

Keratokoniuslinse

Das kleine Korrektionswunder

Der Keratokonius ist eine nichtentzündliche Hornhauterkrankung, die mit einer kegelförmigen Vorwölbung und progressiven Verdünnung der Hornhaut einhergeht. Die dünnste Stelle findet sich meist am konalen Apex, der häufig etwas nach unten und nasal verlagert ist. Der typischerweise progrediente irreguläre Astigmatismus lässt sich nur zu Beginn mit Brillengläsern ausgleichen, erfordert jedoch im Verlauf die Anpassung formstabiler Kontaktlinsen (KL). Bei zunehmend irregulärer Hornhautoberfläche liegt der bestkorrigierte Visus mit formstabiler KL oft deutlich über dem bestkorrigierten Visus mit Brille. Verantwortlich hierfür ist die in ihrer Gesamtheit relativ regelmäßige optische Einheit aus formstabiler, regelmäßiger KL- und Tränenfilmoberfläche, der darunter liegenden irregulären Hornhautoberfläche und der zwischen Kornea und KL-Rückfläche befindlichen, optisch ausgleichenden Tränenflüssigkeit. Die nichtinvasive Effektivität und Komplikationsarmut machen die zumeist hochgasdurchlässige formstabile KL auch heute zur erstklassigen Option bei der Korrektur des Keratokonius.

Korrektur mit Brille

Generell ist eine Brille als Alternative bei jedem KL-Träger wichtig. Auch die optische Versorgung von Keratokoniuspatienten sollte mit dem Versuch einer Brillenanpassung beginnen. Zumindest können mit einer „Besser-als-nichts-Brille“ bei Bedarf Karenzzeiten überbrückt werden. Ob ein Brillenversuch ein Erfolg wird,

hängt vor allem von der Lage des Apex, vom Grad der Hornhautirregularität, von der Fähigkeit des Refraktionisten, der Findigkeit des Ausführenden und der Erwartungshaltung des Patienten ab. Wurden zuvor KL getragen, so sollte durch eine mehrwöchige KL-Karenz eine KL-induzierte Ektasie, die einen Keratokonius simulieren kann, ausgeschlossen werden [3, 34]. Eine mehrtägige KL-Tragepause ist vor allem auch bei Keratokoniuspatienten vor einer neuen KL-Anpassung notwendig. Aufgrund der durch das KL-Tragen veränderten Oberflächengeometrie können die Topografiedaten nicht zuverlässig ermittelt werden.

Manche Refraktionisten bevorzugen die Bildung eines Mittelwertes aus 3 Messungen an verschiedenen Tagen, andere propagieren, möglichst nur den sphärischen Wert einzusetzen, um so Zylinderstärken und -achsschwankungen zu umgehen. In jedem Fall sollten die Korrektionswerte in der Messbrille für mindestens 15 min probegetragen werden.

Bei der Fassungswahl haben sehr kleine Brillenglasformen gleich 2 Vorteile: Sie sind auch bei hohen Dioptrienwerten relativ leicht, gleichzeitig treten kaum prismatische Nebenwirkungen auf [27].

Korrektur mit Kontaktlinsen

Optisch betrachtet, sind die ersten formstabilen KL für Patienten mit mäßigem oder fortgeschrittenem Keratokonius zumeist ein „Aha-Erlebnis“. Gleichzeitig ist es aber auch ein, zumindest beim ersten KL-Versuch, tränenreiches Ereignis. Erfahrene Anpasser notieren dann in der Kartei „Verträglichkeit normal“, da Gewöhnung rasch eintritt. Um besonders

ängstlichen und sensiblen Patienten den Einstieg zu erleichtern, kann – einmalig – vor dem ersten Aufsetzen von Probelinsen ein Tropfen Lokalanästhetikum benutzt werden. Hat der Patient später mit der ermittelten Überrefraktion eine Vorstellung vom erreichbaren Visus, ist dies meist genug Motivation, um die Scheu und das anfängliche Fremdkörpergefühl zu überwinden.

► **Die Kontaktlinsenanpassung bei Keratokoniuspatienten ist anspruchsvoll und setzt eine gewisse Erfahrung voraus.**

Sie führt aber zu zufriedenen Patienten, gerade im Vergleich zu Patienten mit einfachen Refraktionsanomalien. Dies liegt einerseits an der deutlichen Visusverbesserung durch die KL-Korrektur bei relativ niedriger Komplikationsrate, weil zumeist hochgasdurchlässige formstabile KL („rigid gas permeable contact lenses“, RGP-KL) zur Anwendung kommen, aber nicht zuletzt auch am Mangel an Alternativen. Patienten nehmen aufgrund des großen Visusgewinns und des einfachen Handlings meist gerne den gelegentlichen Diskomfort z. B. bei Staub oder Pollenallergie oder auch Tränenfilmstörungen in Kauf, und die Drop-out-Rate tendiert gegen null.

Standard: formstabile hochgasdurchlässige Kontaktlinse

Zur Korrektur des Keratokonius stehen mehrere Linsentypen zur Auswahl. Mit Abstand am häufigsten werden formstabile hochgasdurchlässige KL in verschie-

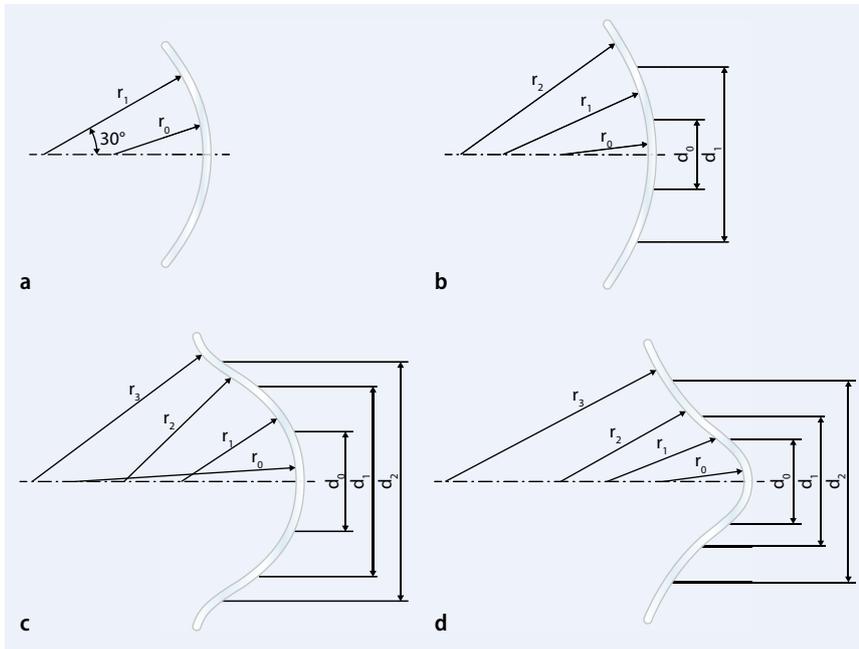


Abb. 1 ▲ Kontaktlinsendesign. **a** Asphärisches Design. **b** Dreikurviges Design. **c** Vierkurvig reverses Design. **d** Keratokonusdesign. (Mod. nach [7])

