

Wenn das Auge wächst: Myopiekontrolle mit dem neuen Scalia 2-Design

Nora Bretschneider, Dipl.-Ing. (FH) Augenoptik

Mehrstärken-Kontaktlinsen und Orthokeratologie sind die effizientesten optischen Methoden, um Myopieprogression zu verlangsamen oder sogar zu stoppen. Die Galifa Contactlinsen AG hat ihr Scalia-Design weiterentwickelt. Ein Mehrstärkendesign, welches basierend auf diversen Studien für Myopiekontrolle entwickelt wurde. Dieser Artikel gibt einen Überblick über aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen, die dem neuen Scalia 2-Design zugrunde liegen. Außerdem zeigt er Strategien zur Myopiekontrolle auf.

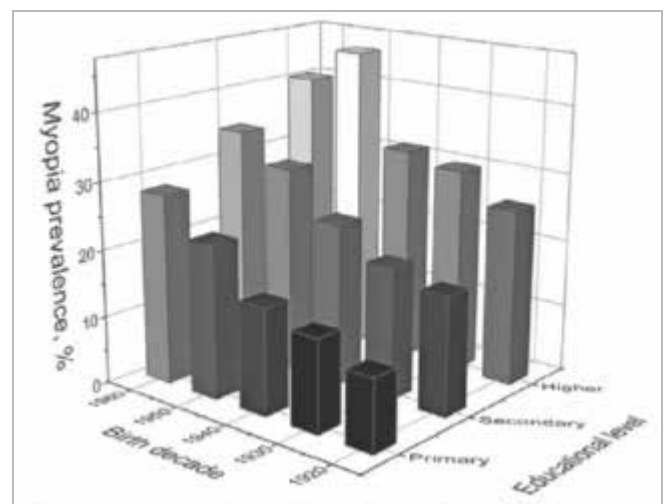
Schlüsselwörter | Myopiekontrolle, Periphere Refraktion, Periphere Hyperopie, Mehrstärken-Kontaktlinsen, Orthokeratologie, Scalia 2-Design

Multifocal lenses and orthokeratology are the most efficient methods to slow the progression of myopia. Galifa Contactlinsen AG has enhanced its Scalia design. A multifocal lens design developed for myopia control based on several up to date studies. This article gives an overview of current publications that has been the basis of the new Scalia 2 design. Furthermore it discusses strategies for myopia control.

Keywords | myopia control, peripheral refraction, peripheral hyperopia, multifocal contact lenses, orthokeratology, Scalia 2 design

1. Warum Myopiekontrolle?

Hochrechnungen zeigen, dass im Jahr 2050 bereits 50 % der Weltbevölkerung myop sein wird, 10 % sogar hochgradig myop (> -5 dpt)¹. Die damit einhergehenden Risiken auf Netzhautablösung oder myope Makuladegeneration erhöhen sich dramatisch. Bereits ab einer Myopie von -1.00 dpt verdoppelt sich das Risiko auf die Entstehung einer Makuladegeneration und das Risiko auf Netzhautablösung ist bereits dreimal so hoch wie bei Emmetropen. Ab -3.00 dpt ist das Risiko auf Netzhautablösung und Makuladegeneration bereits 9mal höher als bei emmetropen Augen. Sobald -5.00 dpt überschritten sind, haben die Betroffenen ein 21,5-faches Risiko auf eine Netzhautablösung und das Risiko auf die Entstehung einer Makuladegeneration ist 40,6-mal höher^{1,2,3} (vgl. Tabelle 1). In Europa sieht die Entwicklung der Myopie sehr ähnlich aus. Myopie kommt in der Bevölkerungsgruppe, die nach 1960 geboren wurde, deutlich häufiger vor. Außerdem konnte gezeigt werden, dass Myopie vermehrt auftritt, je länger die Schule besucht wurde. (Bild 1)⁴



▲ Bild 1 | Häufigkeit der Myopie (≥ 0.75 dpt) abhängig vom Geburtsjahr und Ausbildungsstand. Primary: Ausbildung bis zum 16. Lebensjahr, Secondary: Ausbildung bis zum 19. Lebensjahr, Higher: Ausbildung bis zum 20. Lebensalter⁴

Myopie	Glaukom	Katarakt	Netzhautablösung	Makuladegeneration
-1.00 bis -3.00 dpt	2.3 x	2.1 x	3.1 x	2.2 x
-3.00 bis -5.00 dpt	3.3 x	3.1 x	9.0 x	9.7 x
-5.00 bis -7.00 dpt	3.3 x	5.5 x	21.5 x	40.6 x
< -7.00 dpt			44.2 x	126.8 x

Tabelle 1 | Risiko auf schwerwiegende Augenerkrankungen je nach Höhe der Myopie im Vergleich zu emmetropen Augen³

