

# Veränderungen der Refraktion

Die Refraktion des Auges ist keine starre, unveränderliche Größe. Sie kann kurzfristigen wie auch langfristigen Veränderungen unterliegen. Tageszeitliche Schwankungen der Hornhautradien sind ebenso wie altersabhängige Veränderungen des Hornhautastigmatismus oder altersabhängige Brechwertänderungen der Augenlinse als normal anzusehen. Es gibt aber auch pathologische Bedingungen, unter denen es zu akuten Änderungen der Refraktion kommen kann. Ein Beitrag von Dr. Andreas Berke.

## 1. Optische Überlegungen

Der Fernpunkt ist per definitionem der Objektpunkt, der bei maximaler Fernakkommodation des Auges auf die Netzhaut abgebildet wird. Seine Lage wird durch zwei Faktoren bestimmt: die Brennweite des optischen Systems des Auges sowie dessen Bildweite für eine bestimmte Objektentfernung. Die Bildweite des Auges wird durch die Baulänge des Auges bestimmt. Wenn Fehlsichtigkeiten unerwartet auftreten oder bestehende Fehlsichtigkeiten spontan sich verändern, so kann dies daran liegen, dass sich die optischen Komponenten des Auges (Hornhaut, Linse, Vorderkammer, Linse) verändert haben. Dies bedingt eine veränderte Brennweite des Auges. Eine veränderte Lage der Lichtrezeptoren in der Netzhaut führt zu einer veränderten Bildweite im Auge.

## 2. Veränderungen der Optik des Auges

### Hornhaut

Die Hornhautvorderfläche liefert wegen des großen Brechzahlunterschiedes zur Luft den größten Beitrag zum Gesamtbrechwert des Auges. Daher wirken sich bereits geringfügig veränderte Parameter der Hornhautvorderfläche nachweisbar auf die Fernpunktrefraktion des Auges aus.

### Einfluss der Lider

Die Lider üben stetig Kräfte auf die Hornhaut aus. So wird die Lidspannung wesentlich für den Hornhautastigmatismus verantwortlich gemacht. Die Hornhaut wird durch die von der Lidkante auf das Auge übertragene Kraft in ihrem horizontalen Meridian abgeflacht. Dies bedeutet, dass der horizontale Meridian der schwächer brechende Meridian der Hornhaut ist. Es liegt ein Astigmatismus rectus vor. Mit zunehmendem Alter wird die Abflachung der Hornhaut durch nachlassenden Liddruck immer geringer, so dass sich Betrag und Achslage des Hornhautastigmatismus stetig verändern können.

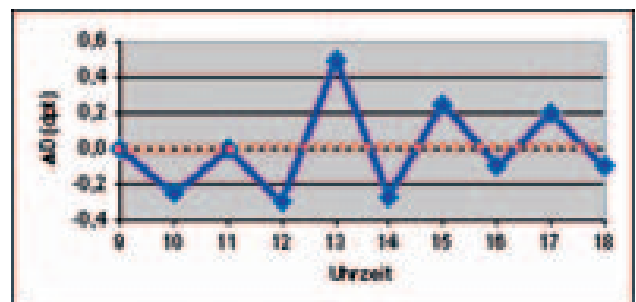
Daneben können auch kurzfristige Veränderungen der Hornhautgeometrie auftreten. Wird ein Auge lange zugekniffen, so wird die Hornhautgeometrie und damit auch der Brechwert der Hornhaut ebenfalls verändert. Raumfordernde Veränderungen im Bereich der Lider können, wenn diese auf die Hornhaut drücken, zu einem vorübergehenden Astigmatismus Anlass geben. Hier sind besonders Hordeolum und Chalazion zu nennen.



Chalazion. Durch Druck auf die Hornhaut kann ein Astigmatismus hervorgerufen werden.

## Tageszeitliche Schwankungen von Hornhautdicke und Hornhautradien

Gemeinhin wird die Hornhaut immer als ein starres und unveränderliches Gebilde angesehen. Dies entspricht jedoch nicht den Tatsachen. Sowohl die Dicke der Hornhaut als auch ihre Radien unterliegen tageszeitlichen Schwankungen. Im Mittel schwankt die Hornhautdicke am Tag nur um wenige Mikrometer, jedoch können im Einzelfall Dickenschwankungen von bis zu 20  $\mu\text{m}$  auftreten. Während die Veränderungen der Hornhautdicke sich nur wenig auf den Brechwert der Hornhaut auswirken, ist der Einfluss der Radienänderungen auf den Brechwert der Hornhaut ausgeprägter. Abbildung 2 zeigt die tageszeitlichen Schwankungen der Hornhautradien einer 28-jährigen Frau. Die Brechwertänderungen von fast 0,75 dpt wurden subjektiv von ihr bemerkt.



