Kontaktlinen über das Internet ist ein Risikofaktor<sup>87</sup> und könnte auch mit Aspekten mangelnder Compliance in Verbindung stehen. Über die Gründe dafür herrscht allerdings Uneinigkeit.

Häufig sind verschiedene Aspekte mangelnder Compliance miteinander verknüpft. Pflege und häufiger Austausch des Kontaktlinenbehälters sind von vergleichbar großer Bedeutung wie der häufige Austausch der Kontaktlinen. Wird der Behälter zwischendurch nicht ordnungsgemäß gereinigt, insbesondere, wenn die Pflegelösung aufgefüllt wird statt komplett ausgetauscht zu werden, kann sich im Innern des Behälters ein eingetrockneter Film aus konzentrierter Lösung bilden. Um die Bildung solch eines Biofilms zu verhindern, ist das regelmäßige Ausspülen des Kontaktlinenbehälters erforderlich. Darüber hinaus ist der systematische Austausch des Behälters sehr wichtig, um das Risiko einer Verunreinigung durch Acanthamoeba, Pilze und Bakterien zu verhindern.<sup>124</sup> Die zurückliegenden Fälle von Pilzkeratitis wurde zum Teil auf unzureichende Reinigung und anschließende Bildung eines Mikrofilms zurückgeführt.<sup>125</sup> Dass die He-

erausforderungen der Kontaktlinenreinigung und der mangelnden Compliance entfallen, ist ein günstiger Begleitumstand bei der Verwendung von Ein-Tages-Kontaktlinen. Es wurde bereits erwogen, dass die Verwendung von Behältern zum einmaligen Gebrauch das Risiko solcher potenziell verheerenden Infektionen senken könnte.<sup>126</sup>

Hier ist aber wohl der tägliche Austausch der Kontaktlinen das praktischere und kostengünstigere Konzept.

Noch ist unklar, in welchem Umfang die Compliance-Vorteile von Austauschkontaktlinen die Nachteile überwiegen. Offensichtlich ist aber, dass Compliance unerlässlich ist, und es gibt keinen Ersatz für die Zeit, die man aufwendet, um Patienten bzw. Kunden über die Risiken, Vorteile und Vorgehensweisen beim Tragen von Kontaktlinen aufzuklären.

**Die meisten Studien zu infektiöser Keratitis bestätigen eine Verbindung zwischen mangelnder Hygiene oder anderen Formen mangelnder Compliance in der Pflege und Handhabung. Solche Faktoren waren auch an den zurückliegenden Ausbrüchen von Fusarium und Acanthamoeba Keratitis beteiligt.**

## KONTAKTLINEN-AUSSTEIGER

Unzufriedenheit mit dem Tragen von Kontaktlinen ist natürlich eine wichtige Komponente für das Beenden einer Tragemodalität. Daher kann das Erkennen der Gründe hierfür wesentlich dazu beitragen, die Aussteigerraten zu senken. Frühere Studien haben gezeigt, dass mangelnder Tragekomfort, insbesondere Trockenheitsgefühl, der Hauptgrund für Unzufriedenheit mit dem Kontaktlinientragen ist.<sup>127</sup>

Die früh gewonnene Erkenntnis, dass der Tragekomfort durch einen häufigeren Austausch der Kontaktlinen verbessert wird, legt die Vermutung nahe, dass die Aussteigerraten sinken müssten, wenn die Austauschintervalle verkürzt werden. Allerdings stehen nur wenige Daten zur Verfügung, die eine solche Schlussfolgerung stützen. Nichols et al. fanden heraus, dass die Tragezeit bei Ein-Tages-Kontaktlinen auf 14,1 Stunden steigt im Vergleich zu 11,7 Stunden bei Probanden, die ihre gewohnten Kontaktlinen trugen.<sup>128</sup>

Young et al. stellten Probanden, die das Kontaktlinientragen abgebrochen hatten (meistens aufgrund von mangelndem Tragekomfort) auf Ein-Tages-Kontaktlinen um und konnten kurzfristig eine hohe Erfolgsrate verbuchen. Diese war jedoch vergleichbar mit der Erfolgsrate bei sphärischen Zwei-Wochen- oder Monats-Kontaktlinen.<sup>129</sup> Dies lässt vermuten, dass der erzielte Erfolg auf technologische Verbesserungen zurückzuführen sein könnte, die in der Zeit



zwischen dem Ausstieg aus dem Kontaktlinsentragen und der späteren Wiederaufnahme erzielt wurden und für besseren Tragekomfort gesorgt haben.

