Weitsicht in Extremis – Anforderungen, Gefahren und Anpassungen der Augen an die Höhe

Michael Baertschi, PhD, M.Sc. et M.med.Educ.

Bergwandern, Trekkings und Berge besteigen erfreuen sich stetig wachsender Popularität. Den Augen des Wanderers oder Bergsteigers stellen sich jedoch oft große Herausforderungen bei der Adaptation an die Höhe und ihre ungewohnten Umweltbedingungen. Hohe Strahlung, Sauerstoffmangel, Kälte, Wind, Trockenheit, Mikroorganismen und Änderungen des Immunsystems sind nur einige der Stichworte dazu. Jeder Augenoptiker oder Optometrist sollte in der Lage sein, seinem höhenwandernden oder bergsteigenden Kunden und Patienten sachgerecht Auskunft und Hilfe anbieten zu können.
Methode | Praxis orientierte, analytisch-klinische Analyse der allgemeinen Problemverursacher, deren Prävention und Therapie in Unterscheidung zur unterschiedlichen Höhe.
Ergebnis | Augen adaptieren sich an die Höhe, erkranken dabei aber auch oft. Präventionsmassnahmen sind verfügbar. Der Ultraviolett-Strahlungsschutz ausgewählter Kontaktlinsen und Brillengläsern erreicht eine Schutzwirkung von über 90 %. Die Hypoxie- und Austrocknungsprophylaxe mittels spezifischer Materialauswahl bei Kontaktlinsen ist essentiell und eliminiert Hornhautoedeme und Trockenheitssymptomatiken wirkungsvoll und nachhaltig. Trockener Wind und große Kälte spielen eine unterschiedliche Rolle bei der Entstehung von Hornhaut- und Bindehautentzündungen. Hypoxie verändert die retinale Durchblutung signifikant und kann zu Netzhautblutungen, Sehnervenkopfschwellung und zu kurzfristiger Erblindung führen. Die Abgeschiedenheit und die Sauerstoffarmut in der Höhe verändern das humane Immunsystem und beeinflussen das Tragen von Kontaktlinsen.
Diskussion | Dem versierten Augenoptiker oder Optometristen stehen ein Vielzahl von Möglichkeiten zur optimalen Beratung von Wanderern, Trekkern und Bergsteigern zur Verfügung.
Schlüsselwörter | Berge, Kontaktlinsen, Hypoxie, Durchblutung, Erblindung, Immunsystem

The popularity of hiking, trekking and mountaineering is already high and still increasing. The eyes of hikers and mountaineers are confronted with tough challenges regarding adaptation on altitude and environmental conditions. Radiation, hypoxia, cold, wind, dryness, microbes and alterations of the immunsystem are some of the key words. Every optometrist should be able to manage those challenges of his/her patients eyes.
Method | Analytic-clinical analysis of the trouble perpetrator, their prevention and therapy according to different high altitudes.
Results | Eyes do adapt to altitude, but fall ill often. The Ultraviolet-Protection of selected contact lenses and glasses are > 90%. Hypoxia and dryness prophylaxis is essential and eliminate corneal edema and dryness symptoms effective and sustainable. Dry wind and cold are playing a different role in keratits and conjunctivitis. Hypoxia alters the retinal blood circulation significantly and can lead to retinal hemorrhages, optic nerve head edema and sudden blindness. Seclusion and hypoxia at high altitude alter the human immunsystem and is influencing contact lens wear.
Discussion | A variety of options are supporting the experienced optometrist in advise and care of hikers, trekkers and mountaineers.
Key words | Mountains, contact lenses, hypoxia, perfusion, blindness, immunsystem

(Foto: Michael Bärtschi)

▲ Bild 1 | Sonnenbrille eines pakistanischen Bergsteigers (High Porters) im Sommer 2018