Tageszeitliche Schwankungen des Hornhautbrechwertes einer 28-jährigen Frau.

## Hyperplasie des Hornhautepithels

Für das Hornhautepithel ist eine Hyperplasie nachgewiesen worden. Maßgeblich an der Hyperplasie ist der epidermale Wachstumsfaktor EGF (epidermal growth factor) beteiligt. Der EGF tritt besonders in den Basalzellen in Erscheinung, deren Teilung es reguliert.

Beim chronisch verlaufenden Keratoconus kann es zu Phasen kommen, in denen sich die Refraktion beschleunigt verändert. Dies ist besonders nach Rissen in der Bowmanschen Membran der Fall. In den nachfolgenden Reparaturprozessen kann es zu einer Hyperplasie des Hornhautepithels kommen, die mit einer veränderten Geometrie der Hornhautvorderfläche einhergeht. In der Regel kommt es hierdurch zu einem irregulären Astigmatismus. Ähnliche Veränderungen werden auch bei Wundheilungsvorgängen in Folge einer rezidivierenden Erosio beobachtet.

Eine Epithelhyperplasie wird auch nach refraktiven Eingriffen an der Hornhaut beobachtet. LASIK-Patienten, die eine deutliche Regression ihrer Fehlsichtigkeit erfahren, weisen in der Regel in den Basalzellen des Hornhautepithels erhöhte EGF-Konzentrationen auf. Die Folge ist eine aggressive Wundheilung, die zur Hyperplasie und damit zu einem steileren Vorderflächenradius der Hornhaut führt.



Der Keratoconus ist durch eine fortschreitende Myopisierung gekennzeichnet. Zu akuten Änderungen der Refraktion kommt es nach Rissen in der Bowmanschen Membran mit anschließender Epithelhyperplasie. In der Regel handelt es sich hierbei um irreguläre Astigmatismen.

## Veränderungen des Quellungs-zustandes der Hornhaut

Der Quellungs-zustand der Hornhaut wird durch Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-Pumpen aufrechterhalten. Ein Ausfall oder eine Überbeanspruchung dieser „Wasserpumpen“ geht mit einem lokal begrenzten Einstrom von Wasser in die Hornhaut einher. Zu einer Überbelastung der Wasserpumpen kann es kommen, wenn Epithel und Endothel der Hornhaut ihrer natürlichen Barrierenfunktion nicht nachkommen können. Die folgende Einlagerung von Wasser im Stroma der Hornhaut hat eine zweifache Wirkung auf die optischen Eigenschaften der Hornhaut. Zum einen verändert sich lokal die Krümmung der Hornhaut, zum anderen variiert auch die Brechzahl der Hornhaut. Der Verlust der homogenen Brechzahl ist wiederum die Ursache von Streulicht. Zentral gelegene Ödeme werden den Visus so stark herabsetzen, dass hierdurch die

Auswirkungen der Refraktionsänderung der Hornhaut maskiert werden können. Peripher gelegene Ödeme hingegen führen primär nicht zu einer Visusminderung durch Streulicht. Hier kann es zu einer wahrnehmbaren Refraktionsänderung, häufig einem irregulären Astigmatismus, kommen.

Die Einnahme oraler Kontrazeptiva gilt als häufige Ursachen spontaner Refraktionsänderungen. Zahlreiche Steroidhormone sind durch eine Natriumretention gekennzeichnet. Hierdurch bedingt lagert sich vermehrt Wasser in die Hornhaut ein. Es ist eine häufige Beobachtung, dass Frauen, die orale Kontrazeptiva neu einnehmen oder die schwanger geworden sind, über Unverträglichkeiten von Kontaktlinsen oder Sehprobleme klagen. Wesentliche Ursache hierfür dürften die veränderten Radien der Hornhaut sein. Frauen, die lange Zeit orale Kontrazeptiva genommen haben, erfahren nach dem Absetzen dieser Mittel eine stärkere Entquellung der Hornhaut. Auch hierdurch kann es zu veränderten Radien der Hornhaut kommen.

