

## Ursache, Folgen und Management

# Kontaktlinsenbedingtes trockenes Auge

Daniela S. Nosch, FHNW Olten

**Mangelnder Tragekomfort von Kontaktlinsen (KL), besonders gegen Ende des Tages, ist verbreitet.<sup>1</sup> Das häufigste Symptom sind trockene Augen, über die 70 % der KL-Nutzer berichten.<sup>2,3</sup> Etwa ein Drittel von ihnen steigt daher aus und sucht nach einer Alternative für die Korrektur der Fehlsichtigkeit.<sup>1</sup> Das kontaktlinsenbedingte trockene Auge («Contact Lens Induced Dry Eye», CLIDE) definiert sich durch Symptome des trockenen Auges während des Kontaktlinsentragens, welche unmittelbar nach dem Absetzen der Kontaktlinsen wieder abklingen.<sup>1</sup> Weil weiche KL 90 % des Marktes ausmachen<sup>4</sup> und weil CLIDE in erster Linie Träger:innen von weichen KL betrifft,<sup>5,6</sup> bezieht sich dieser Beitrag ausschliesslich auf weiche KL.**

## Entstehung von CLIDE

Eine Kontaktlinse (KL) auf der Augenvorderfläche teilt den Tränenfilm in zwei Schichten: eine vor und eine hinter der Linse. Die Tränenfilmschichten sind auf beiden Seiten wesentlich dünner als ohne KL, und das Tränenvolumen ist insgesamt reduziert. Die Tränenfilmdicke beträgt auf der KL-Vorderfläche ca. 2 µm, hinter der KL etwa 1 µm.<sup>7,8</sup> Insbesondere die Lipidschicht des Tränenfilms auf der Linsenvorderfläche ist wesentlich dünner bis gar nicht mehr vorhanden; die Verdunstungsrate erhöht sich entsprechend um den Faktor 1.2–1.6.<sup>9,10</sup>

Das beeinträchtigt erheblich die Tränenfilmstabilität.<sup>3,7,10</sup> Die Folge sind inkomplette Lidschläge, eine schlechte Benetzung, erhöhte Verdunstungsrate auf und unter der KL sowie eine erhöhte Lidschlagfrequenz.<sup>3,11</sup> Zwischen der KL und der Augenvorderfläche kommt es vermehrt zu Reibung und einem Temperaturanstieg,<sup>12</sup> was wiederum eine erhöhte Osmolarität und (subklinische) Entzündungsprozesse begünstigt.<sup>13</sup> Eine vorübergehende Erhöhung der Dichte von Langerhans-Zellen wurde in der Hornhaut und Konjunktiva gezeigt.<sup>14</sup>

Problematisch für das Management ist, dass man hier eine ähnliche Diskrepanz zwischen Symptomen und Befunden wie beim pathologisch trockenen Auge antrifft:<sup>15</sup> Viele symptomatische KL-Träger:innen zeigen keine klinischen Befunde.<sup>16</sup> Verkompliziert wird die Diagnose dadurch, dass die Ergebnisse der klinischen Untersuchungen durch eine hohe Variabilität beeinträchtigt werden.<sup>17</sup> CLIDE («Contact Lens Induced Dry Eye»)

ist wie das pathologisch trockene Auge multifaktoriell, was das Flussdiagramm des Tear Film and Ocular surface (TFOS) International Workshops on CL Discomfort veranschaulicht (Abb. 1).<sup>18</sup>

Für CLIDE sind die KL selbst oder die Umgebung ursächlich: Bei den Kontaktlinsenfaktoren spielen die Materialzusammensetzung (beispielsweise Lubrizität, Wassergehalt und Benetzungseigenschaften), das Linsen- und das Randdesign (Dicke, Schärfe, Kontur), der Dickenquerschnitt, der ausgeübte Druck auf die Augenvorderfläche, das Sitzverhalten, der Tragemodus und die Linsenpflege eine Rolle. Die Lubrizität, also Glätte und Benetzbarkeit der KL-Oberfläche, beeinflussen massgeblich den Grad der Reibung zwischen der KL-Oberfläche und dem Lidrand.<sup>19,20</sup> Dehydratation sollte den KL-Sitz beeinflussen können.<sup>21–23</sup> Obwohl

eine hohe Sauerstoffdurchlässigkeit wichtig für eine gute Hornhautphysiologie und für die Vermeidung eines Ödems ist, scheint sie für den Tragekomfort von KL nicht ausschlaggebend zu sein.<sup>24</sup>