Risikofaktor	Beschreibung
Genetik	Ein myopes Elternteil: 3 x höheres Risiko, zwei myope Elternteile: 6 x höheres Risiko und erhöhtes Risiko hohe Myopie zu entwickeln. ⁸
Zeit im Tageslicht	Diverse Studien zeigen, dass das Risiko auf die Entwicklung einer Myopie höher ist, je weniger Zeit im Tageslicht verbracht wird. ^{8,9,10,11} Die Progressionsrate nach Ausbruch der Myopie wird durch den Aufenthalt im Freien jedoch nur gering beeinflusst. ^{10,11,12}
Naharbeit	Mehr als 3 h pro Tag zusätzlich zur Schulzeit in Kombination mit wenig Zeit im Tageslicht erhöht das Risiko, eine Myopie zu entwickeln. ⁹ Elektronische Displays verstärken diese Problematik. Digitale Texte werden ca. 4–8 cm näher gehalten (gedruckte Texte 40 cm). ^{13,14} Dies führt zu erhöhten Anforderungen an Akkommodation und Konvergenz. Es wurde festgestellt, dass die Myopieprogression für geringere Sehabstände von ca. 30 cm zunimmt. ¹⁵
Alter	Wenn Myopie im Alter von 6 bis 7 ausbricht, ist das Risiko eine hohe Myopie zu entwickeln 6.6 x höher als wenn sie mit 11 und älter beginnt. ⁶
Refraktion	Weniger als +0.50 dpt im Alter von 6 bis 7 stellt ein erhöhtes Risiko dar. Die schnellsten Refraktionsänderungen treten im Jahr vor Myopiebeginn auf. ¹⁶
Ethnische Faktoren	Asiatische Kinder zeigen schnellere Progressionsraten als europäische Kinder. 5 Risikofaktoren wie Akkommodationsdefizit, Nahesophorie, Zeit im Tageslicht und Genetik beeinflussen die Myopieentwicklung jedoch unabhängig von ethnischen Faktoren. ²⁵
Binokularsehen	Kinder, die einen erhöhten AC/A Quotienten aufweisen, haben ein erhöhtes Risiko myop zu werden und zeigen eine schnellere Progression der Myopie, wenn sie mit Einstärkengläsern versorgt werden. ^{17,18} Diverse Studien zeigen, dass die Myopieprogression vor allem bei Kindern, die eine Nahesophorie bzw. ein höheres Akkommodationsdefizit aufweisen, verlangsamt werden konnte. ^{19,20}
Ernährung	Ein Zusammenhang zwischen mangelhafter bzw. einseitiger Ernährung und Myopie wird vermutet. Calciummangel, Proteinmangel und zu viel Zucker und Kohlenhydrate werden als mögliche Einflussfaktoren diskutiert. ^{21,22,23} Vitamin A (Fisch, Milch, Eier) bzw. Beta-Carotin (Karotten, gelbes & rotes Gemüse) werden für zahlreiche Funktionen der Netzhaut benötigt. Lutein, welches in grünem Gemüse wie Spinat und Erbsen vorkommt, hat eine wichtige Bedeutung für Schutzfunktionen der Netzhaut. So wurde gezeigt, dass Patienten mit altersbedingter Makuladegeneration weniger Lutein in der Netzhaut aufweisen. ²⁴

Tabelle 2 | Risikofaktoren für die Entwicklung einer Myopie

► Bild 2 | Akkommodationsdefizit mit Einstärkenlinsen (SVD) und Bifokallinsen (BF) in emmetropen und myopen Augen. Myope haben grundsätzlich ein höheres Akkommodationsdefizit als Emmetrope. Mit kürzeren Leseabständen nimmt das Akkommodationsdefizit zu. Mit Bifokallinsen wird die Akkommodation unterstützt und das Akkommodationsdefizit nimmt ab.³³

2. Wann und wie mit Myopiekontrolle starten?

Idealerweise beginnt die Myopiekontrolle, bevor die Myopie auftritt, mit dem Ziel, Myopie zu vermeiden oder zumindest den Beginn so lang wie möglich hinauszögern. Umso jünger ein Kind zu dem Zeitpunkt ist, zu dem es myop wird, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine hohe Myopie entwickelt. Der Grund: die Progressionsrate/Jahr ist umso höher desto jünger die Kinder.^{5,6}

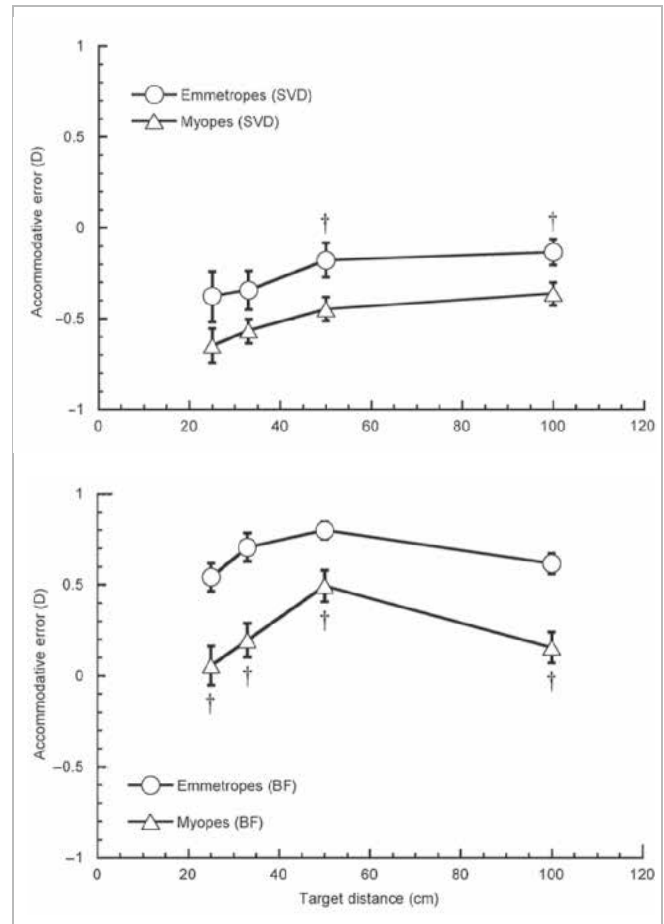
Zunächst gilt es, alle Risikofaktoren, die in Tabelle 2 zusammengefasst sind, abzuklären. Anschließend werden die entsprechenden Maßnahmen getroffen.