Eine Studie von Sankaridurg et al., in der die Probanden, die zuvor noch nie Kontaktlinsen getragen hatten, über einen Zeitraum von zwölf Monaten entweder Ein-Tages-Kontaktlinsen oder eine Brille trugen, ergab in der Kontaktlinsengruppe eine Abbruchrate von 33 Prozent.<sup>113</sup> Zwar fielen viele dieser Probanden vorzeitig aus der Beobachtung raus, aber man geht davon aus, dass Trockenheit und mangelnder Tragekomfort die häufigsten Gründe für den Ausstieg waren.

## FERTIGUNGSQUALITÄT

Die Massenfertigung von Kontaktlinsen bringt sowohl Chancen als auch Risiken im Zusammenhang mit der Qualität der Kontaktlinsen mit sich. Die große Menge an Austauschkontaktlinsen, die erforderlich ist, um die Nachfrage des Marktes zu befriedigen, macht eine Automatisierung der Systeme erforderlich. Dies hat die angenehmen Begleiterscheinungen, dass Fehler durch Menschen vermieden werden. Allerdings geraten Qualitätskontrollsysteme durch das enorme Volumen der zu prüfenden Kontaktlinsen an ihre Grenzen. Efron und Kollegen untersuchten die Reproduzierbarkeit verschiedener Ein-Tages-Kontaktlinsen und kamen zu dem Schluss, dass ein hohes Maß an Genauigkeit und Reproduzierbarkeit zu verzeichnen ist.<sup>130</sup>

## PSYCHOLOGISCHER NUTZEN

Die Erwartung einer besseren Kontaktlinsenleistung beim Tragen einer neuen Kontaktlinse könnte eine Rolle bei der Patienten- bzw. Kundenzufriedenheit spielen. Die meisten Menschen fühlen sich von der Vorstellung frischer, sauberer Gesundheitsprodukte angesprochen. Angesichts der Verfügbarkeit von Austauschkontaktlinsen kann es genauso sein, dass ein Patient bzw. Kunde, der Kontaktlinsen in unregelmäßigen Abständen austauscht oder über den vorgeschriebenen Austauschzeitpunkt hinaus verwendet, diese Kontaktlinsen als alt und schmutzig empfindet und ihnen eine schlechte Leistung bescheinigt. Snyder & Hammack kontrollierten die Erwartung an die Vorteile eines Kontaktlinsenaustauschs, indem sie ihre Probanden maskierten, die Autoren machten jedoch die Aussage, dass die Erwartung bereits ein wichtiger Faktor für ein angenehmeres Trageerlebnis sein könnte.<sup>54</sup>

## THERAPEUTISCHE KONTAKTLINSEN/ VERBANDLINSEN

Austauschkontaktlinsen werden inzwischen vielfach auch als therapeutische Verbandlinsen eingesetzt.<sup>131</sup> Als Barriere zwischen einer verletzten Hornhautoberfläche und den Augenlidern oder sonstigen äußeren Einflüssen ist eine Austauschkontaktlinse gegenüber einer herkömmlichen Kontaktlinse zu bevorzugen. Denn auf ihrer Oberfläche befinden sich weniger potenziell pathogene Substanzen. Auch hier vermitteln frische Kontaktlinsen intuitiv ein besseres Gefühl, und auch hier schneiden Ein-Tages-Kontaktlinsen am besten ab. In vielen Situationen werden Verbandlinsen nur gelegentlich verwendet, sodass ein Vorrat von Ein-Tages-Kontaktlinsen es überflüssig macht, andere Kontaktlinsen über längere Zeiträume unbenutzt aufzubewahren.

Ein weiterer potenziell therapeutischer Verwendungszweck für Kontaktlinsen besteht darin, sie als Medium für die Verabreichung topischer Arzneimittel für das Augengewebe einzusetzen. Je häufiger eine neue Kontaktlinse auf diese Weise aufgesetzt wird, desto einfacher kann die Menge des Arzneimittels kontrolliert werden, die dem Auge verabreicht wird.<sup>132</sup> Aus diesem Grund sind Austauschkontaktlinsen, insbesondere Ein-Tages-Kontaktlinsen, gegenüber herkömmlichen Kontaktlinsen zu bevorzugen.

# Schlussfolgerungen

**D**ie unter Kontaktlinsenspezialisten durchgeführte Umfrage aus dem Jahr 1989, also zu einem Zeitpunkt, als Austauschkontaktlinsen noch nicht den US-amerikanischen Markt dominierten, wirft ein interessantes Licht auf deren Auswirkungen.<sup>35</sup> Die Umfrage ergab, dass die fünf größten Probleme beim Tragen von Kontaktlinsen – in dieser Reihenfolge – Ablagerungen, mangelnder Tragekomfort, papilläre Konjunktivitis, Compliance und Trockenheit waren. Man kann sicher sagen, dass Ablagerungen all diese Probleme in gewissem Ausmaß mit beeinflussen. In Märkten mit einem hohen Anteil an Austauschkontaktlinsen würden Ablagerungen und papilläre Konjunktivitis für Kontaktlinsenspezialisten vermutlich nicht unter den „Top fünf“ der Herausforderungen beim Kontaktlinsentragen stehen.