**Kontaktlinsenmaterialien und -designs** sind wichtig für die Bewegung und Zentrierung der KL. Da Tauschlinsen mit festen Parametern den Markt dominieren, kann der individuelle Einfluss von Material, Design und Dicke im Einzelnen nur schwer beurteilt werden, da diese Parameter sich gegenseitig beeinflussen. Die Beschaffenheit des Linsenrandes dürfte sich auf Hornhaut, Bindehaut und Augenlider auswirken. Weiter ist die tägliche Tragezeit relevant und ob die KL über Nacht getragen wird. Der Austauschrhythmus (täglich, wöchentlich, zweiwöchentlich, monatlich, halbjährlich etc.) kann einen Einfluss haben, denn Ablagerungen auf der Lin-

Abbildung Classification of CLD siehe Originalpublikation

**Abb. 1** Multifaktorielle Gründe und Ursachen für die Entwicklung von CLIDE.<sup>18</sup> (© IOVS, License ID 1395262-1)

senoberfläche oder im Linsenmaterial entstehen infolge von Interaktionen mit Inhaltsstoffen des Pflegeprodukts und/oder der Porengrösse des Materials,<sup>25–30</sup> welche auch durch das Sitz- und Trageverhalten beeinflusst werden.

In Bezug auf die Umgebung unterscheidet man zwischen vorgegebenen Faktoren (Geschlecht, Alter, Ethnie, okuläre und systemische Erkrankungen) und beeinflussbaren Faktoren wie beispielsweise Medikation und Compliance. Jüngeres Alter, das weibliche Geschlecht, beeinträchtigte Tränenfilmqualität, saisonale Allergien und einige systemische Medikamente erhöhen das Risiko für CLIDE.<sup>16</sup> Die äussere Umgebung ist unter anderem relevant für die Tränenfilmstabilität und das Lidschlagverhalten; auswirken können sich Luftfeuchtigkeit und -qualität (z. B. Allergene und Luftverschmutzung) und die Tätigkeit der betroffenen Person (Bildschirmtätigkeit, Staub, Dampf am Arbeitsplatz).

Die beginnenden Symptome werden häufig zunächst mit einer gewissen Kämpfennatur bewältigt. Aufgrund des instabilen Tränenfilms kommen aber Störungen hinzu. Die komfortable Tragezeit nimmt laufend ab, woraufhin die tägliche KL- Tragedauer verkürzt wird. Das Linsentragen wird sporadischer und schliesslich ganz aufgegeben. Dies geschieht also nicht von einem Tag auf den anderen, sondern entwickelt sich über eine gewisse Zeit. Somit ist eine engmaschige Begleitung vor allem unmittelbar nach der KL-Anpassung essenziell, um frühzeitig entgegenzuwirken. Die meisten Kontaktlinsennutzer steigen innerhalb der ersten zwei Jahre aus.<sup>31</sup>

## Auswirkungen von CLIDE

Die Auswirkungen von CLIDE können anhand von Anzeichen bzw. Veränderungen in unterschiedlicher Ausprägung an der Augenvorderfläche festgestellt werden:

### Tränenfilmaufreisszeit, Kontaktlinsenbenetzung und Lipidschicht

Die Tränenfilmaufreisszeit (break-up time, BUT) ist ein guter Indikator für die Tränenfilmstabilität. Sie kann invasiv mit der Beigabe von Fluoreszein in den Tränenfilm (BUT) oder nicht-invasiv mit Hilfe der Projektion eines Placido-Gitters auf die Hornhaut (NIBUT) bestimmt werden. NIBUT ist die bevorzugte Methode, da Fluoreszein die Tränenfilmsta-

bilität und somit die Genauigkeit der Messung beeinträchtigt.<sup>35</sup> Hierbei spielen die Kontrolle der Flüssigkeitsmenge und daher der variable pH-Wert,<sup>36</sup> die individuelle Beleuchtungshelligkeit am Spaltlampenmikroskop wie auch die Untersuchervariabilität eine Rolle.<sup>37</sup>