Aufklärung & Sensibilisierung: Erläutern Sie den Eltern, was Myopie bzw. Kurzsichtigkeit ist. Den Eltern soll bewusst werden, welche Risiken mit einer hohen Myopie verbunden sind. Klären Sie sie auf, was aktiv gegen das Auftreten einer Kurzsichtigkeit und das Fortschreiten unternommen werden kann.

Lifestylemanagement: Um Myopie zu verhindern bzw. die Progression zu verlangsamen, empfehlen Sie den Eltern für ihre Kinder folgendes:

- Mehr als 60 Minuten pro Tag Aufenthalt im Freien
- Helles Lesefeld, am besten im Tageslicht lesen
- Ausreichender Leseabstand (> 40 cm)
- Bei intensiver Naharbeit (z.B. Lesen, Smartphone, Tablet) regelmäßig Pausen einlegen und entspannt in die Ferne schauen
- Gesunde, ausgewogene Ernährung

Klären Sie die Eltern über mögliche optische und pharmazeutische Maßnahmen auf. Diese werden individuell je nach Höhe der Risikofaktoren und vorliegender Refraktion abgestimmt.



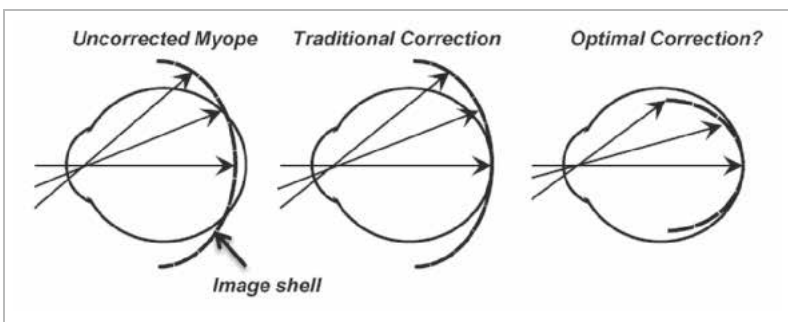
- Orthokeratologie
- Mehrstärken-Kontaktlinsen mit speziell gestaltetem zentralen und peripheren Bereich
- Medikamentöse Therapie mit niedrig dosierten Atropin Augentropfen (0.01%, 1 x am Abend)^{26,27}

Regelmäßige Kontrollen: Führen Sie alle sechs Monate eine Kontrolle durch, insbesondere, wenn hohe Risikofaktoren vorhanden sind.

3. Orthokeratologie und Mehrstärken-Kontaktlinsen – die effizientesten optischen Maßnahmen, um die Myopieprogression zu verlangsamen

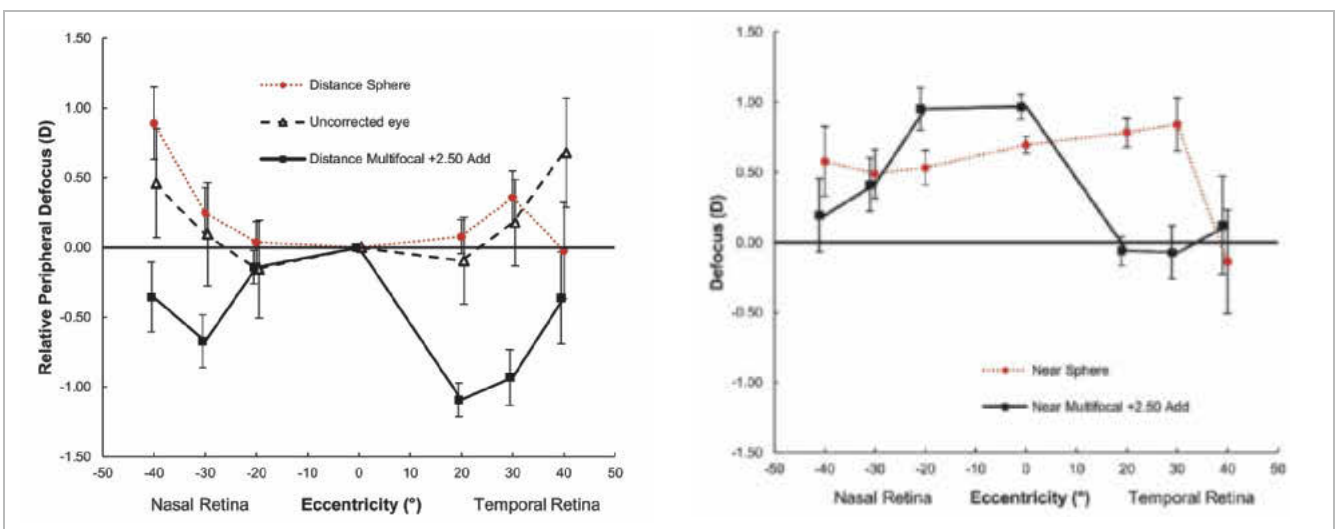
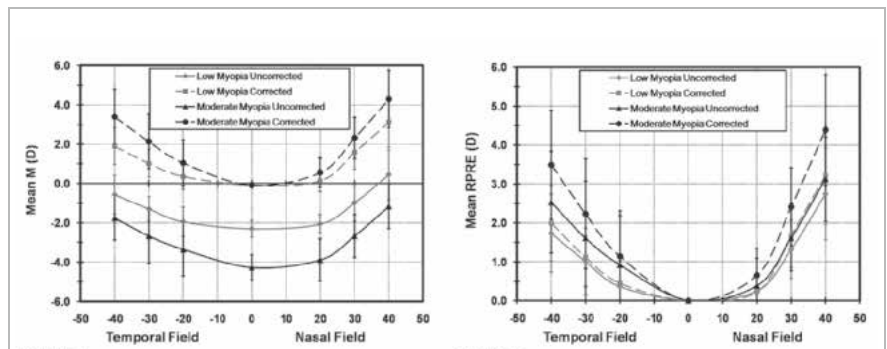
Orthokeratologie und Mehrstärken-Kontaktlinsen (Ferne zentral) sind die optischen Korrektionsmittel der Wahl für Myopiekontrolle. Aufgrund ihres optischen Designs bzw. ihrer Wir-