Austauschkontaktlinsen hatten einen weiteren positiven Effekt auf die Augengesundheit, die Qualität und Reproduzierbarkeit, auf die Kosten für die Kontaktlinsen und auf einige Aspekte der Compliance. Allerdings bestehen einige der Herausforderungen bei der Anpassung von Kontaktlinsen nach wie vor. Es gibt immer noch Patienten bzw. Kunden, die über zu trockene Augen klagen und letztendlich aufhören, Kontaktlinsen zu tragen. Auch die mangelnde Compliance im Hinblick auf Austauschintervalle und Kontaktlinsenpflege ist immer noch weit verbreitet. Es gibt auch immer noch Fälle von infektiöser Keratitis, die die Sehqualität einschränkt. Auch wenn solche Herausforderungen bei der Anpassung von Kontaktlinsen wahrscheinlich nie voll-

ständig überwunden werden können, so führt der unablässige technologische Fortschritt doch dazu, dass das Tragen von Kontaktlinsen kontinuierlich sicherer, komfortabler und zugänglicher wird.

Die in diesem Dokument zusammengetragenen Belege lassen darauf schließen, dass eine Möglichkeit, diesen Herausforderungen entgegenzutreten, im häufigen Austausch von Kontaktlinsen besteht. Verbesserungen der Fertigungstechnologien haben dazu geführt, dass adäquate Austauschkontaktlinsen – mit Austauschintervallen unter einem Monat – für die überwiegende Mehrheit der Patienten bzw. Kunden zur Verfügung stehen. Die weitere Rationalisierung der Produktionsmethoden hat Kontaktlinsen für den einmaligen Gebrauch zur ökonomisch tragbaren Realität werden lassen. Gegenwärtig deutet alles darauf hin, dass Austauschkontaktlinsen im Vergleich die beste Kombination aus Tragekomfort, Sehqualität und Augengesundheit bieten. Efron schlussfolgerte in einer Untersuchung zu unregelmäßigen Austauschintervallen, dass es heute kaum noch eine Begründung dafür gibt, Kontaktlinsen auf der Grundlage von unregelmäßigen Austauschintervallen anzupassen.

In vielen Kontaktlinsenbereichen werden weitere Verbesserungen erzielt werden, aber ein Prinzip wird wahrscheinlich der Grundpfeiler jeglicher Best Practice bleiben: Je frischer, desto besser!

## Noel A. Brennan

MScOptom, PhD, FAAO, FCLSA.



**P**rofessor Brennan ist seit 2011 für Johnson & Johnson Vision Care in leitender Funktion im Forschungs- und Entwicklungsbereich tätig. Zuvor leitete Brennan 16 Jahre ein Forschungsberatungsunternehmen, das auf wissenschaftliche, theoretische und klinische Studien im augenoptischen Bereich spezialisiert ist. Er ist Adjunct Professor an der Queensland University of Technology und verfügt über den Abschluss in Optometry sowie über Master und PhD-Abschlüsse der University of Melbourne, deren Lehrkörper er von 1984 bis 1994 angehörte. Brennan ist ein Senior Fulbright Alumnus, Empfänger des Max Schapero Memorial Lecture Awards der Cornea and Contact Lens Section der American Academy of Optometry von 2008 und Ratsmitglied der International Society for Contact Lens Research. Er hat mehr als 300 wissenschaftliche Beiträge, Buchbeiträge und begutachtete Abstracts verfasst und wurde zu Vorträgen in über 30 Ländern eingeladen.