denen Materialien und Geometrien verwendet, z. B. Rose K (Menicon), KAKC (Hecht) oder Excellent KK (Appenzeller). Dieser KL-Typ vereint eine meist gute bis exzellente optische Korrektur auch von Aberrationen höherer Ordnung [5], was andere Autoren mit Einschränkungen versehen [23], eine niedrige Komplikationsrate sowie eine gewisse Resistenz gegenüber den typischen progredienten Formveränderungen der Hornhaut [5, 12, 29, 36]. Ihr Einsatz ist wirtschaftlich [29]. KL-Hersteller, die sich der optischen Korrektur des Keratokonus verschrieben haben, bieten formstabile Keratokonuslinsen von einfachen rotationssymmetrischen über diverse torische Varianten bis hin zu asymmetrischen quadrantenspezifischen und multifokalen Geometrien an.

Alternative Kontaktlinsen

Bei schlechter Toleranz formstabiler KL kann das Huckepackprinzip angewandt werden, wobei unter der formstabilen Korrekturlinse eine weiche Trägerlinse als Polster dient. Bezüglich der besseren Gasdurchlässigkeit ist man zwar geneigt, dafür Silikonhydrogellinsen zu verwenden, allerdings können diese unter Umständen mehr Epithelirritationen hervor-

rufen als klassische Hydrogelmaterialien. Hierbei gibt es auch ein spezielles System mit Vertiefung in der Trägerlinse zur fixierten Aufnahme der Korrekturlinse – Duo (Hecht GmbH, Au bei Freiburg). Huckepack-KL mit hoher Gasdurchlässigkeit sind eine potenziell vielversprechende Alternative zum Standard [33].

Seit einigen Jahren werden auch weiche Keratokonuslinsen angeboten, wobei mit Visuseinbußen gegenüber der formstabilen KL gerechnet werden muss. Selbst für die individuelle Hornhaut konstruierte Weichlinsen erzielen keinen optischen Vorteil gegenüber RGP-KL und sind extrem anfällig gegenüber Abweichung vom Idealsitz [10]. Andere Autoren zeigen jedoch einen deutlichen Visusgewinn ähnlich RGP-KL [19], Verbesserung von Koma [14] und anderen Aberrationen [20, 28].

Eine weitere Alternative bietet die Versorgungen mit Sklerallinsen und insbesondere Minisklerallinsen, die sich auf der Sklera abstützen und eine fragile Hornhaut entlasten. Diese oft als überholt bezeichneten Linsen erfahren in den letzten Jahren wieder eine verstärkte Nachfrage und werden mittlerweile in bedarfsorientierten Formen, Größen und Geometrien aus gasdurchlässigem Material hergestellt [26]. Anpassaufwand, Effektivität und Ri-

sikoprofil erscheinen angemessen, insbesondere beim Keratoglobus und der pelluciden marginalen Degeneration [31].

Zuletzt sei noch die sog. Januslinse erwähnt, die einen Hybrid aus formstabilem Kern und weicher Hülle darstellt. Aufgrund der ungünstigeren Gasdurchlässigkeit sowie der hohen Produktionskosten hat sich dieser Typ allerdings nie wirklich etabliert. Die beiden bekanntesten Vertreter sind SoftPerm (Ciba Vision/Novartis) und SynergEyes (Carlsbad, California, USA), wobei Letztere die bessere Sauerstoffversorgung der Hornhaut gewährleisten [26]. Hybridlinsen haben ihre Domäne in Situationen, in denen eine RGP-KL nicht getragen wird und andere keine ausreichende Visusbesserung erzielen, wobei Leal et al. [17] Hybridlinsen keine bessere Verträglichkeit bescheinigen können. Beobachtet wurde, dass nach Tragen von Hybridlinsen die Verträglichkeit von RGP-KL steigt [32]. Wesentliche Komplikationen umfassen schwerwiegende Hornhautödembildung [6], deutlich reduzierte Endothelzellzahl [4], Unverträglichkeit, Linsendefekte, Riesenpapillenbildung und auch zentrale korneale Neovaskularisationen [1, 25].

Kontaktlinsenanpassung

Für die Anpassung formstabiler KL bei Keratokonus gibt es kein Standardschema. Individuell sind neben Konusstadium und Ort der Ektasie wie üblich Epithelzustand, Tränenfilm, Lidspannung und die Daten der Hornhautvermessung zu berücksichtigen. Mit zunehmender Verfügbarkeit schneller, präziser bildgebender Verfahren für den vorderen Augenabschnitt in der vergangenen Dekade und damit assoziierter Mess- und Simulationssoftware war es naheliegend, danach zu streben, bereits im Vorfeld die ideale KL schon vor dem ersten Aufsetzen zu identifizieren. Zahlreiche Parameter wurden dahingehend untersucht, sich diesem Ziel zu nähern. In einer retrospektiven Untersuchung von 268 KL-Anpassungen bei Keratokonuspatienten im Jahr 2010 ergaben sich jedoch keine prognostisch verwertbaren Korrelationen zwischen hornhauttopografischen Daten und der letztlich erfolgreichen KL [13]. Ähnlich ernüchternde Ergebnisse liegen auch

für Sklerallinsen vor [30]. In der Konsequenz wird daher nach Standardvermessung der Kornea als Anpassmethode häufig „diagnostic fitting“, also das iterative Abwandeln verschiedener KL-Parameter durch den erfahrenen Anpasser, je nach Sitz und Verhalten der KL bei fluoreszenzgefärbtem Tränenfilm empfohlen. Beurteilt wird hierbei das statische (KL bei Bedarf zentrisch gehalten und ohne Lideinfluss) und das dynamische Fluoreszenzbild (mit Lidschlag).

Im Allgemeinen werden zu diesem Zweck vorab die topografischen Daten über Videokeratometrie ermittelt. So erhält man unter anderem schnell einen Überblick über die Zentralradien, Exzentrizität, sowie Lage und Verlauf des Astigmatismus zentral und peripher. Falls dies nicht möglich ist, empfiehlt sich zumindest eine klassische Ophthalmometermessung, um einen Anhaltswert zu finden.