Die Fuchssche Endotheldystrophie ist durch einen fortschreitenden Verlust an Endothelzellen und damit auch von Wasserpumpen charakterisiert. Sind gerade noch so viele Wasserpumpen vorhanden, dass das Endothel seiner Entquellungsaufgabe gerade noch nachkommen kann, so kann es zu tageszeitlichen Schwankungen der Refraktion kommen, wenn zusätzliche Belastungen für die Wasserpumpen auftreten.

Infektionen des Hornhautepithels durch Bakterien oder Viren sowie Erosionen der Hornhaut haben eine Schädigung der Barrierenfunktion des Epithels zur Folge. Auch Fremdkörper können die Ursache von Hornhautödemen sein. Zudem können Fremdkörper die Geometrie der Hornhaut allein auf Grund des Volumens, das sie einnehmen, verändern.

## Kontaktlinsenbedingte Refraktionsänderungen

Dass Kontaktlinsen den Brechwert der Hornhaut durch eine Formveränderung der Hornhaut verändern können, wird mit der



Fremdkörper in der Hornhaut. Allein durch sein Volumen ruft der Fremdkörper veränderte Radien der Hornhaut hervor.

# Schwerpunkt

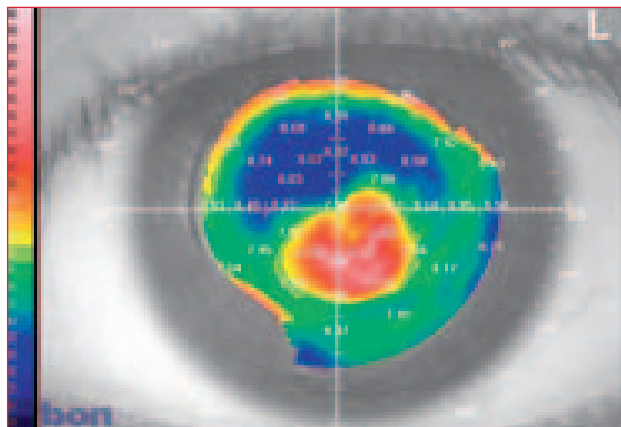
## SEHEN

Orthokeratologie konsequent ausgenutzt. Hier spricht man vom „Cornea Reshaping“. Brechwertveränderungen von mehr als 2 dpt sind bereits nach einer Nacht Tragen von Orthokeratologielinsen die Regel. Auch zu flach oder zu steil angepasste formstabile Kontaktlinsen führen ebenfalls zu einer Verformung der Hornhaut mit einer daraus resultierenden Brechwertänderung. Eine häufigere Komplikation beim längeren Tragen von Kontaktlinsen ist das Corneal Warpage. Hierbei handelt es sich um eine Verdünnung der Hornhaut. Die Hornhaut wird zunehmend steiler und irregulärer. Der Hornhautastigmatismus kann sich infolgedessen verändern. Nach dem Absetzen der Kontaktlinsen verbessert sich die Situation der Hornhaut nach einigen Wochen.

## Refraktive Chirurgie

Immer mehr Patienten, die sich vor 15 bis 20 Jahren einer radiären Keratotomie unterzogen haben, klagen nun über eine deutliche Hyperopisierung (hyperopic shift) des operierten Auges.

Auch nach einem LASIK-Eingriff, dem heute am häufigsten durchgeführten Verfahren der refraktiven Chirurgie, können spontane Veränderungen der Refraktion auftreten. Als das gravierendste Problem nach LASIK wird eine Keratektasie angesehen. Durch die Herstellung des Flaps und dem Abtragen von Stromagewebe kann das restliche Stromabett so dünn werden, dass es dem Augeninnendruck nicht mehr standhalten kann. Über eine zweite, weniger dramatische Änderung der Refraktion des Auges nach einem LASIK-Eingriff wird zunehmend von Bergsteigern berichtet. Es werden Myopisierungen von bis zu 1,5 dpt beschrieben, die bei Sauerstoffmangel auftreten können. Ursache dürfte auch hier eine stärkere Quellung der Hornhaut sein. Nicht auszuschließen ist aber auch, dass der geringere Luftdruck nun dem Augeninnendruck weniger Widerstand entgegensetzt, sodass die Hornhaut sich nach außen vorwölbt. Bergsteigern, die sich in Höhen von mehr als 3000 m aufhalten, wird daher empfohlen, die zu erwartende Myopisierung des Auges durch eine entsprechende Brille auszukorrigieren.