# Literaturhinweise

---

1. Morgan PB, Woods CA, Knajian R, et al. International Contact Lens Prescribing in 2007. *Contact Lens Spectrum* 2008; 22(1):36-41.
2. Fowler S, Allansmith M. Evolution of soft contact lens coatings. *Arch Ophthalmol* 1980; 98:95-99.
3. Hart DE, DePaolis M, Ratner BD, et al. Surface analysis of hydrogel contact lenses by ESCA. *Clao J* 1993; 19:169-173.
4. Leahy C, Mandell R, Lin S. Initial in-vivo tear protein deposition on individual hydrogel contact lenses. *Optom Vis Sci* 1990; 67:504-511.
5. Lin ST, Mandell RB, Leahy CD, et al. Protein accumulation on disposable extended wear lenses. *J Contact Lens Assoc Ophthalmol* 1991; 17:44-50.
6. Wedler FC, Illman BL, Horensky DS, et al. Analysis of protein and mucin components deposited on hydrophilic contact lenses. *Clin Exp Optom* 1987; 70:59-68.
7. Brennan NA, Coles M-LC. Deposits and symptomatology with soft contact lens wear. *Int Contact Lens Clin* 2000; 27:75-100.
8. Tripathi RC, Tripathi BJ, Ruben M. The pathology of soft contact lens spoilage. *Ophthalmology* 1980; 87:365-380.
9. Kersley HJ, Kerr C, Pierse D. Hydrophilic lenses for "continuous" wear in aphakia: definitive fitting and the problems that occur. *Br J Ophthalmol* 1977; 61:38-42.
10. Butrus SI, Klotz SA, Misra RP. The adherence of *Pseudomonas aeruginosa* to soft contact lenses. *Ophthalmology* 1987; 94:1310-1314.
11. Kotow M, Holden BA, Grant T. The value of regular replacement of low water content contact lenses for extended wear. *J Am Optom Assoc* 1987; 58:461-464.
12. Stern GA, Zam ZS. The effect of enzymatic contact lens cleaning on adherence of *Pseudomonas aeruginosa* to soft contact lenses. *Ophthalmology* 1987; 94:115-119.
13. Garrett Q, Milthorpe BK. Human serum albumin adsorption on hydrogel contact lenses in vitro. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1996; 37:2594-2602.
14. Jones L, Mann A, Evans K, et al. An in vivo comparison of the kinetics of protein and lipid deposition on group II and group IV frequent-replacement contact lenses. *Optom Vis Sci* 2000; 77:503-510.
15. Tighe BJ, Jones L, Evans K, et al. Patient-dependent and material-dependent factors in contact lens deposition processes. *Adv Exp Med Biol* 1998; 438:745-751.
16. Nilsson K. Preventing extended wear problems, the Swedish way. *Contact Lens Forum* 1983; 8(3):21-29.
17. Rengstorff R. 6 month soft lens replacements. *Optom Manag* 1983; 1983(Nov):43-47.
18. Lowther G. Truly disposable contact lenses: how close are we? *Int Contact Lens Clin* 1984; 11:584.
19. Donshik P, Weinstock F, Wechsler S. Disposable hydrogel contact lenses for extended wear. *J Contact Lens Assoc Ophthalmol* 1988; 14:191-194.
20. Schneider C, Meyler J. Soft contact lenses: past, present and future. *Optician* 2004; 227(5945):26-32.
21. Brennan NA, Coles ML, Comstock TL, et al. A 1-year prospective clinical trial of balafilcon A (PureVision) silicone-hydrogel contact lenses used on a 30-day continuous wear schedule. *Ophthalmology* 2002; 109:1172-1177.
22. Covey M, Sweeney DF, Terry R, et al. Hypoxic effects on the anterior eye of high-Dk soft contact lens wearers are negligible. *Optom Vis Sci* 2001; 78:95-99.
23. Keay L, Sweeney DF, Jalbert I, et al. Microcyst response to high Dk/t silicone hydrogel contact lenses. *Optom Vis Sci* 2000; 77:582-585.
24. Aakre BM, Ystenaes AE, Doughty MJ, et al. A 6-month follow-up of successful refits from daily disposable soft contact lenses to continuous wear of high-Dk silicone-hydrogel lenses. *Ophthalmic Physiol Opt* 2004; 24:130-141.
25. Brennan NA, Coles ML, Ang JH. An evaluation of silicone-hydrogel lenses worn on a daily wear basis. *Clin Exp Optom* 2006; 89:18-25.
26. Dumbleton K, Keir N, Moezzi A, et al. Objective and subjective responses in patients refitted to daily-wear silicone hydrogel contact lenses. *Optom Vis Sci* 2006; 83:758-768.
27. Fonn D, Dumbleton K. Dryness and discomfort with silicone hydrogel contact lenses. *Eye Contact Lens* 2003; 29:S101-104; discussion S115-108, S192-104.
28. Young G, Riley CM, Chalmers RL, et al. Hydrogel lens comfort in challenging environments and the effect of refitting with silicone hydrogel lenses. *Optom Vis Sci* 2007; 84:302-308.
29. Morgan P, Efron N, Woods CA, et al. International Contact Lens Prescribing Survey results from six countries provide a snapshot of contact lens prescribing around the world. *Contact Lens Spectrum* 2002; 17(1):42-45.
30. Morgan PB, Efron N, Woods CA, et al. International Contact Lens Prescribing in 2002. *Contact Lens Spectrum* 2003; 18(1):40-43.
31. Morgan PB, Efron N, Woods CA, et al. International Contact Lens Prescribing in 2003. *Contact Lens Spectrum* 2004; 19(1):34-37.
32. Morgan PB, Efron N, Woods CA, et al. International Contact Lens Prescribing in 2004. *Contact Lens Spectrum* 2005; 20(1):34-37.
33. Morgan PB, Efron N, Woods CA, et al. International Contact Lens Prescribing in 2005. *Contact Lens Spectrum* 2006; 21(1):35-39.
34. Morgan PB, Woods CA, Jones D, et al. International Contact Lens Prescribing in 2006. *Contact Lens Spectrum* 2007; 22(1):34-38.