Um den angestrebten Sitz trotz Formenvielfalt des Keratokonus zu ermöglichen, unterscheiden sich formstabile KL gravierend in ihrem Aufbau, dem Linsendesign, wobei die Rückfläche ganz wesentlich die Passform einer Linse determiniert, während die optische Korrektur des Gesamtsystems dann vornehmlich der Vorderfläche obliegt.

Differenziert werden 6 grundlegenden Linsenformen, das asphärische, dreikurvige, vierkurvige reverse und oblonge Design sowie ein Keratokonusdesign und quadrantenspezifisches Design. Asphärisches, drei- und vierkurviges [7] sowie das Keratokonusdesign sind in **Abb. 1** dargestellt:

- **Asphärisches Design (Abb. 1a):** Zentral findet sich ein sphärischer Bereich mit dem Rückflächenradius r_0 , an den sich ein kontinuierlich asphärischer Bereich anschließt. Bei 30° erreicht die Exzentrizität ihren geforderten Abflachungswert. Exzentrizitäten zwischen 0,4 und 0,9 sind möglich.
- **Dreikurviges Design (Abb. 1b):** Die Rückfläche besteht in diesem Fall aus 3 Radien (r_0 , r_1 und r_2) mit 2 verschiedenen Zonendurchmessern (d_0 und d_1). Der periphere Radius r_2 ist größer als r_0 , wobei r_1 als Verbindung dient. Radien und Zonen können in

gewissen Grenzen individuell gewählt werden.

- **Vierkurvig reverses Design (Abb. 1c):** Die Rückfläche dieser Kontaktlinse besteht aus 4 Radien (r_0 bis r_3) mit 3 Zonendurchmessern (d_0 bis d_2). Der Radius r_1 ist signifikant steiler als r_0 (deshalb „revers“). Im Anschluss sind r_2 und r_3 flacher. Auch hier ist eine individuelle Gestaltung der Radien und Zonendurchmesser möglich.
- **Keratokonusdesign (Abb. 1d):** Die Rückfläche besteht aus 4 Rückflächenradien (r_0 bis r_3) und 3 Zonendurchmessern (d_0 bis d_2). Das spezielle Keratokonusdesign weist im Vergleich zur dreikurvigen Geometrie eine größere Differenz zwischen dem Zentralradius r_0 und r_2 auf. Der periphere Radius r_3 ist verhältnismäßig flach. Wie bei **Abb. 1b** und **1c** können die Zonen und Radien individuell gestaltet werden.

In zahlreichen Publikationen sind perfekte Fluoreszenzbilder von ideal sitzenden Linsen zu sehen. Perfektion ist anzustreben, aber nicht immer erreichbar. Solange der Patient die KL subjektiv gut trägt, der individuell notwendige Visus gut ist und keine Hornhautirritationen bestehen, sind auch vom Ideal abweichende Fluoreszenzbilder „im grünen Bereich“. Gerade noch nicht ganz so erfahrene Anpasser sollten sich dadurch nicht entmutigen lassen. Es gibt Patienten, bei denen einfach kein schöner symmetrischer Sitz zu erreichen ist. Entscheidend sind eine möglichst gute Zentrierung und eine Druckverteilung, die den sensiblen Apex nur touchiert und beim Lidschlag eine ausreichende Unterspülung zulässt. Die **Abb. 2** zeigen ein Anpassbeispiel.

Die Diagnose „Keratokonus“ ist immer noch eine klare Kontaktlinsenindikation.

Ausschlaggebendes Kriterium sind Hornhautradien $<7,0$ mm „zentral oder im Apex“. Unter der Positionsnummer 25.21.54.3.900 kann ein Kostenvoranschlag mit Begründung und Verordnung bei der zuständigen Krankenkasse eingereicht werden. Es gibt keinen festen Be-

Ophthalmologe 2013 · 110:830–838
DOI 10.1007/s00347-013-2819-9
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

U. Klühspies · A. Grunder · S. Goebels ·
F. Schirra · B. Seitz

Keratokonuslinse. Das kleine Korrektionswunder

Zusammenfassung

Der Keratokonus ist eine nichtentzündliche Hornhauterkrankung, die mit einer kegelförmigen Vorwölbung und progressiven Verdünnung der Hornhaut einhergeht. Neben Progressionkontrolle und stabilisierenden Interventionen kommt der optischen Korrektur des Sehfehlers, verursacht durch eine meist sehr irreguläre Hornhautoberfläche, hinsichtlich Lebensqualität und Arbeitsfähigkeit große Bedeutung zu. Dieses Ziel kann effektiv und komplikationsarm durch Kontaktlinsen erreicht werden. Diese Arbeit gibt einen aktuellen Überblick über die Kontaktlinsenanpassung beim Keratokonus und informiert über eigene Auswertungen zu diesem Thema.

Schlüsselwörter

Keratokonus · Kontaktlinsen ·
Kontaktlinsenanpassung · Brille · Sehfehler

Keratoconus lenses. The small correction miracle

Abstract

Keratoconus is a non-inflammatory corneal disease associated with a cone-shaped protrusion and progressive corneal thinning. Apart from progression control and stabilizing interventions, correcting the optical error induced by a mostly highly irregular corneal surface is of paramount importance with respect to quality of life and ability to work. This goal can be achieved efficiently by contact lenses with only rare adverse conditions. This article provides a current overview on contact lens fitting in keratoconus and presents own associated results.

Keywords

Keratoconus · Contact lenses · Contact lens fitting · Spectacles · Visual disorders

trag für Keratokonuslinsen, der Kostenvoranschlag kann also je nach Aufwand und KL-Geometrie unterschiedlich sein. Allerdings kann die Bereitschaft zur Kostenübernahme seitens der Krankenkasse auch unterschiedlich ausfallen, z. T. sind zusätzliche Erklärungen oder eine Vorlage beim MdK nötig. Bei manchen Patienten werden die gesamten Kosten über-