Keratoconus neun Wochen nach LASIK bei einer Ausgangsrefraktion von -2 dpt.

Betroffen von solchen spontanen Refraktionsänderungen nach LASIK können aber auch Bergtouristen sein, die sich mit Seilbahnen oder Hubschraubern kurzfristig in große Höhen transportieren lassen. Eine Dezentrierung des Flaps ist die Ursache eines irregulären Astigmatismus.

## Linse

Die Linse unterliegt mit zunehmendem Alter typischen langfristigen Brechwertänderungen. Hier ist die ab dem fünften Lebensjahrzehnt auftretende Altershyperopie, die auf einem Brechwertverlust der Linse beruht, zu nennen. Patienten mit einem Kernstar leiden regelmäßig unter einer schleichenden Myopisierung des Auges, da sich der Brechwert des Linsenkerens bei dieser Form der Katarakt kontinuierlich erhöht.

Akute Änderungen des Linsenbrechwertes können durch Veränderungen der Radien oder der Brechzahl der Augenlinse hervorgerufen werden. Häufig treten beide Veränderungen auch zeitgleich auf.

## Veränderungen des Quellungs-zustandes der Augenlinse

Die bedeutsamste Ursache für Änderungen des Linsenbrechwertes sind stark wechselnde Blutzuckerkonzentrationen. Die Glukosekonzentration des Kammerwassers kann sich wesentlich schneller veränderten Blutzuckerkonzentrationen anpassen als es die Augenlinse vermag. Die Folge ist ein Konzentrationsgradient der Glukose zwischen Kammerwasser und Linse. Dieser Konzentrationsgradient ist die Ursache für einen osmotischen Wassertransport in die Linse hinein oder aus der Linse heraus. Mit der Veränderung des Wassergehaltes der Linse verändern sich auch deren Radien sowie ihre Brechzahl. Es gibt keine einheitliche Meinung darüber, ob eine Hyperglykämie zu einer Myopisierung oder Hyperopisierung des Auges führen. Duke-Elder stellte die Hypothese auf, dass eine Hyperglykämie eine Myopisierung bedinge und eine Hypoglykämie zu einer Hyperopie führe. Als sicher kann nur angegeben werden, dass Änderungen des Blutzuckerspiegels auch unmittelbar zu veränderten Refraktionen führen. Tageszeitliche Schwankungen der Refraktion von bis zu 2 dpt können bei einigen Diabetikern noch als „normal“ angesehen werden. In Einzelfällen sind auch Refraktionsschwankungen von bis zu 5 dpt am Tag möglich.

Veränderte Quellungs Zustände werden häufig auch bei Dysenterie oder Toxämie beobachtet.

## Hypoglykämie

Ein plötzlicher Abfall des Blutzuckerspiegels kann nach weit verbreiteter Lehrmeinung eine Hyperopisierung des Auges bedingen. Dem Risiko der Hypoglykämie sind in erster Linie Diabetiker ausgesetzt. Eine Hypoglykämie bei Nichtdiabetikern gilt als selten. Mögliche Ursachen können hier sein

- | Operation im Magen-Darm-Trakt
- | Insulinome
- | Störungen der Nebennierenrinde, die mit einer verminderten Cortisolbildung einhergehen
- | Drogen oder Medikamente wie z.B. Alkohol, Chinin oder

Aspirin (in Überdosierung)

schwere Lebererkrankungen

Enzymdefekte (Glukose-6-phosphatase, Pyruvatcarboxylase usw.)

## Medikamente

Moderne Antidiuretika aus der Familie der Thiazide senken die Glukosetoleranz des Körpers, da sie die insulinproduzierenden Zellen der Bauchspeicheldrüse hemmen. Die Folge ist ein Anstieg der Blutzuckerkonzentration. Ein Anstieg des Blutzuckerspiegels kann auch bei Anwendung von Cortison in Erscheinung treten. Bei Verwendung von Phenylbutazon wurden Hyperopisierungen von 3 bis 4 dpt beobachtet.