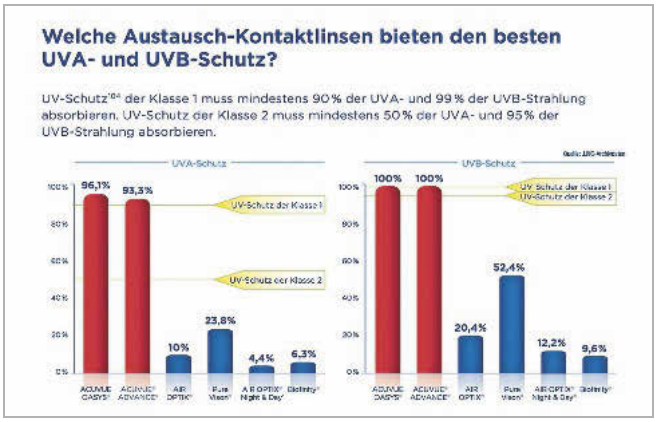
Die Alpen, aber auch andere weltweite Bergdestinationen werden heutzutage immer beliebter und der Wirtschaftsfaktor Höhentourismus wächst weltweit stetig.[1] Zwischen 2000 und 2014 stieg die Zahl der Logiernächte im gesamten Alpenraum um 8,5 % (Quelle:BAKBASEL 2014). Alleine der Schweizer Alpenclub SAC vermeldete für 2017 rund 317000 Übernachtungen in seinen hochgelegenen Berghütten. Die Liebe zur schönen Natur, die gute Bergluft, die rasche und leichtere Erreichbarkeit der Bergdestinationen und der Trend zu mehr Fitness in allen Altersgruppen sind einige der Gründe für diesen hohen Anstieg der Beliebtheit des Alpinsports. Einmal im Leben auf einem 4000m Gipfel der Alpen oder dem höchsten Berg Afrikas, dem Kilimanjaro mit 5895 m, zu stehen, ist für viele moderne Menschen zum (zu leicht) erfüllbaren Traum geworden. Dabei gelten Höhen beim alpinen Wandern ab 1500 m bis 3500 m über Meer (müM) bereits als große Höhen. Alpines Bergsteigen oder Trekkings in den Anden oder dem Himalaya zwischen 3500m und 5500 m als sehr große Höhen und das Höhenbergsteigen zwischen 5500 m bis 7500 müM als extreme Höhe. Über 7500 müM erreichen wir den Bereich der berüchtigten „Todeszone“.[2]

Höhenkrankheit

Das Risiko bereits auf rund 2900 Metern (z. B. das Piz Gloria Restaurant auf dem Schilthorn oder die Zugspitze) an der akuten Höhenkrankheit AMS (Acute Mountain Sickness) zu erkranken, liegt bei 9 bis 22 % und steigt auf 34 - 42 % bei einer Höhe von über 3500 m (z. B. Ausflugsziel Jungfraujoch).[1,3] Obwohl der Partialdruck des Sauerstoffanteils an der Umgebungsluft immer rund 21 % beträgt, sinkt der umgebende Luftdruck mit zunehmender Höhe. Die Luft wird „dünner“. Als Faustformel gilt, dass dem Körper, verglichen mit den Werten auf Meereshöhe, auf rund 2900 müM noch rund 70 %, auf 5500 m noch rund 50 % und auf 8500 m nur noch rund 33 % der Atemluft zur Verfügung steht.[4] An AMS zu erkranken kann selbst bei höhenerfahrenen Bergsteigern vorkommen. Die typischen AMS-Symptome sind Kopfschmerz, Schwindel, Übelkeit, Müdigkeit/Schlappheit, Appetitlosigkeit und Schlafstörungen.[3] Mittels des Lake Louise Score, einem einfachen Fragebogen, kann der Schweregrad einer AMS ermittelt werden und die Notwendigkeit einer Notmaßnahme bestimmt werden.[3] Es ist daher enorm wichtig, sich langsam an die dünnere Luft und die größere Höhe zu gewöhnen. Dies wird Akklimatisationsphase genannt. Es wird empfohlen, täglich nicht mehr als 500 - 600 Höhenmeter aufzusteigen,[3] was wiederum bei vielen kurz durchgeplanten Bergtouren nicht angewendet wird (z. B. Kilimanjaro Aufstieg in Afrika oder bei Bergtouren in den Anden). Gute körperliche Fitness alleine schützt nicht vor der Höhenkrankheit![3]