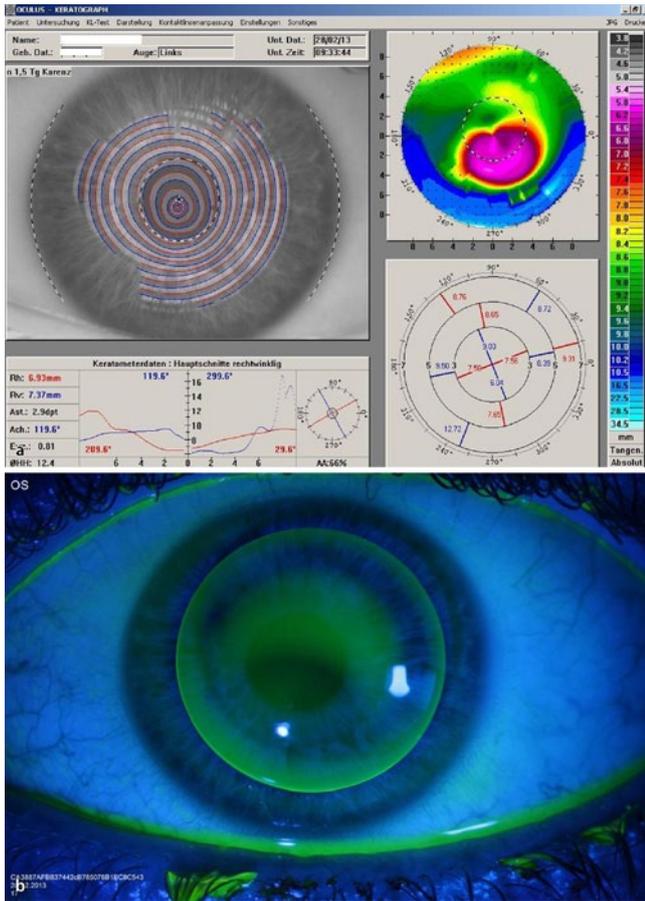


Abb. 2 ▲ Anpassbeispiel: 28-jähriger Patient, rechts Keratokonus Stufe 2–3, links 3 (nach Amsler), trägt formstabile Kontaktlinsen seit 2 Jahren. Brillenvisus R 0,5/L 0,4. Er wurde versorgt mit KAKC F von Hecht und sieht damit R/L jeweils 1,0. Fluoreszeinbild und Kontaktlinsensitz. **a** Keratometrie mittels Oculus. Es zeigt sich ein Astigmatismus von 2,9 dpt, Achse 119,6°, eine Exzentrizität von 0,81 und ein Hornhautdurchmesser von 12,4 mm. **b** Fluoreszeinbild zur Beurteilung des Kontaktlinsensitzes

nommen, bei anderen muss für die Hälfte der Kosten schon gekämpft werden. Da der endgültige Linsentyp in manchen Fällen erst nach mehreren Terminen feststeht, ist es in der Praxis sinnvoller, den Kostenvoranschlag im Nachhinein zu stellen.

Besonderheiten bei der Kontaktlinsenanpassung

Unsere KL-Ambulanz arbeitet im formstabilen Bereich trotz höherem Pflegeaufwand mit einem Messlinsenlager. Speziell bei Patienten mit längeren Anfahrtswegen und/oder schwierigen Hornhauttopografien ist es effektiver, mithilfe von Anpasslinsen aus dem Lager die beste Passform zu ermitteln, wobei die Brechkraft eine untergeordnete Rolle spielt, um darauf basierend dann individuellere Linsen zu bestellen.

Bei gutem Epithelzustand kann eine 3-Punkt-Konturanpassung angestrebt werden. Dabei wird bei statischer Fluoreszeinbildbeurteilung der Apex des Konus leicht touchiert, aber bei Lidschlag jeweils mit Tränenflüssigkeit unterspült, um die Gefahr von Epithelerosionen gering zu halten. Des Weiteren zeigt sich in der mittleren Peripherie ein breites Auflageband, während der Rand rundum deutlich abgehoben und unterspült ist. Dieser elevierte Rand führt bei jedem Lidschlag zu einem Pumpeffekt und fördert so eine ausreichende Unterspülung auch bei steilen Hornhautkurven. Alternativ ist bei zentralen Epithelirritationen eine Konturanpassung mit Apexüberbrückung anzustreben. Hierbei ist der Apex sowohl im statischen als auch im dynamischen Fluoreszeinbild nur zu erahnen. Bei einer guten Keratokonuslinsenanpassung sollte der Apex auch nach längerem Linsen-

tragen reizfrei sein. Daher erfolgen spätere Verlaufskontrollen stets nach mehrstündiger Tragezeit. McMonnies [22] beschreibt ein Risiko zur Begünstigung der Ektasieprogredienz bei Steilanpassung sowie zur Narbenbildung bei Flächenanpassung. Die longitudinale CLEK-Studie von Zadnik et al. [37] konnte keinen ursächlichen Zusammenhang zwischen Flächenanpassung und Narbenbildung nachweisen. Häufig werden bessere Visuswerte und eine bessere Korrektur höhergradiger Aberrationen bei Flächenanpassung beobachtet [11]. Gerade beim Keratokonus sollten Routinekontrollen häufig erfolgen, weil aufgrund der vielfach reduzierten Hornhautsensibilität signifikante Komplikationen verspätet wahrgenommen werden können [21].

Möchte man die Parameter der ersten Probelinse selbst ermitteln, kann man komplizierte Berechnungen anstellen oder mit einem Rückflächenradius ca. 2/10 mm steiler als der flache Hornhautmeridian beginnen, sofern die numerische Exzentrizität kleiner 1,0 ist. Bei höheren ϵ -Werten wählt man besser den KL-Radius gleich dem flachen Hornhautmeridian oder bei extrem abflachenden Hornhäuten sogar etwas flacher als der flache Hornhautradius.

Meist erweist es sich als sinnvoll, mit einer rotationssymmetrischen Linse zu beginnen, auch wenn die Simulation eine torische Linse vorschlägt, da es vorteilhaft ist, zuerst mit einer sphärischen Linse die Passform für das Zentrum zu finden und dann zu entscheiden, wie die Peripherie gestaltet sein soll. Falls die KL zu diesem Zeitpunkt noch dezentriert, muss der Anpasser sie ggf. manuell zentrisch stabilisieren.

Der beginnende Keratokonus kann manchmal noch mit herkömmlichen formstabilen rotationssymmetrisch dreikurvigen KL korrigiert werden. Diese zentrieren sich bei unregelmäßigen Hornhäuten oft besser als asphärische Linsen. Bei fortgeschrittenen Formen eignen sich meist vierkurvige Linsen mit speziellem Keratokonusdesign am besten, bei denen sich an ein steiles Zentrum eine starke Abflachung der Peripherie anschließt.

Schwierig wird es, wenn in hochgradigen Stadien die Hornhauttopografie aufgrund von Knötchen oder Narben feh-

lerhaft wird und die objektive Refraktion samt automatischer Keratometrie versagt. In diesen Fällen wird mithilfe eines klassischen Ophthalmometers zumindest eine zentrale Messung der Hornhautradien durchgeführt, die als Ausgangspunkt für die erste Probelinse verwendet wird. Mehrere Messlinsen werden nacheinander eingesetzt, und deren Druckverteilung wird mithilfe des Fluoreszenzbildes nach je 10 min beurteilt, bis eine günstige Druckverteilung vorliegt. Anschließend wird die übliche sphärozyklindrische Überrefraktion ermittelt.