Stimulation	Akkommodationslähmung		
Aceclidin	Acetazolamid	Dexamethason	Mianserin
Acetylcholin	Alkohol	Diazepam	Nalidixinsäure
Carbachol	Amitriptylin	Diphenhydramin	Naproxen
Demecarium	Amodiaquin	Doxepin	Nitrazepam
Digitalis	Antazolin	Doxylamin	Nortriptylin
Ecothiopat	Atropin	Dropriperidol	Oxazepam
Guanethidin	Baclofen	Fluorometholon	Penicillin
Methylenblau	Beclomethason	Fluorouracil	Perazin
Morphium	Betamethason	Flurazepam	Perphenazin
Neostigmin	Carbachol	Haloperidol	Phenytol
Opium	Carbamazepin	Haschisch	Piroxicam
Physostigmin	Carbinoxamin	Homatropin	Prazepam
Pilocarpin	Chloramphenicol	Hydrochlorthiazid	Prednisolon
	Chlordiazepoxid	Hydroxyamphetamin	Primidon
	Chloroquin	Hydroxychloroquin	Promazin
	Chlorthiazid	Imipramin	Promethazin
	Chlorpromazin	Indapamid	Propranolol
	Chlorprothixen	Iodide	Scopolamin
	Chlortalidon	Isoniacid	Streptomycin
	Cimetidin	Isopropamid	Tetanus-Ig
	Clemastin	Lithium	Tetracain
	Clomipramin	Lorazepam	Thioridazin
	Clonazepam	LSD	Triamcinolon
	Cocain	Maprotilin	Triazolam
	Cortison	Marihuana	Tropicamid
	Cyclopentolat	Medryson	Vincristin
	Cylothiazid	Mescaline	
	Desoxycortison	Methylenblau	

Medikamente und Akkommodation

einseitige Akkommodationsstörung	beidseitige Akkommodationsstörung
Nasennebenhöhlenentzündung, Karies, Aneurysma der hinteren Arteria communicans, Parkinsonsche Erkrankung, Morbus Wilson, Gürtelrose, Adie-Syndrom	Anämie, Enzephalitis, Diabetes, Multiple Sklerose, Myotonia gravis, Malaria, Typhus, Toxämie, Botulismus, Mumps, Masern, Scharlach, Keuchhusten, Mandelentzündung, Diphtherie, Blei- und Arsenvergiftung

Allgemeinerkrankungen und Akkommodationsstörungen

## Nieren und Augenlinse

Patienten mit Nierenversagen müssen sich mehrmals in der Woche einer Dialyse unterziehen, während der dem Körper auch große Mengen an Harnstoff entzogen werden. Dabei verliert das Kammerwasser in wesentlich stärkerem Maße Harnstoff als die Linse. Die Folge ist wie-derum ein osmotischer Einstrom von Wasser in die Linse während der Dialyse.

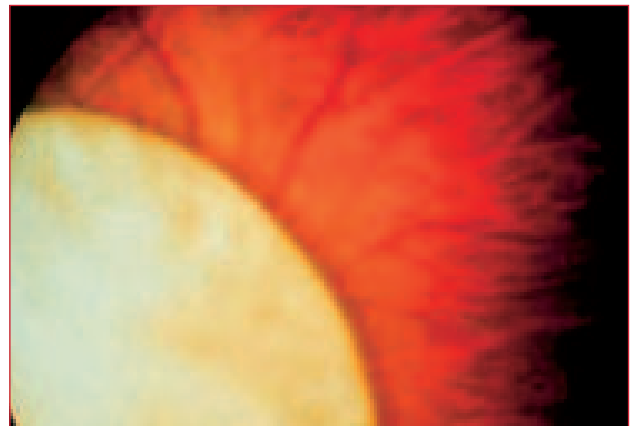
Ebenfalls zu Veränderungen der Linse kann es kommen, wenn der Elektrolyt-Haushalt des Körpers, der wesentlich auch von der Nierenfunktion abhängig ist, gestört ist. Bei Nierenfunktions-

störungen kann die Ausscheidung von Natrium behindert sein. Ein erhöhter Natriumgehalt im Kammerwasser führt zu einer Schrumpfung der Linse. Die Einnahme verschiedener nicht-steroidaler entzündungshemmender Medikamente kann zu einer verschlechterten Nierenfunktion und damit über eine Störung des Elektrolythaushalts auch zu Veränderungen der Augenlinse führen.