kungsweise (Addition in der Peripherie) bieten sie nicht nur Akkommodationsunterstützung, sondern sie beeinflussen auch die periphere Refraktion günstig. Es wurde in mehreren Studien gezeigt, dass mit diesen Korrektionsmitteln die Myopieprogression verlangsamt werden kann.^{20,28,29,30,31,32} Das Akkommodationsverhalten bei Naharbeiten wird als mögliche Ursache für die Myopieprogression angesehen. Myope akkommodieren grundsätzlich weniger als Emmetrope (Bild 2).^{33,34,35,16,36} Die durch das Akkommodationsdefizit entstehende geringere retinale Bildqualität könnte ein möglicher Stimulus für das Längenwachstum des Auges sein. Tarrent et al konnten zeigen, dass das Akkommodationsdefizit mit bifokalen Kontaktlinsen geringer und die Akkommodation exakter ist (Bild 2).³³ Dies ist eine mögliche Erklärung dafür, warum Mehrstärken-Kontaktlinsen und Orthokeratologie die Myopieprogression verlangsamen.

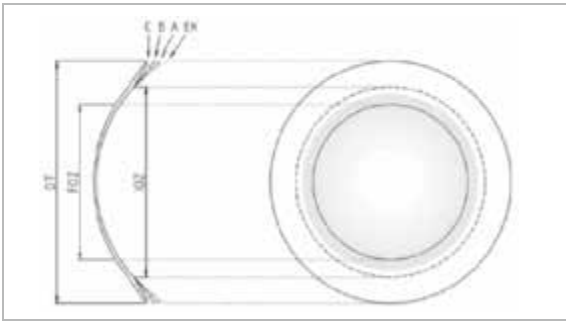


◀ Bild 3 | Die linke Darstellung zeigt die Position der Bildschale im unkorrigierten myopen Auge beim Blick auf ein entferntes Objekt. Das mittlere Bild zeigt das myope Auge mit traditioneller Korrektur (Einstärkengläser oder Einstärkenlinsen), mit denen peripher eine Hyperopie erzeugt wird. Es wird angenommen, dass dies ein Stimulus für das Längenwachstum des Auges ist. Derzeit wird davon ausgegangen, dass die optimale Korrektur eine Umwandlung der peripheren Hyperopie in Myopie darstellt, welches auf dem rechten Bild zu sehen ist.⁴⁹

▶ Bild 4 | Peripherer Defokus (links) und relativer peripherer Defokus (rechts) mit und ohne Brillenglaskorrektur. Die relative periphere Hyperopie nimmt bei Korrektur mit Einstärkengläsern zu. Je höher die zu korrigierende Kurzsichtigkeit, desto höher der relative periphere Defokus.⁴⁶



▲ Bild 5 | Relativer peripherer Defokus bei Blick in die Ferne und in die Nähe mit Einstärkenlinsen, Mehrstärkenlinsen und ohne Korrektur. Die periphere Hyperopie wird mittels Mehrstärkenlinsen reduziert bzw. sogar in Myopie umgewandelt.⁵⁰



▲ Bild 6: Individual Scalia 2, Profil Digital.