Die reduzierte Tränenfilmstabilität auf der Linsenvorderfläche *in situ* bestätigt sich durch eine auf 3–10 s verkürzte NIBUT (bei normalem Tränenfilm ohne KL > 10 s).<sup>38</sup> In der Folge reisst der Tränenfilm häufiger auf, bevor ein Lidschlag ausgelöst wird.<sup>39</sup> Der Ocular Protection Index besagt, dass ein Lidschlagintervall länger sein sollte als die Tränenfilmaufreisszeit, damit die Augenvorderfläche optimal geschützt ist.<sup>40</sup> Die Untersuchung der Tränenfilmdynamik könnte zur Beurteilung des Behandlungserfolges hilfreich sein.

Eine reduzierte Kontaktlinsenbenetzung beeinträchtigt den Komfort.<sup>41,42</sup> Aber das Verhältnis zwischen Benetzung und KL-Komfort ist kompliziert: gemäss vielen Studien verbesserte eine stärkere Oberflächenbenetzung nicht automatisch den Komfort.<sup>43</sup> Wurde der Reibungskoeffizient durch eine zusätzliche KL-Beschichtung reduziert, erhöhte sich der Komfort.<sup>34</sup> Mit optimaler KL-Pflege und/oder kürzeren Austauschintervallen wurde die Oberfläche als «sauberer» und angenehmer empfunden.<sup>44</sup>

Welche Rolle spielen Muzine, Lipide und Proteine? Die konjunktivale Impressionszytologie ergab, dass sich die Becherzell-dichte durch Reibung der KL an der Augenvorderfläche reduziert und ihre Funktion beeinträchtigt.<sup>45</sup> Muzine spielen eine zentrale Rolle für den Schutz des Hornhautepithels gegen Hyperosmolarität. Bei KL-Dyskomfort konnte eine Abnahme von MUC5AC gezeigt werden, aber die Konzentration dieses Muzins ist auch bei asymptomatischen KL-Trägern reduziert.<sup>46</sup>

Lipide tragen massgeblich dazu bei, die Oberflächenspannung im Tränenfilm zu reduzieren: sie haben zwei Drittel der Oberflächenspannung von Wasser. Ihre Hauptaufgabe ist es, die Verdunstungsrate der wässrigen Tränenfilmschicht zu halten. Die Lipidschicht hat eine Dicke von 50–100 nm. Sie wird von den Meibomdrüsen, zu einem geringeren Anteil von den Moll- und Zeissdrüsen produziert<sup>47</sup> und setzt sich aus einer oberflächlichen nicht-polaren und einer inneren polaren Schicht zusammen. Eine verdün-

nte Lipidschicht und insbesondere degradierte Lipide, Leukotrien B4 und Peroxidationsprodukte sowie das Enzym sekretorische Phospholipase A2 im Tränenfilm wurden mit KL-Dyskomfort in Verbindung gebracht.<sup>9,48,49</sup>

Die Rolle von Proteinen auf der KL-Oberfläche bei KL-Komfortproblemen ist noch unklar. Die Konzentration von Lactoferrin und Lysozym scheint nicht massgeblich verändert zu sein, aber möglicherweise ist die von Lipocalin erhöht.<sup>10,50</sup> Die Bedeutung von Cytokinen ist ebenfalls noch ungeklärt.<sup>51,52</sup>

### Temperatur an der Augenvorderfläche

Auf der KL-Vorderfläche wird eine tiefere Tränenfilmtemperatur,<sup>53</sup> auf der Cornea-Vorderfläche eine höhere Temperatur gemessen, was die Verdunstung beschleunigt.<sup>54</sup>