Horn- und Bindehautentzündung

Parallel zum gehäuften Auftreten der Höhenkrankheit, verursacht durch die dünnere Höhenluft und dem damit verbundenen Sauerstoffmangel (Hypoxie),[3,4] werden noch weitere Belastungen dem menschlichen Körper und seinen Augen zugemutet. Zum Beispiel die Zunahme der energiereichen, kurzwelligen Ultraviolett(UV)-Strahlung um vier Prozent pro 300 Höhenmeter. Dies ergibt für einen Alpintouristen aus Hamburg eine um 21 - 24 % höhere Belastung in seinem Ferienort Zermatt (1600 müM) oder St. Moritz (1800 müM). Besucht er dann das Bergrestaurant auf dem Kleinen Matterhorn auf 3880 müM mittels der bequemen und raschen Schwebebahn, dann steigt die UV-Zusatzbelastung um bemerkenswerte 52 % an. Da reichen gerade mal fünf Stunden ungeschützt an der schönen Wallisersonne, um dem Gast eine äußerst schmerzhafte Hornhaut- und Bindehautentzündung in Form einer Photokeratitis (Kerato-Conjunctivitis photoelectrica), allgemein auch als Gletscher- oder Schneeblindheit bekannt, zu verursachen.[5,6] Der Verlust der cornealen epithelialen Zellen, analog einem herkömmlichen Sonnenbrand, bei gleichzeitiger Intaktheit der subepithelialen Nerven (Axone) triggert den unangenehmen, tagelangen Schmerz dieser häufigen, aber leicht vermeidbaren und reversiblen, Augenentzündung.[6] Weitere Symptome der Photokeratitis sind starkes Fremdkörpergefühl, Tränenfluss (Epiphora) und Bindehautrötungen. Präventiv reicht bekanntlich eine gut deckende, abschirmende Sonnenbrille der Schutzklasse 4 aus Polykarbonat oder CR-39 (Quelle: Everest Basecamp Clinic). Die in Bild 1 gezeigte „Schutzbrille“ vom pakistanischen Markt war zwar der ganze Stolz unseres Hochträgers, hatte jedoch offensichtlich nicht die genügende Schutzwirkung, so dass er eine unwillkommene, schmerzhafte Erfahrung machen musste. Ebenso reicht eine großflächig angepasste Kontaktlinse mit entsprechendem UV-Schutzfilter der Filterklasse 1 hinreichend aus, um zumindest die Hornhaut vor zu viel Strahlung zu schützen (Grafik 1). Zum Schutz der angren-



▲ Grafik 1 | Ultraviolett-Filterwirkung einiger moderner Kontaktlinsenmaterialien (Mit freundlicher Genehmigung von Johnson&Johnson Vision)

▲ Bild 2 | Infrarot-Augenoberflächentemperaturmessung auf dem Gipfel des Mount Everest (8848 müM)

zenden und unbedeckten Bindehaut ist jedoch weiterhin eine Sonnenbrille von Nöten. Wichtig dabei zu wissen ist, dass in großen Höhen auch bei bedecktem Himmel die Gefahr für eine Photokeratitis besteht.

Hornhautödem und refraktive Chirurgie

Etwas weniger dramatisch als allgemein vermutet präsentiert sich das Hornhautödem als Folge der Hypoxie bei ansonsten gesunden Augen. Gemäß der 2009 bei einem raschen Aufstieg auf auf 6265 müM Höhe durchgeführten Feldstudie am 7546 m hohen Muztagh Ata, liegt die messbare Hornhautschwellung bei rund sechs Prozent und betrifft vor allem das corneale Stroma.[7,8] Das gemessene Ödem ist bei (weichen) Kontaktlinsen tragenden und Nicht-Kontaktlinsen tragenden Testpersonen, sowie bei vorgängig LASIK behandelten Testpersonen, absolut vergleichbar.[8] Das geringe Ausmaß dieses Ödems führt dabei nicht zu einem relevanten Visusabfall[9,10,11] und ist daher auch nicht sicherheitsrelevant.[10,11] Im Gegensatz dazu muss vor cornealen Veränderungen durch Hypoxie bei vorgängiger radiärer Keratotomie (RK) gewarnt werden.[12,13] Eine Brechwertänderung um rund +1,5 bis +3 dpt wurde nach nur gerade 72 Stunden Hypoxieexposition gemessen und hat vermutlich dem Mount Everest Bergsteiger Beck Weathers im berühmten Everest Drama von 1996 fast das Leben gekostet. Dies, nachdem er auf rund 8400 m Höhe zusätzlich zur Keratotomie bedingten Hyperopisierung auch noch ein Hornhautödem entwickelte und folgedessen akut „blind“ wurde.[14] Diese signifikant hyperope Brechwertänderung ist zum Glück nach dem Abstieg in sauerstoffreichere Höhen reversibel,[11,13] sofern man es als stark Sehbehinderter überhaupt noch nach unten in die sichere Zone schafft.