Auch mit Bifokal- und Gleitsichtgläsern, welche die Akkommodation theoretisch ebenfalls unterstützen, konnten Reduktionen in der Progression der Myopie nachgewiesen werden.^{19,38,39,40} Insbesondere Kinder mit hohem Akkommodationsdefizit und Nahesophorie wiesen ein geringeres Fortschreiten der Myopie auf.³⁷ In einigen Studien zeigte die Versorgung mit Bifokal- oder Gleitsichtgläsern jedoch weniger Erfolg.^{41,42} Generell ist die Wirkung nicht so hoch wie mit Mehrstärken-Kontaktlinen, bei denen die Nahzone unabhängig von Kopfhaltung und Blickrichtung genutzt werden kann. Neben der Akkommodationsunterstützung beeinflussen Orthokeratologie- und Mehrstärkenlinsen (Ferne zentral) die Lage der peripheren Netzhautbilder günstig. Myope Augen weisen aufgrund ihrer prolaten Augenform, im Gegensatz zu emmetropen oder hyperopen Augen, eine relative periphere Hyperopie auf.⁴³ Mittels konventioneller Brillengläser und Einstärkenlinsen wird der zentrale Fokus auf die Retina gelegt, gleichzeitig bewegt sich der periphere Fokus hinter die Netzhaut (Bild 3).^{44,45} Diese Korrektionsmittel verursachen somit in der Peripherie eine Hyperopie, die mit der Höhe des zentralen Refraktionsfehlers ansteigt (Bild 4).⁴⁶ Die periphere Hyperopie wird als Stimulus für das Längenwachstum des Auges angenommen. Es konnte gezeigt werden, dass die visuellen Signale, die in der Peripherie angeboten werden, einen höheren Einfluss auf die Refraktionsentwicklung haben, als die zentralen.^{47,48,49} Das axiale Längenwachstum des

Auges wird demnach vor allem durch die peripheren Netzhautbilder beeinflusst.

Mehrstärkenlinsen (zentral Ferne) und Orthokeratologielinsen, mit denen die periphere Hyperopie reduziert oder Myopie erzeugt wird (Bild 5), können die Myopieprogression verlangsamen.^{20,28,29,30,31,32}

4. Worauf es bei Mehrstärken-Kontaktlinen ankommt: Scalia 2-Design

Die relative periphere Hyperopie steigt mit zunehmender Kurzsichtigkeit an. Mit traditioneller Korrektur (Einstärkengläser, Einstärkenlinsen) liegt somit das periphere Netzhautbild bei höheren Myopien weiter hinter der Netzhaut als bei geringeren Myopien. Den Messungen von Lin et al kann entnommen werden, dass die Korrektur von -2.25 dpt ca. +1.00 dpt periphere Hyperopie (bei 30°) zur Folge hat. Korrigieren wir -4.00 dpt mit konventionellen Brillengläsern bzw. Einstärkenlinsen, führt dies nach Lin et al zu einer peripheren Hyperopie von etwa +2.25 dpt (bei 30°) (Bild 4).⁴⁶

Die Höhe der relativen peripheren Hyperopie ist individuell verschiedenen. Außerdem können Unterschiede in den einzelnen Quadranten vorhanden sein. Fakt ist jedoch, dass die relative periphere Hyperopie mit zunehmender Kurzsichtigkeit ansteigt. Diese Tatsache wurde in der Entwicklung des neuen Scalia 2-Designs berücksichtigt. Scalia 2 ist ein progressives Mehrstärkendesign (Ferne zentral), das für die individuellen weichen und formstabilen Galifa-Kontaktlinen erhältlich ist (Bild 6). Die Anpassung der Kontaktlinen erfolgt je nach Grundgeometrie. Es ist auf eine optimale Zentrierung und ein ruhiges Sitzverhalten zu achten. Formstabile Kontaktlinen werden deshalb grenzlimbal angepasst. Das Scalia 2-Design ist in verschiedenen Profilen erhältlich, um dem Anstieg des peripheren Defokus bei höherer Myopie gerecht zu werden. Die Profile unterscheiden sich ausschließlich in der Höhe der Addition.

Die Profile:

- Digital (Add 0.75)
- Myo 1 (Add 1.25)
- Myo 2 (Add 2.00)
- Myo 3 (Add 2.75)



▲ Bild 7 | Die Wahl des Scalia 2-Profiles erfolgt nach diesem Schema. Beispiel: Sind beide Elternteile myop (hohes Risiko), liegt eine Myopieprogression von 0.75 dpt im vergangenen Jahr vor und das 11-jährige Kind ist -2.50 dpt kurzsichtig, dann erfolgt die Anpassung einer Scalia 2 mit dem Profil Myo 2 (Add 2.00).

Das Flussdiagramm in Bild 7 zeigt das Vorgehen bei der Auswahl des Scalia 2-Profiles. Berücksichtigt werden das Alter des Kindes, die Ausprägung der Risikofaktoren (Tabelle 2), die Myopieprogression im letzten Jahr sowie die Höhe der Kurzsichtigkeit.

Durchmesser der Fernzone und Breite des Progressionsbereiches sind bei allen Profilen identisch. Die Größe der Fernzone basiert auf der durchschnittlichen Pupillengröße von Kindern im Alter von sechs bis 14 Jahren. Je nach Studie weist dies Altersgruppe Pupillendurchmesser von 3.93 +/- 0.56 mm (photopisch)²⁶ bis 6.43 +/- 0.79 mm (skotopisch)⁵¹ auf. Zum einen ist die Fernzone des Scalia 2-Designs so klein gewählt, dass der Progressionsbereich und die Addition noch innerhalb der Pupille liegen. Zum anderen so groß, dass es zu keinen visuellen Einschränkungen kommt. Des Weiteren orientiert sich der Fernzonendurchmesser am durchschnittlichen zentralen abgeflachten Bereich, der mit Orthokeratologie entsteht. Dieser liegt je nach Höhe der korrigierten Myopie zwischen 3.41 +/- 0.09 mm⁵² bis 4.66 +/- 0.56 mm⁵³.