### Tränenfilmmeniskus

Die Höhe des Tränenfilmmeniskus, in der Mitte des unteren Augenlids unmittelbar nach dem Lidschlag gemessen, reduziert sich beim Tragen von KL im Verlauf des Tages um ca. ein Drittel<sup>55,56</sup> und korreliert mit dem Schweregrad von KL-Dyskomfort.<sup>57</sup>

### Lidschlagverhalten

Ein Lidschlag verteilt den Tränenfilm gleichmässig auf der Augenvorderfläche, fördert die Sekretion von Meibum aus den Meibomdrüsen und die Verteilung von Lipid auf der Augenoberfläche. Vermehrt inkomplette Lidschläge beeinträchtigen die Linsnbewegung sowie die gleichmässige Verteilung des Tränenfilms auf der Linsenvorderfläche und reduzieren den Tränenfilmaustausch unter der KL. Dies führt auch zu Sehstörungen. Eine erhöhte Lidschlagfrequenz korreliert mit der Symptomatik des trockenen Auges und der Hornhautsensibilität.<sup>58–60</sup> Beim KL-Tragen werden hierfür eine mangelnde Tränenfilmstabilität, Sehstörungen und symptomatische Reizung genannt.<sup>59,61</sup>

### Hornhautsensibilität

Die oberflächlichen sensorischen Nerven in der Hornhaut spielen eine wesentliche Rolle für die Integrität der Hornhaut: Sie reagieren auf Fremdkörper sowie schädliche Substanzen und lösen Schmerz, Irritation, Trockenheit, Juckreiz, Lidschläge und Lakrimation aus.<sup>62,63</sup> Sie detektie- →

ren eine Abkühlung des verdünnten Tränenfilms und sind für die Basissekretion des Tränenfilms verantwortlich, indem sie via Hirnkreisläufe die Tränendrüse innervieren.<sup>32,33,58</sup> Weiter kommt ihnen eine neurotrophe Rolle für die Erhaltung der kornealen Integrität zu.<sup>64,65</sup>

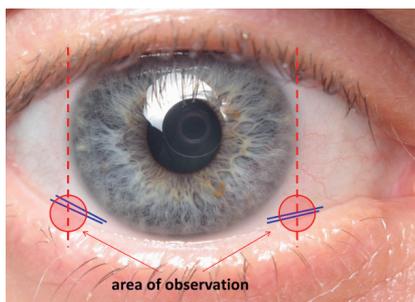
Es wird postuliert, dass Hyperosmolarität und die Hornhautsensibilität ansteigen.<sup>66,67</sup> Der Unterschied zwischen symptomatischem und asymptomatischem KL-Tragen ist bislang wenig erforscht, aber eine Studie zeigte, dass symptomatische KL-Träger:innen empfindlicher auf überschwellige Stimuli reagierten.<sup>68</sup> Gemäss einer anderen Studie nimmt die Hornhautsensibilität mit zunehmender Symptomatik ab.<sup>69</sup>



**Abb. 2** Hornhautstippungen im inferioren Bereich der Hornhaut.



**Abb. 3** Bulbäre konjunktivale Hyperämie (mit freundlicher Genehmigung von Johnson & Johnson Vision Care)



**Abb. 4** Die Bestimmung von lidparallelen konjunktivalen Falten (LIPCOF). (mit freundlicher Genehmigung von Dr. Heiko Pult)

Klinische Studien und Erfahrungen bestätigen, dass CLIDE vor allem ein Problem beim Tragen von weichen KL darstellt. Träger:innen von formstabilen KL sind kaum von Symptomen des trockenen Auges gegen Ende des Tages betroffen.<sup>5,6</sup> Unter einer weichen KL ist die Hornhaut quasi isoliert, sie wird von einem dünnen und stagnierenden Tränenfilm bedeckt. Da der Tränenfilm unter der KL auch etwas wärmer ist, wird postuliert, dass die darunterliegenden Nervenenden im Hornhautepithel die Verdünnung des Tränenfilms nicht detektieren können und ihre Aktivität somit verhindert oder erheblich reduziert wird. Eine reduzierte Tränenfilmproduktion ist die Folge.<sup>32,33</sup> Viele Kontaktlinsenträger beschreiben unmittelbar nach dem Absetzen ihrer KL ein kurzes brennendes Gefühl. Das könnte die Reaktivierung dieser Hornhautnervenenden als Antwort auf den stark verdünnten Tränenfilm andeuten.