Erfrierungen

In das Reich der Mythologie muss das unter Bergsteigern oft verbreitete „Einfrieren der Augen“ verwiesen werden.[15] Ausgedehnte Feldstudien des Autors in den Alpen, den Anden und dem Himalaya haben gezeigt, dass selbst bei Außentemperaturen von bis zu -22° Celsius die Augenoberfläche noch annähernd +25° Celsius aufweist.[16] (Grafik 2) Um möglichst realitätsnah die Messwerte ermitteln zu können, wurden die Tiefstwerte direkt in-vivo auf dem Gipfel des Mount Everest auf 8848 müM gemessen. (Bild 2) Einige meiner Kunden haben mit Dauertragekontaktlinsen aus höchstdurchlässigem Silikonhydrogel selbst stürmische Arktisdurchquerungen oder Antarktisexpeditionen zum Mount Winson bei Temperaturen unter -40° C schadlos überstanden (data on file).

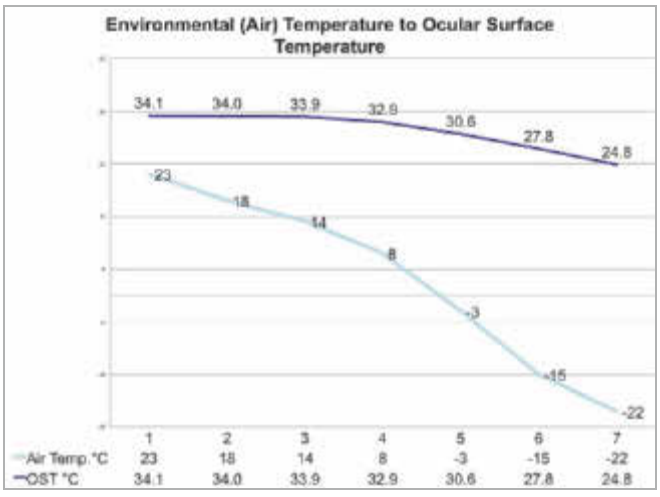
Trockenheit

Trockenheit und Wind gehen im Gebirge häufig einher. In Abhängigkeit von Temperatur, und in deutlich geringerem Masse vom tiefen Umgebungsdruck, kann ein gegebenes Luftvolumen nur eine gewisse Höchstmenge Wasserdampf enthalten. Aus dem Mollier-Diagramm erfahren wir so, dass sich bei einer Umgebungstemperatur unterhalb des Gefrierpunkts kaum noch eine messbare Wasserdampfmenge in der Umgebungsluft befindet. (Grafik 3) Die Folge ist eine starke Dehydrierung der Augenoberfläche, welche durch den nahezu immer herrschenden Wind in den Bergen noch akzentuiert wird.

Die Folge dieser extremen Trockenheit wirkt sich direkt auf das Epithel der Hornhaut aus. Sie verursacht bereits nach wenigen Stunden konstanter Ausgesetztheit gegenüber der Trockenheit und dem Wind ähnliche Symptome wie eine Photokeratitis. Der Autor selbst war 2013 und 2018 im tibetischen Himalaya und pakistanischen Karakorum Augenzeuge und zugleich selbst Betroffener einer solch massiven Keratitis mit markantem Hornhautödem, starker Blendempfindlichkeit (Photophobie), Tränenfluss (Epiphora) und lebensbedrohender Seheinschränkung über einen Zeitraum von rund zwei Tagen. Entzündungshemmende Augentropfen (z.B Dexamethason) plus eine antibiotische Augensalbe (z.B. Tobramycin) mögen zwar die vorhandene Entzündung zu lindern, doch dauert die oberflächliche Heilung des Hornhautepithels gut 24 bis 72 Stunden, bis sich eine effektive Linderung der schmerzhaften Symptome einstellt.[17] Als präventive Massnahme vor dieser Austrocknung haben sich in der in-vivo-Praxis am Berg bisher einzig gut abdeckende Schutzbrillen mit transparenten Gläsern für den Aufstieg in der Nacht oder Silikon-Hydrogel Kontaktlinsen mit geringer Dehydratationsrate bewährt. Augentropfen vermögen die zum Teil bis zu 48 Stunden langen Gipfeltage nicht vollständig abzudecken. Auf Grund der aktuell zu geringen Sauerstoffpermeabilität von Sklerallinsen ist von einem verlängertem Tragen derselben in großen Höhen zur Zeit noch abzusehen.