Große Pupillen können den Erfolg von Myopiekontrolle begünstigen. Dies zeigt eine Studie von Chen et al.⁵¹ In dieser wurde festgestellt, dass insbesondere bei größeren Pupillendurchmessern das Augenlängenwachstum mit Ortho-K im Vergleich zu Einstärkengläsern reduziert werden konnte. Dieses Resultat zeigt, dass Progressionszone und Addition idealerweise innerhalb des Pupillendurchmessers liegen. Ansonsten kann die Lage des peripheren Netzhautbildes nicht günstig beeinflusst werden.

Wenn bei Abgabe einer Scalia 2 noch leichte subjektive Unschärfen vorhanden sein sollten, dann werden diese in der Regel nach etwa 4 bis 5 Tagen Tragezeit nicht mehr wahrgenommen. Die Nachkontrolle sollte deshalb nach einer Toleranzzeit von zwei Wochen durchgeführt werden. Wenn das Sehen nach wie vor unbefriedigend ist, wird empfohlen, ein Profil mit geringerer Addition zu wählen.

5. Fazit

Aufgrund unserer heutigen Lebensumstände steigt die Wahrscheinlichkeit, myop zu werden und unter Umständen sogar eine hohe Myopie zu entwickeln. Die Risiken auf Netzhautdegenerationen oder andere Komplikationen steigen mit höheren Myopien an. Es gibt viele Studien, die zeigen, dass das Fortschreiten der Myopie verlangsamt werden kann. Statt Myopie klassisch zu korrigieren sollte nach dem heutigen Kenntnisstand eine der Möglichkeiten genutzt werden, um die Myopieprogression zu verlangsamen.

Die Autorin:

Nora Bretschneider
Dipl.-Ing. (FH) Augenoptik
Galifa Contactlinsen AG
Zürcherstrasse 204e
9014 St. Gallen
Schweiz
Tel. +41 71 272 30 00
E-Mail: bretschnneider@galifa.ch

Literatur

- Jong, Monica; Sankaridurg, Padmaja; Naidoo, Kovin (2016): Myopia: A public health crisis in waiting. In: *Points de Vue – International Review of Ophthalmic Optics* (Number 73 – August).
- Flitcroft, D.I (2012): The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. In: *Progress in Retinal and Eye Research* 31 (6), S. 622–660.
- Gifford, Kate (2016): Preparing Your Practice for the Myopia Control Stampede. In: *Contact Lens Spectrum* (Volume 31, June), S. 20–23, 55, 55.
- Williams, Katie M.; Bertelsen, Geir; Cumberland, Phillippa; Wolfgram, Christian; Verhoeven, Virginie J.M.; Anastasopoulos, Eleftherios et al. (2015): Increasing Prevalence of Myopia in Europe and the Impact of Education. In: *Ophthalmology* 122 (7), S. 1489–1497.
- Donovan, Leslie; Sankaridurg Padmaja; Ho Arthur; Naduvilath Thomas; Smith III L. Earl; Holden A. Brian (2012): Myopia Progression Rates in Urban Children Wearing Single-Vision Spectacles. In: *Optometry and Vision Science* 2012 (89), S. 27–32.
- Gwiazda et al (2007): Factors Associated with High Myopia After 7 Years of Follow-up in the Correction of Myopia Evaluation Trial (COMET) Cohort. In: *Ophthalmic Epidemiology*, Vol 14, Pages 230–237
- Zadnik, Karla; Sinnott, Loraine T.; Cotter, Susan A.; Jones-Jordan, Lisa A.; Kleinstein, Robert N.; Manny, Ruth E. et al. (2015): Prediction of Juvenile-Onset Myopia. In: *JAMA Ophthalmol* 133 (6), S. 683.
- Jones, Lisa A.; Sinnott, Loraine T.; Mutti, Donald O.; Mitchell, Gladys L.; Moeschberger, Melvin L.; Zadnik, Karla (2007): Parental Historie of Myopia, Sports and Outdoor Activities, and Future Myopia. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 48 (8), S. 3524–3532.
- Rose, Kathryn A.; Morgan, Ian G.; Ip, Jenny (2008, August): Outdoor Activity Reduces the Prevalence of Myopia in Children. In: *Ophthalmology* (volume 115, issue 8), S. 1279–1285.
- Wu, Pei-Chang; Tsai, Chia-Ling; Wu, Hsiang-Lin; Yang, Yi-Hsin; Kuo, Hsi-Kung (2013): Outdoor Activity during Class Recess Reduces Myopia Onset and Progression in School Children. In: *Ophthalmology* 120 (5), S. 1080–1085.
- He, Mingguang; Xiang, Fan; Zeng, Yangfa; Mai, Jincheng; Chen, Qianyun; Zhang, Jian et al. (2015): Effect of Time Spent Outdoors at School on the Development of Myopia Among Children in China. In: *JAMA* 314 (11), S. 1142.
- Walline, Jeffrey J. (2016): Myopia Control. In: *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice* 42 (1), S. 3–8.
- Rosenfield, Mark (2011): Computer Vision Syndrom: a review of ocular causes and potential treatments. In: *Ophthalmic & Physiological Optics* 2011 (31), S. 502–515.
- Bababekova et al (2011): Font size and viewing distance of handheld smart phones. In: *Optom Vis Sci.* 2011 Jul;88(7):795–7.
- Ip, J. M.; Saw, S.-M; Rose, K. A.; Morgan, I. G.; Kifley, A.; Wang, J. J.; Mitchell, P. (2008): Role of Near Work in Myopia: Findings in a Sample of Australian School Children. In: *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci* 49 (7), S. 2903–2910.
- Mutti, Donald O.; Mitchell, Lynn G.; Hayes, John R.; Jones, Lisa A.; Moeschberger, Melvin L.; Cotter, Susan A. et al. (2006): Accommodative Lag before and after the Onset of Myopia. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 47 (3), S. 837–846
- Mutti, Donald O.; Jones, Lisa A.; Moeschberger, Melvin L.; Zadnik, Karla (2000): AC/A Ratio, Age, and Refractive Error in Children. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 41 (09), S. 2469–2478.
- Yang, Zhikuan; Lan, Weizhong; Ge, Jian; Liu, Wen; Chen, Xiang; Yu, Minbin (2009): The effectiveness of progressive addition lenses on the progression of myopia in Chinese children. In: *Ophthalm. Physiol. Opt.* 2009 29: 41–48
- Gwiazda, Jane; Hyman, Leslie (2003): A Randomized Clinical Trial of Progressive Addition Lenses versus Single Vision Lenses on the Progression of Myopia in Children. COMET. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 44 (4), S. 1492–1500.