## Zonulafasern

Die Augenlinse wird durch die Zonulafasern im Auge fixiert. Darüber hinaus übertragen die Zonulafasern bei der Fernakkommodation Kräfte auf die Linsenkapsel. Ein Erschlaffen der Zonulafasern hat eine stärkere Krümmung der Linse und damit einen Anstieg des Linsenbrechwertes zur Folge.

Das Marfan-Syndrom ist unter anderem auch durch Veränderungen der Zonulafasern gekennzeichnet. Diese können abnorm verdickt, aber auch ausgedünnt und gedehnt sein. Die Folge sind irreguläre Verformungen der Linsenkapsel und damit ein irregulärer Linsenastigmatismus. Da von den Zonulafasern kaum Kräfte auf die Linsenkapsel übertragen werden können, weist die Linse eine stärkere Krümmung auf. Derart mangelhafte Zonulafasern gewährleisten keine stabile Positionierung der Linse im Auge. Bei einer im Extremfall vollständigen Luxation der Linse ist diese frei beweglich und kann in den Glaskörperraum abtauchen. Das Auge wirkt unter diesen Bedingungen wie ein aphakes Auge.



Abtauchen der Augenlinse in den Glaskörper beim Marfan-Syndrom. Das Auge wird infolgedessen aphak.

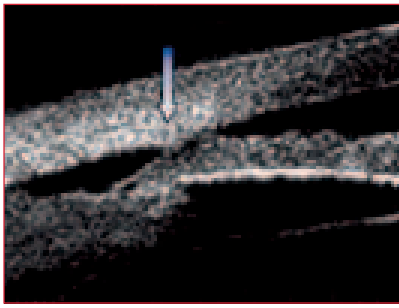
## Ziliarkörper

Veränderungen des Ziliarkörpers können in zweifacher Weise den Refraktionszustand des Auges beeinflussen. Eine übermäßige Stimulation des Ziliarkörpers führt über die Akkommodation zu einer Erhöhung des Linsenbrechwertes. Eine Lähmung des Ziliarkörpers kann zu presbyopieähnlichen Erscheinungen führen.

## Ziliarkörperödeme

Ödeme des Ziliarkörpers gehen mit einer Myopisierung des





Abriss des Ziliarkörpers nach stumpfer Verletzung des Auges.

Auges einher. Durch die Flüssigkeitseinlagerung kommt es zu einer Volumenzunahme des Ziliarkörpers. Dieser verlagert sich in Richtung Linse, infolgedessen entspannen sich die Zonulafasern. Eine durch ein Ziliarkörperödem hervorgerufene Myopisierung lässt sich durch Gabe von Zykloplegika nicht rückgängig machen.

Schmerzen der Hornhaut und der Iris haben Auswirkungen auf den

Ziliarkörper. Beide werden vom Nervus trigeminus innerviert. Eine starke Stimulation dieses Nervs kann im Ziliarkörper eine Weitung der dortigen Blutgefäße mit einer daraus folgenden Schwellung des Ziliarkörpers zur Folge haben. Eine Iridozyklitis kann ebenfalls die Ursache einer Schwellung des Ziliarkörpers sein. Weitere Ursachen können Überempfindlichkeitsreaktionen sein. Solche Ödeme treten häufig bei Verwendung von Medikamenten aus der Gruppe der Sulfonamide und chemisch verwandter Substanzen auf.

### Stimulation des Ziliarkörpers

Ein Akkommodationsspasmus durch eine dauerhafte Stimulation des Ziliarkörpers hat eine Brechwerterhöhung der Linse zur Folge. Akkommodationsspasmen treten häufig auf Grund psychischer Belastungen (z.B. Stress, Hysterie) auf. Langes Lesen oder lang andauernde Naharbeit steigern den Tonus der Ziliarmuskulatur. Acht Stunden Naharbeit rufen im Mittel eine Myopisierung von einer halben Dioptrie hervor. Die Dauer dieser Myopisierung kann je nach Person unterschiedlich lang sein.