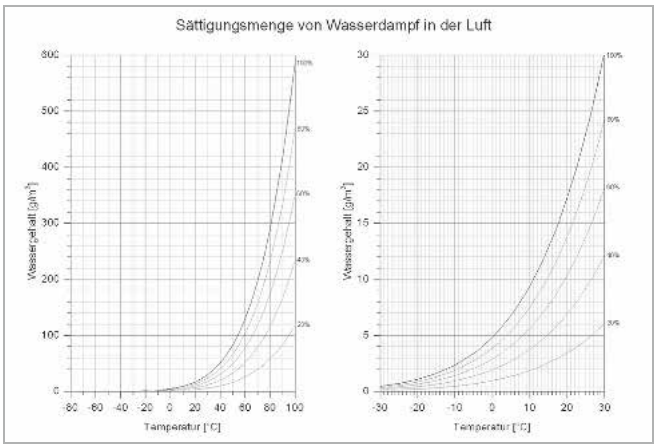
Blutzirkulation und Glaukom

Kommen wir zur Durchblutung und dem Augeninnendruck. Dürfen Glaukompatienten überhaupt Bergsteigen oder müssen sie Angst vor Erblindung haben? Mit zunehmender Höhe und



▶Grafik 2 | Augenoberflächentemperatur im Vergleich zur Umgebungstemperatur

Bildnachweis: Bärtschi et al. 2014



Quelle: Mollier-Diagramm, Wikipedia

▲ Grafik 3 | Maximale Wasserdampfkonzentration in Abhängigkeit von der Temperaturen

dünnerer Luft muss der Kreislauf mit markant erhöhter Aktivität die zunehmende Belastung ausgleichen. Herzrythmus (Puls) sowie arterieller und venöser Blutdruck steigen signifikant an,[18,19,20] der Atem geht schneller und stoßweise. Der Augeninnendruck steigt kurzfristig geringfügig an, erreicht in einigen Studien teilweise statistische, jedoch nie eine klinische Signifikanz.[20,21,22] Nach kurzer, akklimatisierter Zeit auf der erreichten Höhe normalisiert sich der Augeninnendruck wieder auf seine Normwerte. So gut, so schön für unsere hochdrucktherapierten Glaukompatienten. Wäre da nicht der als Folge des markant erhöhten venösen Blutdrucks gesunkene Perfusionsdruck in der Netzhaut (Retina). Der Perfusionsdruck gewährleistet die konstante Sauerstoffversorgung aller Gewebestrukturen des menschlichen Körpers, so auch des Gehirns und der Augen.[23,24] Studien auf Höhen bis 6400 müM belegen den gefährlich gesunkenen Perfusionsdruck bis unterhalb der körpereigenen Limite der Autoregulation der Netzhautdurchblutung (Lower Limit of Autoregulation).[18,23,25] Sinkt der Perfusionsdruck unterhalb dieser Limite der automatischen Selbsterhaltung, bricht die Durchblutung rapide zusammen.[23,26] Erkrankte der Patient als Folge einer unzureichenden Netzhautdurchblutung an Glaukom,[27,28,29,30] so erhöht sich sein Risiko in den Bergen als Folge des chronischen Sauerstoffmangels entsprechend. Abschließende Studien zu den Faktoren fehlen zur Zeit noch, doch muss zumindest hypothetisch von einer Hypoxie bedingten Minderversorgung der Netzhaut ausgegangen werden.[26,28,30,31] Als präventiver Praxistipp gilt es daher, dieses Risiko, insbesondere bei Patienten mit Normal- oder Niederdruckglaukom bei gleichzeitig tiefem Blutdruck, mit in die Tourenplanung einzuschließen und die Zeit des Sauerstoffmangels so kurz wie möglich zu halten. Die subjektiven Anzeichen einer zu geringen Durchblutung der Retina und des Sehnervenkopfes sind zunehmende Sehbeschwerden mit Gesichtsfeldeinschränkungen bis hin zur kompletten beidäugigen Erblindung.[32]

bilosa
die ganze welt des sehens

Tauchen Sie ein in die ganze Welt des Sehens!