► **Generell sollte immer die einfachste Geometrie angestrebt werden.**

Wenn die sphärische Linse eine gute Druckverteilung zeigt, sie vom Patienten nach Adaptationszeit gut toleriert wird und sich keine höhere zylindrische Überrefraktion zeigt, gibt es keinen Grund für eine aufwendigere Geometrie. Diese wären zumeist unnötig dick, ganz zu schweigen von der schwierigeren Kostenübernahme durch Sozialversicherungsträger. Minizylinder von 0,5 oder 0,75 bedürfen aufgrund der Tagesformschwankungen höchstens des Ausgleichs ihres sphärischen Äquivalentes.

Bei Sitzproblemen können meist die üblichen Verfahrensweisen für formstabile KL angewandt werden, z. B. Wahl eines kleineren Linsendurchmessers für mehr Beweglichkeit oder eines größeren bei zu viel Beweglichkeit. Allerdings hat man bei großen Gesamtdurchmessern oft das Problem, dass die Linse in der Peripherie eine ganz andere Druckverteilung zeigt als im Zentrum. Taucht dort z. B. ein Randtorus auf, der den Tragekomfort oder die Stabilisierung beeinträchtigt, kann eine randtorische KL Abhilfe schaffen. Benötigt ein Keratokonuspatient ausnahmsweise eine stärkere Pluswirkung, wird die KL vor allem bei größeren Durchmessern relativ schwer und zur Dezentrierung nach unten neigen. Ein eingearbeiteter Minusträgerand hilft hier, die Linse bei jedem Lidschlag wieder mit nach oben ins Zentrum zu nehmen.

Falls keine formstabile KL vertragen wird, stehen mittlerweile auch hydrophile Keratokonuslinsen zur Verfügung. Man muss allerdings mit Visuseinbußen rech-

nen, und aufgrund der großflächigen Abdeckung der Hornhaut mit mäßig gasdurchlässigem Material sollte die empfohlene Tragezeit reiflich überlegt werden. Zudem sollten häufigere Kontrollen erfolgen.

Meist lohnt es sich, bei vorliegendem Keratokonus mit individuellen Anpasslinsen zu arbeiten, da die Keratokonus-hornhaut weicher ist und eine abschließende Beurteilung (vor der Rezeptlinsenbestellung) hinsichtlich Sitzverhalten, Visus und Hornhautzustand erst nach einer mindestens 14-tägigen Gewöhnung erfolgen sollte.

Bei guter Toleranz seitens des Patienten und solange der individuell notwendige Visus erreicht wird und solange sich keine Progression zeigt, sollte immer die nichtinvasive Therapie (= KL) gewählt werden. Voraussetzung dafür ist eine regelmäßige Kontrolle der Hornhauttopografie, aber auch des Linsensitzes und -zustands in etwa halbjährlichen Intervallen.

Kombination von Kontaktlinsen und anderen Therapien des Keratokonus

Wird der Keratokonus ausreichend früh diagnostiziert, so können durch stabilisierende Interventionen wie das Riboflavin-UVA-Crosslinking in Kombination mit einer Anpassung geeigneter KL ein guter Hornhautzustand sowie ein guter Visus über lange Zeit erhalten bleiben, und eine Hornhauttransplantation kann entsprechend längerfristig oder ganz vermieden werden. Darüber hinaus wurden bessere hornhauttopografische Parameter bei Patienten gemessen, die nach Crosslinking zusätzlich RGP-KL trugen [15].

► **Tief stromal implantierte intrakorneale Ringsegmente spielen eine zunehmend große Rolle bei der Therapie des Keratokonus.**

Im Hinblick auf die Gefahr der Hazebildung können diese Segmente vorteilhaft sein. Die Anpassung von RGP-KL nach Implantation intrakornealer Ringsegmente kann schwierig sein, bietet jedoch auch Potenzial zur Visussteigerung [8, 24]. Die besondere Kombination kann in einzelnen Fällen die Ausbildung zen-

traler Hornhautvaskularisationen fördern [16].

Die KL-Anpassung nach Hornhauttransplantation erfolgt nach anderen Kriterien und soll an dieser Stelle nicht besprochen werden.

Andere wichtige Aspekte

Einer der wichtigsten Faktoren neben der fachlichen Seite ist der menschliche Aspekt. Zwischen Patient und Anpasser muss „die Chemie stimmen“, nur so ergibt sich langfristig ein gutes Zusammenspiel. Betroffene möchten vor allem mit ihren individuellen Problemen und Bedürfnissen ernst genommen werden. Unverständnis, da für andere die Einschränkung nicht offensichtlich ist, haben sie schon oft genaugen erlebt.

Keratokonuspatienten werden im Allgemeinen viele Jahre von ihrem KL-Anpasser begleitet und entwickeln ein großes Vertrauen. Auch kurze persönliche Gespräche sind wichtig, um auf die speziellen Lebensumstände und Bedürfnisse eingehen zu können, wie z. B. Veränderungen im Tränenfilm aufgrund von Medikamenten oder Schwangerschaft etc. Es kann durchaus sinnvoll sein, für einen Urlaub am Strand kurzfristig auf einen anderen Linsentyp auszuweichen.

Erfahrungsgemäß sind zufriedene Keratokonuspatienten sehr „praxistreu“ und nehmen manchmal sogar mehrstündige Anfahrten in Kauf.

Auch die besonderen psychischen Belastungen von Keratokonuspatienten wurden eingehend untersucht [35]. So muss ein Betroffener aufgrund visueller Probleme deutlich mehr Konzentrationsleistung aufbringen, ermüdet also schneller. Eine von vielen weiteren Folgen ist eine schlechtere Hand-Augen-Koordination. Man bedenke auch, dass viele Betroffene bei der Diagnosestellung im 3. Lebensjahrzehnt sind, sodass in dieser Zeit typischerweise bereits die Weichen für die berufliche und familiäre Zukunft gestellt werden. Offenbar spielt bei der subjektiven Kompensierbarkeit der Sehproblematik auch die Unterstützung durch das soziale Umfeld eine große Rolle. In Selbsthilfeforen (z. B. Keralens, <http://www.keralens.de>) für Keratokonusbetroffene wird immer wieder die Angst beschrie-