35. Orsborn GN, Zantos SG. Practitioner survey: Management of dry eye symptoms in soft lens wearers. *Contact Lens Spectrum* 1989; 4(9):23-26.
36. Gellatly KW, Brennan NA, Efron N. Visual decrement with deposit accumulation of HEMA contact lenses. *Am J Optom Physiol Opt* 1988; 65:937-941.
37. Rudko P, Proby J. A method for classifying and describing protein deposition on the hydrophilic contact lens. *Allergan Report Series* 1974; No 94.
38. Kaye DB, Hayashi MN, Schenkein JB. A disposable contact lens program: a preliminary report. *Clao J* 1988; 14:33-37.
39. Richard NR, Anderson JA, Tasevska ZG, et al. Evaluation of tear protein deposits on contact lenses from patients with and without giant papillary conjunctivitis. *Clao J* 1992; 18:143-147.
40. Josephson JE, Caffery BE, Campbell I, et al. Disposable contact lenses vs. contact lens maintenance for extended wear. *Clao J* 1990; 16:184-188.
41. Jones L, Franklin V, Evans K, et al. Spoilation and clinical performance of monthly vs. three monthly Group II disposable contact lenses. *Optom Vis Sci* 1996; 73:16-21.
42. Pritchard N, Fonn D, Weed K. Ocular and subjective responses to frequent replacement of daily wear soft contact lenses. *Clao J* 1996; 22:53-59.
43. Solomon OD, Freeman MI, Boshnick EL, et al. A 3-year prospective study of the clinical performance of daily disposable contact lenses compared with frequent replacement and conventional daily wear contact lenses. *Clao J* 1996; 22:250-257.
44. Nason RJ, Boshnick EL, Cannon WM, et al. Multisite comparison of contact lens modalities. Daily disposable wear vs. conventional daily wear in successful contact lens wearers. *J Am Optom Assoc* 1994; 65:774-780.
45. Bleshoy H, Guillon M, Shah D. Influence of contact lens material surface characteristics on replacement frequency. *Int Contact Lens Clin* 1994; 21:82-94.
46. Jones L, Senchyna M, Glasier MA, et al. Lysozyme and lipid deposition on silicone hydrogel contact lens materials. *Eye Contact Lens* 2003; 29:S75-79; discussion S83-74, S192-194.
47. Carney FP, Nash WL, Sentell KB. The adsorption of major tear film lipids in vitro to various silicone hydrogels over time. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008; 49:120-124.
48. Ilhan B, Irkec M, Orhan M, et al. Surface deposits on frequent replacement and conventional daily wear soft contact lenses: a scanning electron microscopic study. *Clao J* 1998; 24:232-235.
49. Boswall GJ, Ehlers WH, Luistro A, et al. A comparison of conventional and disposable extended wear contact lenses. *Clao J* 1993; 19:158-165.
50. Nason RJ, Vogel H, Tarbell BJ, et al. A clinical evaluation of frequent replacement contact lenses on patients currently wearing premium reusable daily wear soft contact lenses. *J Am Optom Assoc* 1993; 64:188-195.
51. Sulley A, Meyler J. A comparison of patient satisfaction between monthly and two-weekly replacement. *Optician* 2001; 222(5817):20-26.
52. Nilsson SEG, Söderqvist M. Clinical performance of a daily disposable contact lens a 3-month prospective study. *J Br Contact Lens Assoc* 1995; 18.
53. Jones L, Jones D, Simpson T. The impact of replacement frequency and care regime on subjective satisfaction with disposable/frequent replacement lenses. *Optom Vis Sci* 1999; 76(suppl.):172.
54. Snyder C, Hammack GG. Daily disposed hydrogel lenses—a comparison with biweekly replacement. *J Am Optom Assoc* 1994; 65:164-168.
55. Poggio EC, Abelson M. Complications and symptoms in disposable extended wear lenses compared with conventional soft daily wear and soft extended wear lenses. *Clao J* 1993; 19:31-39.
56. Malet F, Schnider CM. Influence of replacement schedule and care regimen on patient comfort and satisfaction with daily wear frequent-replacement contact lenses. *Clao J* 2002; 28:124-127.
57. Hayes VY, Schnider CM, Veys J. An evaluation of 1-day disposable contact lens wear in a population of allergy sufferers. *Cont Lens Anterior Eye* 2003; 26:85-93.
58. Frangie J, Schiller S. Understanding lens performance Hill LA. for wearers of monthly replacement contact lenses. *Optometry Today* 2008; 48:39-42.
59. Efron N, Morgan PB. Rethinking contact lens associated keratitis. *Clin Exp Optom* 2006; 89:280-298.
60. Sankaridurg PR, Sweeney DF, Sharma S, et al. Adverse events with extended wear of disposable hydrogels: results for the first 13 months of lens wear. *Ophthalmology* 1999; 106:1671-1680.
61. Szczołka-Flynn L, Debanne SM, Cheruvu VK, et al. Predictive factors for corneal infiltrates with continuous wear of silicone hydrogel contact lenses. *Arch Ophthalmol* 2007; 125:488-492.
62. Imamura Y, Chandra J, Mukherjee PK, et al. *Fusarium* and *Candida albicans* biofilms on soft contact lenses: model development, influence of lens type, and susceptibility to lens care solutions. *Antimicrob Agents Chemother* 2008; 52:171-182.
63. Stapleton F, Dart J. *Pseudomonas* keratitis associated with biofilm formation on a disposable soft contact lens. *Br J Ophthalmol* 1995; 79:864-865.
64. Holden BA, La Hood D, Grant T, et al. Gram-negative bacteria can induce contact lens related acute red eye (CLARE) responses. *Clao J* 1996; 22:47-52.
65. Sankaridurg PR, Sharma S, Willcox M, et al. Bacterial colonization of disposable soft contact lenses is greater during corneal infiltrative events than during asymptomatic extended lens wear. *J Clin Microbiol* 2000; 38:4420-4424.
66. Sankaridurg PR, Sharma S, Willcox M, et al. Colonization of hydrogel lenses with *Streptococcus pneumoniae*: risk of development of corneal infiltrates. *Cornea* 1999; 18:289-295.
67. Sankaridurg PR, Willcox MD, Sharma S, et al. *Haemophilus influenzae* adherent to contact lenses associated with production of acute ocular inflammation. *J Clin Microbiol* 1996; 34:2426-2431.