BILOSA - IHR VERLÄSSLICHER PARTNER RUND UM KONTAKTLINSEN UND PFLEGEMITTEL. ERFOLGREICH SEIT 40 JAHREN.
WERDEN SIE NOCH HEUTE UNSER ZUFRIEDENER KUNDE! ALLE INFORMATIONEN FINDEN SIE AUF www.bilosa.com.

bilosa.com

Retinopathie

Von der Durchblutung gelangen wir direkt zu den bekannten Netzhautblutungen in sehr großen und extremen Höhen. Die als Höhenretinopathie „High Altitude Retinopathy“ oder als „High Altitude Retinal Hemorrhage HARH“ bekannte Netzhauteinblutung gilt bei Himalaya-Expeditionen als sehr häufig, ohne dass sie bisher zu lebensbedrohenden Situationen führte.[9,33,34,35] Als Folge der markant veränderten Durchblutung der Netzhaut durch die Hypoxie können sich intraretinale Blutungen, Cotton-Wools, Papillenödeme, sowie dilatierte und tortuose Arteriolen und Venolen bilden.[9,33,36,37,38] Blutungen können an fast allen Stellen der Netzhaut auftreten, meist in der Nähe des Sehnervenkopfes, aber nur sehr selten in der Makula.[39] Die Häufigkeit einer Höhenretinopatie wird in Abhängigkeit der bestiegenen Höhe mit 25 bis 90 % angegeben.[34,35,36] In einem Einzelfall wurde von einem Zentralvenenverschluss verbunden mit Glaskörpereinblutung und massiver Seheinbusse berichtet.[34] Wiedman und Tabin stellten eine statistische Korrelation von HARH und dem lebensbedrohenden höhenassoziierten Gehirnödem (High Altitude Celebral Edema HACE) her, ohne dass es direkt zu einer schweren Erkrankung geführt hat.[35] Die Korrelation von Höhe, intrakraniellem Druck und dem Papillenödem werden in der Literatur kontrovers beurteilt. Wiedman und Tabin sehen einen Zusammenhang zur Höhenkrankheit (AMS) und sogar zu HACE,[35] Willmann et al. sehen jedoch keinen Zusammenhang.[38] Selten wird auch über eine ischämische Optikus Neuropathie ebenfalls unter dem gleichen Begriff „Altitude Retinopathy“ berichtet.[40] Die Symptome wie Blutungen und Papillenödeme verschwinden einige Wochen bis Monate nach Expeditionsende wieder von alleine.[33,39]

Mikroorganismen und Infektionen

Zum Schluss kommen wir noch zur Hygiene und den Mikroorganismen in der Höhe und bei großer Kälte. Obwohl Durchfallerkrankungen ein leider allzu übliches Ärgernis von Reisen in ungewohnte Umgebungen sind,[4] habe ich persönlich auf meinen zahlreichen Expeditionen nach Asien, Südamerika, Afrika und Europa nicht ein einziges Mal eine infektiöse Keratitis oder Konjunktivitis erlebt. Auch berichtet die Literatur nur über sehr wenige Fälle von Konjunktivitis[41] und bei Keratitis nur über ultraviolett bedingte Keratitis Photoelectrica.[42,43] Diese geringe Komplikationsrate steht im Widerspruch zu den bekannten Berichten über Augeninfekte und Kontaktlinsen, welche in tiefen Lagen getragen werden.[44] Dies ist insofern erstaunlich, als dass die Hygiene auf Trekkings oder Bergtouren alles andere als optimal auf uns verwöhnte Europäer abgestimmt ist. Viel eher sind Verletzungen der Augen durch Fremdkörpereinwirkung wie Eis- oder Steinschlag dokumentiert.[43,45] Ein möglicher Grund für die geringe Zahl von Infektionen könnte die sehr unterschiedliche Biodiversität von Humusböden im Vergleich zu Fels-, Eis- und Schneeböden sein. So findet man rund 10- bis 20-mal weniger Bakterienarten auf Schneeflächen als auf Humusböden.[46] Dies hat zur Folge, dass einerseits das Risiko einer Infektion durch die Außenwelt abnimmt, sich mit der Zeit aber auch das Immunsystem des Menschen verändert.[47] Das Immunsystem beginnt sich zu sensibilisieren und reagiert mit der Zeit überreaktiv. Zudem wird das Schnee- und Eiswasser, das zum Kochen und Händewaschen verwendet wird, durch die Basislagerküche immer gut abgekocht. Weitere Studien könnten zur Klärung dieses unerwartet positiven Umstandes beitragen.