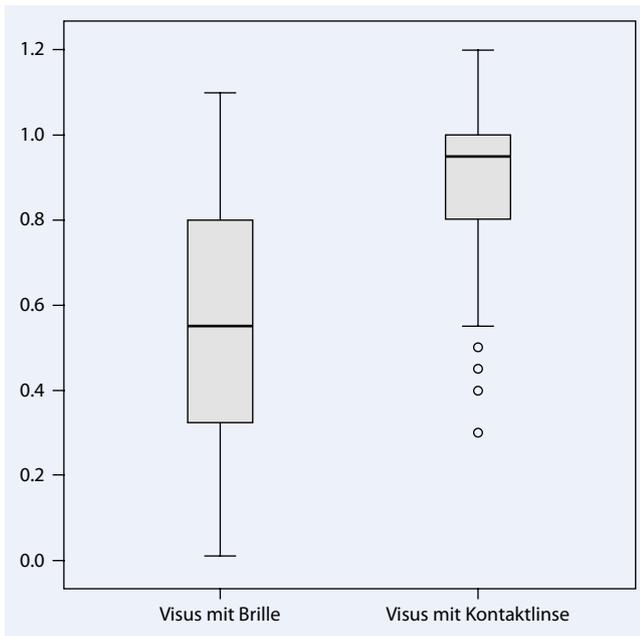


Abb. 3 ◀ Bestkorrigierter Visus mit Brille und mit Kontaktlinse beim Keratokonus (n=98). Es zeigt sich eine deutliche Visusverbesserung im Vergleich Kontaktlinse und Brille

ben, durch ungenügende Sehleistung den Arbeitsplatz zu verlieren und dadurch sozial abzurutschen.

Kontaktlinsen- und Materialeigenschaften

Der Anforderungskatalog an KL zur Korrektur des Keratokonus entspricht etwa den Maximalanforderungen an Standard-KL [27]:

- gute optische Qualität,
- hohe Lichtdurchlässigkeit,
- hohe Sauerstoffdurchlässigkeit,
- gute Benetzbarkeit,
- gute Verträglichkeit,
- geringe Ablagerungstendenz gegen Proteine und Lipide,
- einfaches Reinigungsverhalten,
- gute Oberflächenhärte,
- hohe Eigenstabilität,
- gute Bearbeitungsmöglichkeiten,
- leichte Reproduzierbarkeit.

Nicht alle auf dem Markt befindlichen Hartlinsenmaterialien sind zur Versorgung irregulärer Hornhäute geeignet. Für die Verwendung bei Keratokonus sind u. a. folgende Materialien geeignet [9]:

- Boston ES,
- Boston EQ,
- Optimum Comfort,
- Hydro 56,
- Paragon HDS.

Nachfolgend werden einige Hersteller für Keratokonuslinsen aufgelistet. Die Reihenfolge der Auflistung ist zufällig, und die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit:

- formstabile KL:
 - Hecht (Au bei Freiburg),
 - Galifa (St. Gallen, Schweiz),
 - Appenzeller (Speicher, Schweiz),
 - Menicon (Offenbach),
 - Wöhlk (Kiel),
 - Techno-Lens (Le Mont-sur-Lausanne, Schweiz),
 - Falco (Tägerwilten, Schweiz),
 - Rose K (Nagora, Japan),
- hydrogele KL:
 - Swiss Lens (Prilly, Schweiz),
 - Ultra Vision (Bedfordshire, England),
 - Conil (Frauenfeld, Schweiz).

Eigene Ergebnisse

Aufgrund der zahlreichen Vorteile der Versorgung von Keratokonuspatienten mit KL möchten wir hier Erfahrungen und erste Ergebnisse einer Auswertung der eigenen KL-Sprechstunde beitragen.

Wir untersuchten retrospektiv die Daten unserer KL-Sprechstunde im Zeitraum von 2000 bis 2010. Es wurden 98 Keratokonuspatienten mit 177 Augen, bei denen 535 KL-Anpassungen durchgeführt wurden, identifiziert und deren

Verlauf beurteilt. Bei diesen Patienten wurden eine Topografie (Oculus Keratograph, Wetzlar) sowie eine objektive Refraktion, Visus (sc und mit eigener Korrektur) und eine Spaltlampenbiomikroskopie durchgeführt. Der überwiegende Teil (76,5%) der Patienten war männlich, das mittlere Alter betrug 36±11 Jahre. Diesen Daten sind vergleichbar zur Studie von Lim et al. [18].

Bei 27,1% der Patienten gelang die Anpassung beim ersten Termin, bei 22,6% wurden 2 Termine, bei 20,6% 3 Termine benötigt. Bei 10,7% konnte die endgültige KL erst beim vierten Termin bestellt werden. Für Nachbestellungen wurde bei 41% keine Probelinse benötigt, bei 25% lediglich eine. In 13% der Nachversorgungsfälle wurden 2 Probelinsen verwendet, bei 5% wurden 4 Probelinsen gebraucht. Lediglich 3 Patienten benötigten 7 bis 9 Probelinsen. Nur 3 dieser Patienten brachen die KL-Anpassung ab. Hierbei wurden als Gründe Handlingprobleme, ungenügende Sehleistung und Unverträglichkeit genannt. Bei 8 Patienten wurde eine perforierende Keratoplastik durchgeführt, weshalb eine weitere KL-Versorgung hier nicht mehr erfasst wurde.

Es hatten 13,8% der Patienten eine Linse verloren, bei 8% zeigten sich KL-Defekte sowie falsche Pflege bei 1,3%. Lediglich 12% der Patienten gaben Trockensymptome an, denen mit Lidrandmassage, Tränenersatzmitteln und/oder liposomalem Lidspray begegnet wurde.

Die **Abb. 3** zeigt den messbaren Visusgewinn mit KL gegenüber Brillenversorgung, wobei zu beachten ist, dass darüber hinaus die subjektiv wahrgenommene Sehqualität mit KL aufgrund reduzierter Schatteneffekte als deutlich höher empfunden wird.

Probleme bei Keratokonuslinsen

Generell können bei formstabilen KL folgende Probleme auftreten:

Infektionen. Mikrobielle Keratitiden können durch KL-Tragen verursacht werden und zu schwerwiegenden Komplikationen führen. Bakterielle Infektionen durch *Pseudomonas*, *Serratia*, gramnegative Enterokokken und grampositive Staphylokokken kommen vor allem in

den nördlichen Regionen vor, in den südlichen Klimazonen finden sich vor allem Pilz- und Mischinfektionen. Die Akanthamöbenkeratitis ist eher selten, jedoch treten 85% der Akanthamöbenkeratitiden bei KL-Trägern auf [2]. Blümle et al. [2] erläutern dieses Thema ausführlich in ihrer Arbeit „Richtige Kontaktlinsenhygiene“.