Medikamente, die den Parasympathikus stimulieren, haben eine ähnliche Wirkung. Eine stimulierende Wirkung auf den Ziliarkörper, die auch mit einer engen Pupille einhergeht, wird durch Morphine und andere Opiate ausgelöst. Diese Mittel sind zentral im Hirnstamm wirksam. Bei ungeklärtem Akkommodationsspasmus muss immer auch an Tumore im Hirnstamm und an Veränderungen im Bereich des Nervus oculomotorius gedacht werden.

### Parese des Ziliarkörpers

Erkrankungen oder Verletzungen des Ziliarkörpers führen zu einer Beeinträchtigung der Nahakkommodation und damit zu verschwommenem Sehen in der Nähe. Bei jüngeren Menschen kann eine eventuell vorhandene Hyperopie nicht mehr kompensiert werden. Zu ähnlichen Symptomen führen aber auch Störungen der den Ziliarkörper innervierenden Nerven sowie deren Kerngebiete im Gehirn. Risse im Kammerwinkel, die u.a. auch beim Bungee-Springen auftreten können, sind ebenso wie Risse im Bereich der Iris und der Zonulafasern mögliche Ursachen für eine Akkommodationslähmung.

Ungefähr ein Fünftel aller Diabetiker vom Typ 1 zeigt bereits im Alter von 20 Jahren presbyopieähnliche Symptome. Ursache ist in diesem Fall eine durch den Diabetes hervorgerufene Schädigung des Ziliarnervs. Während diese Veränderungen irreversibel sind, kann es bei Diabetikern, die sich einer großflächigen Laserbehandlung der Netzhaut unterziehen mussten, zu vorübergehenden Ausfällen der Nahakkommodation kommen. In diesem Fall sind durch die Laserbehandlung hervorgerufene Wärmeschäden des Ziliarnervs verantwortlich für die Störung der Akkommodation.

Ein Ausfall des Ziliarkörpers kann auch die Folge von Medikamenten mit parasympatholytischen Effekten sein. Neurologische Erkrankungen, die eine Störung der parasympathischen Innervation des Auges hervorrufen, führen nicht allein zum Ausfall der Nahakkommodation sondern auch zu einer Mydriasis. In den meisten Fällen sind die Ursachen dieser Funktionseinbußen in einer Schädigung des Nervus oculomotorius zu suchen. Sowohl der Nerv in seinem Verlauf als auch das Kerngebiet des N. oculomotorius im Mittelhirn können betroffen sein. Die Schäden im Mittelhirn können durch Tumore (z.B. Pinealome), eine Enzephalitis, Neurosyphilis oder Multiple Sklerose verursacht sein. Viren (Masern, Mumps, Herpes zoster) können Schäden im Hirnstamm, die sich auch auf die Innervation des Auges auswirken, hervorrufen.

Das Diphtherie-Toxin greift die Hüllen der Hirnnerven an und führt so zu einer Lähmung der Akkommodation. Es sind auch Akkommodationslähmungen nach Schutzimpfungen gegen die Diphtherie bekannt. Der Verzehr von Lebensmitteln, die mit dem Bakterium Clostridium botulinum kontaminiert sind, ruft schwerste lebensbedrohliche Vergiftungserscheinungen hervor. Das Botulinumtoxin hemmt die Reizweiterleitung vom Nerven auf den nachfolgenden Muskel, wodurch unter anderem auch die Reizübertragung vom Ziliarnerv auf den Ziliarkörper unterbunden wird.

Bevorzugt Frauen im zweiten und dritten Lebensjahrzehnt sind vom Adie-Syndrom beziehungsweise der Pupillotonie, einer harmlosen parasympathischen Innervationsstörung, betroffen. Dieser Erkrankung liegt ein Verlust von Ganglienzellen im Bereich des Ziliarganglions zugrunde. Während die Pupillenstörung weitgehend irreversibel ist, kann es zu einer Wiederherstellung der Nahakkommodation kommen.

### Vollkorrektur einer Hyperopie

Eine erstmalige Vollkorrektur einer Hyperopie kann zu einer Pseudomyopie führen. Die Ziliarmuskulatur weist hier einen hohen Muskeltonus auf, der mit der Vollkorrektur nicht sofort abgebaut wird. Die Folge ist, dass das Auge nach wie vor akkommodieren wird.

Teil 2 folgt in der nächsten Ausgabe

#### Autor

Dr. rer. nat. Andreas Berke  
Georgshof 4  
51503 Rösraht

AZ Dr.Mann