◂ Bild 3 | Hygienebedingungen und Eintages-Kontaktlinsen beim Himalaja-Trekking

In der Zwischenzeit gilt der bewährte Grundsatz, die Hände vor der Kontaktlinsenhandhabung immer mit Desinfektionsmittel zu desinfizieren, auf Trekkings am besten Eintageskontaktlinsen mit sehr hoher Sauerstoffdurchlässigkeit zu verwenden (Bild 3) und bei Aufstiegen zu den Zelthochlagern über 6000 m idealerweise Dauertragen mit höchstgasdurchlässigen Silikonhydrogel oder stabilen Kontaktlinsen zu praktizieren.[48] Man bedenke, dass kein vernünftiger Bergsteiger bei Zeltinnentemperaturen von -15° bis -35° C im Hochlager über 6000 bis 8000 m über Meer versuchen will, Kontaktlinsen ein- oder auszusetzen, geschweige denn versuchen möchte, diese zu reinigen und zu desinfizieren.[44]

Zusammenfassung

Wandern, Trekkings oder Bergsteigen wird immer populärer und die moderne Mobilität ermöglicht immer mehr Menschen den Zugang in immer größere Höhen.

Grundsätzlich können Kontaktlinsen beim Wandern, Trekking oder Bergsteigen auch in diesen anforderungsreichen Gegenden getragen werden. Je höher über Meer der Kontaktlinsenträger sich aufhält, umso wichtiger werden hohe Sauerstoffdurchlässigkeit, Ultraviolett-Schutzfilter, geringe Dehydratation und guter Sitz der Kontaktlinsen.

Das Austrocknen der Augenoberfläche kommt mit abnehmender Umgebungsfeuchte bei tiefen Temperaturen relativ häufig vor und kann ein Sicherheitsrisiko werden. Ein Augenschutz mittels Schutzbrille oder Kontaktlinsen wird empfohlen. Die mikrobielle Entzündungs- oder Infektionsgefahr der Augen in der Höhe ist reduziert, verglichen mit dem Risiko zu Hause. Jedoch ist das Auge einer markant höheren und gefährlichen Ultraviolettstrahlung ausgesetzt. Schutzbrille oder Kontaktlinsen sollten daher einen sehr hohen Schutzfilter aufweisen und gut ans Gesicht oder Auge angepasst sein.

Retinopathien als Folge der gestörten Durchblutung der Netzhaut kommen häufig vor, sind aber meist harmlos und kurieren sich in tiefen Lagen meist von selbst. Der Körper benötigt eine gewisse Zeit zur Akklimatisation an die sauerstoffärmere Umgebungsluft, ansonsten reagiert er mit Höhenkrankheit. Patienten, die eine radiäre Keratotomie durchführen ließen, müssen mit großen Sehproblemen in der Höhe rechnen.

LASIK-Patienten können jedoch nahezu bedenkenlos auch hohe Berge ins Auge fassen. Glaukompatienten, insbesondere diejnigen mit Durchblutungsstörungen, sollten sich nur kurzfristig in große Höhen wagen.

Literatur

Das Literaturverzeichnis kann beim Autor per E-Mail angefordert werden.

Der Autor
Dr. Michael Bärtschi
Eyeness AG
Hirschengraben 11
3011 Bern, Schweiz
E-Mail: mbaertschi@eyeness.ch