68. Cohen E, Gonzales C, Leavitt K, et al. Corneal ulcers associated with contact lenses including experience with disposable lenses. *J Contact Lens Assoc Ophthalmol* 1991; 17.
69. Efron N, Wohl A, Toma N, et al. Pseudomonas corneal ulcers associated with daily wear of disposable contact lenses. *Int Contact Lens Clin* 1991; 18:46-52.
70. Killingsworth D, Stern G. Pseudomonas keratitis associated with the use of disposable soft contact lenses. *Arch Ophthalmol* 1989; 107:795-796.
71. Maguen E, Tsai J, Martinez M, et al. A retrospective study of disposable extended-wear lenses on 100 patients. *Ophthalmol* 1991; 98:1685-1689.
72. Buehler PO, Schein OD, Stamler JF, et al. The increased risk of ulcerative keratitis among disposable soft contact lens users. *Arch Ophthalmol* 1992; 110:1555-1558.
73. Dart JK, Radford CF, Minassian D, et al. Risk Factors for Microbial Keratitis with Contemporary Contact Lenses A Case-Control Study. *Ophthalmology* 2008; 115:1647-1654, 1654 e1641-1643.
74. Matthews TD, Frazer DG, Minassian DC, et al. Risks of keratitis and patterns of use with disposable contact lenses. *Arch Ophthalmol* 1992; 110:1559-1562.
75. Radford CF, Minassian DC, Dart JK. Disposable contact lens use as a risk factor for microbial keratitis. *Br J Ophthalmol* 1998; 82:1272-1275.
76. Schein OD, Buehler PO, Stamler JF, et al. The impact of overnight wear on the risk of contact lens-associated ulcerative keratitis. *Arch Ophthalmol* 1994; 112:186-190.
77. Weissman BA, Mondino BJ. Risk factors for contact lens associated microbial keratitis. *Cont Lens Anterior Eye* 2002; 25:3-9.
78. Stapleton F, Dart JK, Seal DV, et al. Epidemiology of Pseudomonas aeruginosa keratitis in contact lens wearers. *Epidemiol Infect* 1995; 114:395-402.
79. Donshik P, Long B, Dillehay SM, et al. Inflammatory and mechanical complications associated with 3 years of up to 30 nights of continuous wear of lotrafilcon A silicone hydrogel lenses. *Eye Contact Lens* 2007; 33:191-195.
80. Marshall EC. Disposable vs. non-disposable contact lenses the relative risk of ocular infection. *J Am Optom Assoc* 1992; 63:28-34.
81. Nilsson S, Montan P. The hospitalized cases of contact lens induced keratitis in Sweden and their relation to lens type and wear schedule: results of a three-year retrospective study. *CLAOJ* 1994; 20:97-101.
82. Nilsson S, Montan P. The annualized incidence of contact lens induced keratitis in Sweden and its relation to lens type and wear schedule: results of a three-month prospective study. *CLAOJ* 1994; 20:225-230.
83. Cheng KH, Leung SL, Hoekman HW, et al. Incidence of contact-lens-associated microbial keratitis and its related morbidity. *Lancet* 1999; 354:181-185.
84. Poggio E, Glynn R, Schein O, et al. The incidence of ulcerative keratitis among users of daily-wear and extended-wear soft contact lenses. *N Eng J Med* 1989; 321:779-783.