### Hornhautstippungen

Hornhautstippungen (Abb. 2) werden vor allem im inferioren Hornhautbereich festgestellt, vor allem auch durch inkomplette Lidschläge verursacht.<sup>70</sup> Fluoreszein betritt das Zytoplasma von verletzten noch lebenden Zellen. Lissamingrün färbt die Zellmembran von abgestorbenen oder verletzten Zellen an und ist sehr spezifisch für das trockene Auge.

### Bulbäre Hyperämie

Die bulbäre konjunktivale Hyperämie (Abb. 3) steht als unspezifischer Befund mit einer Vielzahl von Erkrankungen der Augenoberfläche in Verbindung. Beim Tragen von KL sollten die Augen vor allem auf limbale Rötung untersucht werden, die auf eine mangelnde Sauerstoffversorgung hindeuten kann.<sup>71,72</sup> Bei CLIDE kann eine Zunahme der bulbären Hyperämie beobachtet werden, was die Antwort auf einen Entzündungsprozess sein kann.<sup>13</sup>

### Lidparallele konjunktivale Falten (LIPCOF)

Lidparallele konjunktivale Falten (LIPCOF, Abb. 4) werden temporal senkrecht zum Limbus und nasal auf der bulbären Bindehaut oberhalb des unteren Lidrands beurteilt. Sie entstehen bei mangelnder Benetzung durch Reibung zwischen Lidrand und Augenvorderfläche.<sup>73</sup> Bei CLIDE wurde eine Zunahme von LIPCOF beobachtet.<sup>74–76</sup>

### Lidwiper-Epitheliopathie (LWE)

Der Lidwiper stellt eine empfindliche Region am Lidrand dar: Es handelt sich um einen schmalen Bereich der Lidrandbindehaut, der während eines Lidschlags direkt mit der Augenoberfläche in Kontakt kommt. Zur Beurteilung einer Lidwiper-Epitheliopathie (LWE) wird mit Fluoreszein und Lissamingrün angefärbt. Der Grad der Anfärbung spiegelt das Ausmass des physischen Traumas dieser Augenlidregion wider.<sup>77</sup> Es handelt sich um eine Reibung mit der Hornhaut oder einer weichen KL, insbesondere wenn das Tränenvolumen verringert und die Benetzung unzureichend ist, besonders wenn eine gewisse Kontamination der Linsenoberfläche festgestellt werden kann. Eine erhöhte Verdunstungsrate bei reduzierter Lipidschicht ist ursächlich für LWE, deren Prävalenz beim Tragen von weichen und formstabilen KL erhöht ist.<sup>78</sup> In Bezug auf KL-Tragekomfort ist die publizierte Literatur widersprüchlich.<sup>74,75,79</sup>

### Meibografie

Die Auswirkungen des KL-Tragens auf die Morphologie der Meibomdrüsen werden kontrovers diskutiert.<sup>80</sup> Ein Review fand in der publizierten Literatur einen deutlichen Zusammenhang, jedoch seien für eine solidere Evidenz noch grössere Studien notwendig.<sup>81</sup> In Bezug auf mangelnden KL-Komfort und die Morphologie der Meibomdrüsen berichteten einige Studien über Unterschiede,<sup>75,82,83</sup> andere konnten diese nicht finden.<sup>3,84</sup> Während man sich einig ist, dass Veränderungen in den Meibomdrüsen vor der KL-Anpassung trockene Augen mit KL begünstigt, wird kontrovers diskutiert, ob das KL-Tragen per se Veränderungen in den Meibomdrüsen verstärkt.<sup>85</sup> Eine Studie berichtet KL-induzierte Veränderungen während der ersten zwei Jahre, welche anschliessend aber stabil blieben / stagnierten.<sup>86</sup>

### Prädiktoren für CLIDE

Folgende Variablen könnten die Entwicklung von CLIDE begünstigen und sollten daher vor der KL-Anpassung beurteilt werden: Tränenfilmaufreisszeit, Tränenfilmqualität, inkomplette Lidschläge, bereits bestehende Symptomatik von trockenen Augen, Meibografie, LIPCOF und möglicherweise LWE.