- 20 Aller, Thomas A.; Liu, Maria; Wildsoet, Christine F. (2016): Myopia Control with Bifocal Contact Lenses: A Randomized Clinical Trial. In: *Optometry and Vision Science* 2016 (93), S. 344–352.
- 21 Daubs, JG (1984): Some geographic, environmental and nutritive concomitants of malignant myopia. In: *Oph Phys Optics* (4(2)), S. 143–149.
- 22 Edwards, MH (1996): Do variations in normal nutrition play a role in the development of myopia? In: *Optometry and Vision Science* (Oct;73(10)), S. 638–643.
- 23 Politzer, M. (1977): Experiences in the medical treatment of progressive myopia. In: *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* (October 171(4)), S. 616–619.
- 24 <http://www.mydoc.de/ernaehrung/vitamine/augen-brauchen-vitamine-1772> (zuletzt geprüft 18.12.2016)
- 25 Pan, Chen-Wei; Chen, Qin; Sheng, Xun; Li, Jun; Niu, Zhiqiang; Zhou, Hua et al. (2015): Ethnic Variations in Myopia and Ocular Biometry Among Adults in a Rural Community in China: The Yunnan Minority Eye Studies. In: *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci* 56 (5), S. 3235.
- 26 Chia, Audrey; Lu, Qing-Shu; Tan, Donald (2016): Five-Year Clinical Trial on Atropine for the Treatment of Myopia 2. In: *Ophthalmology* 123 (2), S. 391–399.
- 27 Fröhlich, Monika (2016): Wie kann man die Myopieprogression hemmen? In: *Concept* (08), S. 22–23.
- 28 Si, Jun-Kang; Tang, Kai; Bi, Hong-Sheng; Guo, Da-Dong; Guo, Jun-Guo; Wang, Xing-Rong (2015): Orthokeratology for Myopia Control: A Meta-analysis. In: *Optometry and Vision Science* (Volume 92, No. 3, March), S. 252–257.
- 29 Lam, C. S. Y.; Tang, W. C.; Tse, D. Y.-Y.; Tang, Y. Y.; To, C. H. (2013): Defocus Incorporated Soft Contact (DISC) lens slows myopia progression in Hong Kong Chinese schoolchildren: a 2-year randomised clinical trial. In: *British Journal of Ophthalmology* 98 (1), S. 40–45.
- 30 Walline, Jeffrey J.; Greiner, Katie L.; McVey, Elizabeth M.; Jones-Jordan, Lisa A. (2013): Multifocal Contact Lens Myopia Control. In: *Optometry and Vision Science* 2013 (Vol. 90, No. 11), S. 1207–1214.
- 31 Anstice, Nicola S.; Phillips, John R. (2011): Effect of Dual-Focus Soft Contact Lens Wear on Axial Myopia Progression in Children. In: *Ophthalmology* 118 (6), S. 1152–1161.
- 32 Sankaridurg, Padmaja; Holden, Brian; Smith III, Earl L. (2011): Decrease in Rate of Myopia Progression with a Contact Lens Designed to Reduce Relative Peripheral Hyperopia: One Year Results. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 28 (10).
- 33 Tarrant, Janice; Severson, Holly; Wildsoet, Christine F. (2008): Accommodation in emmetropic and myopic young adults wearing bifocal soft contact lenses. In: *Ophthalmic and Physiological Optics* 28 (1), S. 62–72.
- 34 Gwiazda, Jane; Thorn, Frank; Held, Richard (2005): Accommodation, Accommodative Convergence, and Response AC/A Ratios Before and at the Onset of Myopia in Children. In: *Optometry and Vision Science* 82 (4), S. 273–278.
- 35 He, J. C.; Gwiazda, Jane; Thorn, Frank; Held, Richard; Vera-Diaz, Fuensanta A. (2005): The association of wavefront aberration and accommodative lag in myopes. In: *Vision Research* 45 (3), S. 285–290.
- 36 Sreenivasan, Vidhyapriya; Aslakson, Emily; Kornaus, Andrew; Thibos, Larry N. (2013): Retinal Image Quality during Accommodation in Adult Myopic Eyes. In: *Optometry and Vision Science* (90, No 11), S. 1292–1303.