85. Morgan PB, Efron N, Hill EA, et al. Incidence of keratitis of varying severity among contact lens wearers. *Br J Ophthalmol* 2005; 89:430-436.
86. Schein OD, McNally JJ, Katz J, et al. The incidence of microbial keratitis among wearers of a 30-day silicone hydrogel extended-wear contact lens. *Ophthalmology* 2005; 112:2172-2179.
87. Stapleton F, Keay L, Edwards K, et al. The Incidence of Contact Lens-Related Microbial Keratitis in Australia. *Ophthalmology* 2008; 115:1655-1662.
88. Dart JK, Stapleton F, Minassian D. Contact lenses and other risk factors in microbial keratitis. *Lancet* 1991; 338:650-653.
89. Schein OD, Glynn RJ, Poggio EC, et al. 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* 1989; 321:773-778.
90. Keay L, Radford C, Dart JK, et al. Perspective on 15 years of research: reduced risk of microbial keratitis with frequent-replacement contact lenses. *Eye Contact Lens* 2007; 33:167-168.
91. Morgan PB. Daily disposable contact lenses: have they added to the market. *Optometry Today* 2004:34-39.
92. Donshik PC, Suchecki JK, Ehlers WH. Peripheral corneal infiltrates associated with contact lens wear. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1995; 93:49-60; discussion 60-44.
93. Szczotka-Flynn L, Diaz M. Risk of corneal inflammatory events with silicone hydrogel and low dk hydrogel extended contact lens wear: a meta-analysis. *Optom Vis Sci* 2007; 84:247-256.
94. Saw SM, Ooi PL, Tan DT, et al. Risk factors for contact lens-related fusarium keratitis: a case-control study in Singapore. *Arch Ophthalmol* 2007; 125:611-617.
95. Joslin CE, Tu EY, Shoff ME, et al. The association of contact lens solution use and Acanthamoeba keratitis. *Am J Ophthalmol* 2007; 144:169-180.
96. Dumbleton K. Adverse events with silicone hydrogel continuous wear. *Cont Lens Anterior Eye* 2002; 25:137-146.
97. Michaud L, Giasson CJ. Overwear of contact lenses: increased severity of clinical signs as a function of protein adsorption. *Optom Vis Sci* 2002; 79:184-192.
98. Guillon M, Allary JC, Guillon JP, et al. Clinical management of regular replacement. *Int Contact Lens Clin* 1992; 10:104-120.
99. Skotnitsky CC, Naduvilath TJ, Sweeney DF, et al. Two presentations of contact lens-induced papillary conjunctivitis (CLPC) in hydrogel lens wear: local and general. *Optom Vis Sci* 2006; 83:27-36.
100. Ehlers WH, Donshik PC. Giant papillary conjunctivitis. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2008; 8:445-449.
101. Elgebaly SA, Donshik PC, Rahhal F, et al. Neutrophil chemotactic factors in the tears of giant papillary conjunctivitis patients. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991; 32:208-213.
102. Ballow M, Donshik PC, Rapacz P, et al. Immune responses in monkeys to lenses from patients with contact lens induced giant papillary conjunctivitis. *Clao J* 1989; 15:64-70.
103. Donshik PC, Ballow M. Tear immunoglobulins in giant papillary conjunctivitis induced by contact lenses. *Am J Ophthalmol* 1983; 96:460-466.