Kontaktlinsenverlust. KL-Verlust kommt bei Keratokonus nicht wesentlich häufiger als bei „normalen“ Augen vor, obwohl die KL durchschnittlich einen deutlich kleineren Durchmesser und somit weniger Adhäsionskräfte aufweisen. Der erfahrene KL-Träger hat immer noch die vorherige Garnitur in Reserve, es gibt alternativ auch KL-Tragesysteme, bei denen ein Ersatzpaar mitgeliefert wird (z. B. CCC von Hecht).

Randdefekte. Kleine Aussprünge am Rand, die meist daher rühren, dass die KL gelegentlich auf die Kante fiel oder unter dem Fingernagel gedrückt wurde, werden von vielen Keratokonuspatienten aufgrund des deutlichen, sowieso elevierten Kontaktlinsenrandes gar nicht gleich bemerkt und verursachen auch nicht zwangsläufig und sofort eine Erosio corneae, sollten sicherheitshalber aber trotzdem unmittelbar ausgetauscht werden.

Kontaktlinsenbruch. Aufgrund der Tatsache, dass Keratokonus-KL fast immer Minuswirkung aufweisen, ist die Mittenstärke entsprechend gering und die Bruchgefahr erhöht. Allerdings sind Keratokonuspatienten so erfahrene Linsenträger, dass diese Fälle höchst selten eintreten. Damit eine KL überhaupt bricht, muss schon ein Vorschaden (z. B. Haarriss) vorliegen, z. B. verursacht durch Sturz der KL auf den Tisch/das Waschbecken etc. Solange Anfänger die KL noch nicht sicher in der Handfläche auffangen, ist es ratsam, ein Handtuch o. Ä. unterzulegen. Verwendet man anfänglich individualisierte Anpasslinsen, ist der finanzielle Schaden durch Bruch gering.

Oberflächenbeläge. Sie treten gerne bei ungenügender Reinigung auf. Unserer Erfahrung nach wird bei Pflegesystemen, die eine wöchentliche Proteinentfernung vor-

sehen, diese vom Patienten gerne vergessen oder das 7-Tage-Intervall als vollkommen übertrieben angesehen. Daher ist es oft sinnvoller, von Anfang an mit abrasiven Reinigern zu arbeiten. Bei besonders steilen Rückflächen kann die Verwendung eines Wattestäbchens bei der Reinigung helfen.

Oberflächenkratzer. Es ist durchaus normal, dass sich feine Gebrauchsspuren im Laufe der Zeit auf der KL-Oberfläche zeigen. Diese bereiten keine Probleme. Bei stärkeren Kratzern sinken Tragekomfort und Benetzbarkeit, die Neigung zu Ablagerungen steigt. Je nach Linsenalter lohnt dann eine Oberflächenpolitur, idealerweise beim Hersteller.

Staubempfindlichkeit. Sie tritt naturgemäß bei relativem Tränenflüssigkeitsmangel auf. Ein Arbeitsplatz mit viel Staubentwicklung ist für keinen Hartlinsenträger angenehm. Dem Keratokonuspatienten fehlt jedoch meist die Möglichkeit, auf die Brille umzusteigen. Im Extremfall sollte zum Schutz des Epithels über Arbeitsplatzalternativen nachgedacht werden.

Sporadische Minderverträglichkeit. Obwohl bekanntlich bei vielen Keratokonuspatienten diverse Pollenallergien oder Neurodermitis den Tragekomfort zumindest temporär reduzieren, werden die KL im Allgemeinen ganzjährig getragen. Offenbar gelingt es gut genug, diese problematische Zeit mithilfe von Antihistaminika, Tränenersatzmitteln, Lidspray etc. zu überbrücken.

Fremdkörper. Sie werden bei formstabilen KL unangenehm empfunden als bei Weichlinsen. Die eintretende Reizsekretion ist zumeist ausreichend, um den Fremdkörper auszuspülen. Der Profi-KL-Träger führt seine KL-Box mit frischer Aufbewahrungslösung oder Kochsalzlösung mit und kann notfalls die KL kurz abnehmen und darin spülen.

Verrutschen. Formstabile KL sind bekanntlich kleiner als weiche Linsen, Keratokonuslinsen sind meist besonders klein, entsprechend weniger wirken die Adhäsionskräfte. Ein Dezentrieren bei unbedachtem Augenreiben kommt häufi-

ger vor, verstärkt bei Anfängern oder bei schwierigen Topografien und/oder extremen Blickbewegungen. Nach der Eingewöhnungszeit weiß der KL-Träger aber damit umzugehen und kann die Linsen manuell sehr leicht wieder in Position bringen.

Fazit für die Praxis

- Der Keratokonus führt zu meist progredientem Visusabfall im mittleren Erwachsenenalter durch zunehmenden irregulären Astigmatismus der Hornhaut.
- KL, meist RGP-KL, sind in der Lage, eine schnelle deutliche Sehverbesserung herbeizuführen, und sind mit stabilisierenden Eingriffen grundsätzlich vereinbar.
- Die KL-Anpassung erfordert eine gewisse Erfahrung, wobei technische Voruntersuchungen nur begrenzte Hilfen darstellen.
- Aufgrund des Unterschiedes zur normalen Hornhaut erfordert der KL-versorgte Keratokonus häufigere und regelmäßige augenärztliche Nachkontrollen.

Korrespondenzadressen

U. Klühspies

Kontaktlinsenambulanz,
Universitätsklinikum des Saarlandes UKS
Kirrbergerstr. 1, 66424 Homburg
ulrike.kluehspies@uks.eu

Dr. S. Goebels

Klinik und Hochschulambulanz für Augenheilkunde, Universitätsklinikum des Saarlandes UKS
Kirrbergerstr. 1, 66424 Homburg
susanne.goebels@uks.eu

Einhaltung der ethischen Richtlinien

Interessenkonflikt. U. Klühspies, A. Grunder, S.C. Goebels, F. Schirra und B. Seitz geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Hier steht eine Anzeige.