**Zusammenfassend** wirkt sich das Tragen weicher Kontaktlinsen negativ auf den Tränenfilm aus. Da dieser in ständiger Wechselwirkung mit der Kontaktlinse steht, ist es unerlässlich, die Tränenfilmmenge und -qualität zu optimieren, vor oder von Beginn des Linsentragens an. Durch einen umfassenden und systematischen Ansatz bei der klinischen Beurteilung des Tränenfilms und des vorderen Augenabschnitts kann potenziellen Problemen schon vor Beginn der KL-Anpassung begegnet werden, um den langfristigen Erfolg des KL-Tragens zu maximieren.

### Management

KL mit täglichem Tausch verhindern Ablagerungen auf der Linsenoberfläche sowie die Nebenwirkung von Pflegemitteln, was sich positiv auf den Tragekomfort auswirkt.<sup>44,87</sup> Die Zusammensetzung der neueren Silikon-Hydrogel-KL unterscheidet sich wesentlich von den ursprünglich in den 90er Jahren auf den Markt gebrachten Vorgängern. Technologische Fortschritte bei der Modifizierung der Silikonketten und die Verwendung verschiedener Silikon-

materialien ermöglichen eine stärkere Anziehung und Bindung von Wassermolekülen in der Linsenmatrix. Ohne die Sauerstoffdurchlässigkeit zu kompromittieren, haben sich diese neuen Strukturen dem tieferen Elastizitätsmodul von Hydrogel-KL angenähert, wodurch sie angenehmer zu tragen sind.<sup>24</sup> Zusätzlich wurde der Reibungskoeffizient durch die Beigabe von Benetzungsmitteln (z. B. PVP) im Linsenmaterial verbessert.<sup>88</sup> Auch die Wassergradienten-Technologie hat die mechanischen Auswirkungen des KL-Tragens auf das Auge weiter reduziert.<sup>89</sup>

Für eine verbesserte Lipidschicht des Tränenfilms sollte der Lidrand regelmässig gereinigt werden, um eine Belastung durch Bakterien und (oder) Demodex zu minimieren.<sup>90</sup> Meibomdrüsen-Dysfunktion sollte adressiert werden, wofür regelmässig und korrekt angewandte warme Kompressen die Therapie erster Wahl darstellen, um die Temperatur des Meibomsekrets zu erhöhen. Lipidhaltige Benetzungstropfen oder Lidsprays wirken ergänzend symptomlindernd, wobei der Verzicht auf Konservierungsmittel (vor allem Benzalkoni-

umchlorid) wichtig ist. Auch wenn die Evidenz nicht abschliessend gesichert ist, so stellen Nahrungsergänzungsmittel in Form von Omega-3- (Fisch-, Leinsamenöl) und Omega-6-Fettsäuren (Nachtkerzen- und Borretsch-Öl) ebenfalls eine bewährte Massnahme für die Linderung der Symptomatik des trockenen Auges beim KL-Tragen dar. Auch die Verbesserung des Raumklimas mit Luftbefeuchtern sowie Übungen für ein besseres Lidschlagverhalten können zielführend sein.<sup>91,92</sup> •

**Alle Referenzen können Sie auf der Website herunterladen ([www.ophta.ch](http://www.ophta.ch)). Im ePaper (ophta-APP) findet sich die Referenzliste direkt beim Artikel.**



### Korrespondenz

Prof. Dr. Daniela S. Nosch,  
Institut für Optometrie, FHNW,  
CH-4600 Olten  
[daniela.nosch@fhnw.ch](mailto:daniela.nosch@fhnw.ch)