104. Bucci FA, Jr., Lopatynsky MO, Jenkins PL, et al. Comparison of the clinical performance of the Acuvue disposable contact lens and CSI lens in patients with giant papillary conjunctivitis. *Am J Ophthalmol* 1993; 115:454-459.
105. Porazinski AD, Donshik PC. Giant papillary conjunctivitis in frequent replacement contact lens wearers: a retrospective study. *Clao J* 1999; 25:142-147.
106. Donshik PC. Giant papillary conjunctivitis. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1994; 92:687-744.
107. Santodomingo-Rubido J, Wolffsohn JS, Gilmartin B. Adverse events and discontinuations during 18 months of silicone hydrogel contact lens wear. *Eye Contact Lens* 2007; 33:288-292.
108. Dumbleton K. Noninflammatory silicone hydrogel contact lens complications. *Eye Contact Lens* 2003; 29:S186-189; discussion S190-181, S192-184.
109. Donshik PC. Contact lens chemistry and giant papillary conjunctivitis. *Eye Contact Lens* 2003; 29:S37-39; discussion S57-39, S192-194.
110. Poggio EC, Abelson MB. Complications and symptoms with disposable daily wear contact lenses and conventional soft daily wear contact lenses. *Clao J* 1993; 19:95-102.
111. Suchecki JK, Ehlers WH, Donshik PC. A comparison of contact lens-related complications in various daily wear modalities. *Clao J* 2000; 26:204-213.
112. Hamano H, Watanabe K, Hamano T, et al. A study of the complications induced by conventional and disposable contact lenses. *Clao J* 1994; 20:103-108.
113. Sankaridurg PR, Sweeney DF, Holden BA, et al. Comparison of adverse events with daily disposable hydrogels and spectacle wear: results from a 12-month prospective clinical trial. *Ophthalmology* 2003; 110:2327-2334.
114. Donshik PC, Ehlers WH, Anderson LD, et al. Strategies to better engage, educate, and empower patient compliance and safe lens wear: compliance: what we know, what we do not know, and what we need to know. *Eye Contact Lens* 2007; 33:430-433; discussion 434.
115. Mah-Sadorra JH, Yavuz SG, Najjar DM, et al. Trends in contact lens-related corneal ulcers. *Cornea* 2005; 24:51-58.
116. Rattanatham T, Heng WJ, Rapuano CJ, et al. Trends in contact lens-related corneal ulcers. *Cornea* 2001; 20:290-294.
117. Lam DS, Houang E, Fan DS, et al. Incidence and risk factors for microbial keratitis in Hong Kong: comparison with Europe and North America. *Eye* 2002; 16:608-618.
118. Chun MW, Barnhart Fox L, Zhou AJ. Disposable and frequent replacement hydrogel contact lenses, in *Clinical contact lens practice*, E.S. Bennett and B.A. Weissman, Editors. 2005, Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia. p. 431-446.
119. Niyadurupola N, Illingworth CD. Acanthamoeba keratitis associated with misuse of daily disposable contact lenses. *Cont Lens Anterior Eye* 2006; 29:269-271.
120. Munneke R, Lash SC, Prendiville C. A case of a pseudomonas corneal ulcer in an occasional use daily disposable contact lens wearer. *Eye Contact Lens* 2006; 32:94-95.
121. Nilsson SE. Ten years of disposable contact lenses – a review. *Contact Lens Ant Eye* 1997; 20:119-128.
122. Asbell PA, Dunn MJ, Schechter CB, et al. Compliance in the care of disposable contact lenses: the effect of patients' health beliefs. *Clao J* 1993; 19:150-152.
123. Coopersmith L, Weinstock FJ. Current recommendations and practice regarding soft lens replacement and disinfection. *Clao J* 1997; 23:172-176.
124. Gray TB, Cursons RT, Sherwan JF, et al. Acanthamoeba, bacterial, and fungal contamination of contact lens storage cases. *Br J Ophthalmol* 1995; 79:601-605.
125. Dyavaiah M, Ramani R, Chu DS, et al. Molecular characterization, biofilm analysis and experimental biofouling study of *Fusarium* isolates from recent cases of fungal keratitis in New York State. *BMC Ophthalmol* 2007; 7:1.
126. Voyatzis G, McElvanney A. Bilateral Acanthamoeba keratitis in an experienced two-weekly disposable contact lens wearer. *Eye Contact Lens* 2007; 33:201-202.
127. Richdale K, Sinnott LT, Skadahl E, et al. Frequency of and factors associated with contact lens dissatisfaction and discontinuation. *Cornea* 2007; 26:168-174.
128. Nichols JJ, Mitchell L, Zadnik K. Daily disposable vs. disposable extended wear: a contact lens clinical trial. *Optom Vis Sci* 2000; 77:637-647.
129. Young G, Veys J, Pritchard N, et al. A multi-centre study of lapsed contact lens wearers. *Ophthalmic Physiol Opt* 2002; 22:516-527.
130. Efron N, Morgan PB, Morgan SL. Accuracy and reproducibility of one day disposable contact lenses. *Int Contact Lens Clin* 1999; 26:168-173.
131. Ehlers WH, Donshik PC, Suchecki JK. Disposable and frequent replacement contact lenses. *Ophthalmol Clin North Am* 2003; 16:341-352.
132. Karlgard CC, Jones LW, Moresoli C. Survey of bandage lens use in North America, October-December 2002. *Eye Contact Lens* 2004; 30:25-30.

ACUVUE®, 1-DAY ACUVUE® TruEye® und Eye Health Advisor®

sind eingetragene Markenzeichen von Johnson & Johnson Vision Care.

Johnson & Johnson Vision Care ist ein Geschäftsbereich von Johnson & Johnson Medical GmbH, Oststraße 1, D-22844 Norderstedt.

© Johnson & Johnson Vision Care 2012.

Alle weiteren hier genannten Markennamen sind eingetragene Warenzeichen des hier genannten Herstellers.