Literatur

1. Abdalla YF, Elsahn AF, Hammersmith KM, Cohen EJ (2010) SynergEyes lenses for keratoconus. *Cornea* 29:5–8
2. Blümle S, Kaercher T, Khairuddin R (2013) Richtige Kontaktlinsehigiene. *Ophthalmologe* 110(6):522–527
3. Cheng HC, Lin KK, Chen YF, Hsiao CH (2004) Pseudokeratoconus in a patient with soft contact lens-induced keratopathy: assessment with Orbscan I. *J Cataract Refract Surg* 30:925–928
4. Edmonds CR, Wung SF, Husz MJ, Pemberton B (2004) Corneal endothelial cell count in keratoconus patients after contact lens wear. *Eye Contact Lens* 30:54–58
5. Egorov GB, Bobrovskikh NV, Savochkina OA (2010) Possibilities of compensation of optical aberrations in keratoconus with rigid gas-permeable contact lenses. *Vestn Oftalmol* 126:42–46
6. Fernandez-Velazquez FJ (2011) Severe epithelial edema in Clearkone SynergEyes contact lens wear for keratoconus. *Eye Contact Lens* 37:381–385
7. Grünauer-Kloevekorn C, Kloevekorn-Fischer U, Kloevekorn-Norgall K, Duncker GlW (2007) Kontaktlinenanpassung bei komplizierten Hornhautsituationen. Thieme, Stuttgart
8. Hladun L, Harris M (2004) Contact lens fitting over intrastromal corneal rings in a keratoconic patient. *Optometry* 75:48–54
9. Hoppe O, Kuhn D, Schwarz S (2011) Galifa Handbuch der Kontaktlinenanpassung. Biermann Medizin, Köln
10. Jinabhai A, Neil Charman W, O'Donnell C, Radhakrishnan H (2012) Optical quality for keratoconic eyes with conventional RGP lens and simulated, customised contact lens corrections: a comparison. *Ophthalmic Physiol Opt* 32:200–212
11. Jinabhai A, Radhakrishnan H, O'Donnell C (2010) Visual acuity and ocular aberrations with different rigid gas permeable lens fittings in keratoconus. *Eye Contact Lens* 36:233–237
12. Jinabhai A, Radhakrishnan H, Tromans C, O'Donnell C (2012) Visual performance and optical quality with soft lenses in keratoconus patients. *Ophthalmic Physiol Opt* 32:100–116
13. Kaltenborn A (2010) Prognostizierbarkeit geeigneter Kontaktlinsengeometrien basierend auf der Hornhaut-Topographie bei Keratokonus (Masterarbeit). Hochschule Aalen: Vision Science and Business – Optometry
14. Katsoulos C, Karageorgiadis L, Vasileiou N et al (2009) Customized hydrogel contact lenses for keratoconus incorporating correction for vertical coma aberration. *Ophthalmic Physiol Opt* 29:321–329
15. Koppen C, Gobin L, Mathysen D et al (2011) Influence of contact lens wear on the results of ultraviolet A/riboflavin cross-linking for progressive keratoconus. *Br J Ophthalmol* 95:1402–1405
16. Kymionis GD, Kontadakis GA (2012) Severe corneal vascularization after intacs implantation and rigid contact lens use for the treatment of keratoconus. *Semin Ophthalmol* 27:19–21
17. Leal F, Lipener C, Chalita MR et al (2007) Hybrid material contact lens in keratoconus and myopic astigmatism patients. *Arq Bras Oftalmol* 70:247–254
18. Lim N, Vogt U (2002) Characteristics and functional outcomes of 130 patients with keratoconus attending a specialist contact lens clinic. *Eye (Lond)* 16:54–59
19. Marsack JD, Parker KE, Applegate RA (2008) Performance of wavefront-guided soft lenses in three keratoconus subjects. *Optom Vis Sci* 85:E1172–E1178
20. Marsack JD, Parker KE, Niu Y et al (2007) On-eye performance of custom wavefront-guided soft contact lenses in a habitual soft lens-wearing keratoconic patient. *J Refract Surg* 23:960–964
21. McMonnies CW (2004) Keratoconus fittings: apical clearance or apical support? *Eye Contact Lens* 30:147–155
22. McMonnies CW (2005) The biomechanics of keratoconus and rigid contact lenses. *Eye Contact Lens* 31:80–92
23. Negishi K, Kumanomido T, Utsumi Y, Tsubota K (2007) Effect of higher-order aberrations on visual function in keratoconic eyes with a rigid gas permeable contact lens. *Am J Ophthalmol* 144:924–929
24. Nepomuceno RL, Boxer Wachler BS, Weissman BA (2003) Feasibility of contact lens fitting on keratoconus patients with INTACS inserts. *Cont Lens Anterior Eye* 26:175–180
25. Ozkurt Y, Oral Y, Karaman A et al (2007) A retrospective case series: use of SoftPerm contact lenses in patients with keratoconus. *Eye Contact Lens* 33:103–105
26. Piiskalns B, Fink BA, Hill RM (2007) Oxygen demands with hybrid contact lenses. *Optom Vis Sci* 84:334–342
27. Pöltner G (2013) Kontaktlinenanpassung bei irregulären Hornhautformen. Optische Fachveröffentlichungen GmbH, DOZ, Heidelberg
28. Sabesan R, Jeong TM, Carvalho L et al (2007) Vision improvement by correcting higher-order aberrations with customized soft contact lenses in keratoconic eyes. *Opt Lett* 32:1000–1002
29. Schirmbeck T, Paula JS, Martin LF et al (2005) Efficacy and low cost in keratoconus treatment with rigid gas-permeable contact lens. *Arq Bras Oftalmol* 68:219–222
30. Schornack MM, Patel SV (2010) Relationship between corneal topographic indices and scleral lens base curve. *Eye Contact Lens* 36:330–333
31. Schornack MM, Patel SV (2010) Scleral lenses in the management of keratoconus. *Eye Contact Lens* 36:39–44
32. Sengor T, Kurna SA, Aki S, Ozkurt Y (2011) High Dk piggyback contact lens system for contact lens-intolerant keratoconus patients. *Clin Ophthalmol* 5:331–335
33. Smith KA, Carrell JD (2008) High-Dk piggyback contact lenses over Intacs for keratoconus: a case report. *Eye Contact Lens* 34:238–241
34. Tseng SS, Hsiao JC, Chang DC (2007) Mistaken diagnosis of keratoconus because of corneal warpage induced by hydrogel lens wear. *Cornea* 26:1153–1155
35. Wahrendorf I (2006) How to live with keratoconus. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 223:877–888
36. Wei RH, Khor WB, Lim L, Tan DT (2011) Contact lens characteristics and contrast sensitivity of patients with keratoconus. *Eye Contact Lens* 37:307–311
37. Zadnik K, Barr JT, Steger-May K et al (2005) Comparison of flat and steep rigid contact lens fitting methods in keratoconus. *Optom Vis Sci* 82:1014–1021



Kommentieren Sie diesen Beitrag auf springermedizin.de

► Geben Sie hierzu den Beitragstitel in die Suche ein und nutzen Sie anschließend die Kommentarfunktion am Beitragsende.