- 37 Gwiazda, Jane E.; Hyman, Leslie; Norton, Thomas T.; Hussein, Mohamed E.M.; Marsh-Tootle, Wendy; Manny, Ruth et al. (2004): Accommodation and Related Risk Factors Associated with Myopia Progression and Their Interaction with Treatment in COMET Children. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 45 (7), S. 2143–2151.
- 38 Hasebe, Satoshi; Ohtsuki, Hiroshi (2008): Effect of Progressive Addition Lenses on Myopia Progression in Japanese Children: A Prospective, Randomized, Double-Masked, Crossover Trial. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science* (Vol. 49, No. 7, July), S. 2781–2789.
- 39 Cheng, Desmond; Schmid, Katrina L.; Woo, George C.; Drobe, Bjorn (2010): Randomized Trial of Effect of Bifocal and Prismatic Bifocal Spectacles on Myopic Progression. In: *Arch Ophthalmol* 128 (1), S. 12–19.
- 40 Fulk, George W.; Cyert, Lynn A.; Parker, Donald E. (2000): A Randomized Trial of the Effect of Single-Vision vs Bifocal Lenses on Myopia Progression in Children with Esophoria. In: *Optometry and Vision Science* (Vol. 77, No. 8), S. 395–401.
- 41 Edwards, Marion Hasting; Wing-hong Li, Roger; Siu-yin Lam, Carly (2002): The Hong Kong Progressive Lens Myopia Control Study. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science* (Vol. 43, No. 9), S. 2852–2858.
- 42 Marsh-Tootle, Wendy L.; Dong, Li Ming; Hyman, Leslie; Gwiazda, Jane; Weise, Katherine K.; Dias, Lynette; Fern, Karen D. (2009): Myopia Progression in Children Wearing Spectacles vs. Switching to Contact Lenses. In: *Optometry and Vision Science* 2009 (Vol. 89, No. 6), S. 741–747.
- 43 Mutti, Donald O.; Sholtz, Robert I.; Friedmann, Nina E.; Zadnik, Karla (2000b): Peripheral Refraction and Ocular Shape in Children. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science* (Vol. 41, No. 5), S. 1022–1030.
- 44 Taberner, Juan; Vazquez, Daniel; Seidemann, Anne; Uttenweiler, Dietmar; Schaeffel, Frank (2009): Effects of myopic spectacle correction and radial refractive gradient spectacles on peripheral refraction. In: *Vision Research* 49 (17), S. 2176–2186.
- 45 Martinez, Aldo Abraham; Ho, Arthur; Sankaridurg, Padmaja Rajagopal; Lazon, Percy Fabian; Holden, Anthony Brian; Payor, Rick; Schmid, Gregor F. (2011): Myopia Control means. Veröffentlichungsnr: US 2011/0051079 A1.
- 46 Lin, Zhi; Martinez, Aldo; Chen, Xiang; Li, Li; Sankaridurg, Padmaja; Holden, Brian A.; Ge, Jian (2010): Peripheral Defocus with single-vision spectacle lenses in Myopic Children. In: *Optometry and Vision Science* (Vol. 87, No. 1), S. 4–9.
- 47 Smith III, Earl L.; Kee, Chea-su; Ramamirtham, Ramkumar; Qiao-Grider, Ying; Hung, Li-Fang (2005): Peripheral Vision Can Influence Eye Growth and Refractive Development in Infant Monkeys. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 46 (11), S. 3965–3972.
- 48 Smith III, Earl L.; Ramamirtham, R.; Qiao-Grider, Y.; Hung, L.-F.; Huang, J.; Kee, C.-s et al. (2007): Effects of Foveal Ablation on Emmetropization and Form-Deprivation Myopia. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 48 (9), S. 3914–3922.
- 49 Smith III, Earl L. (2011): Charles F. Prentice Award Lecture 2010: A Case for Peripheral Optical Treatment Strategies for Myopia. In: *Optometry and Vision Science* (Vol.88, No.9, September).
- 50 Bernsen, David A.; Kramer, Carl E. (2013): Peripheral Defocus with Spherical and Multifocal Soft Contact Lenses. In: *Optometry and Vision Science* 2013 (Vol. 90, No. 11), S. 1215–1224.
- 51 Chen, Zhi; Niu, Lingling; Xue, Feng; Qu, Xiaomei; Zhou, Zimei; Zhou, Xiangtao; Chu, Renyuan (2012): Impact of Pupil Diameter on Axial Growth in Orthokeratology. In: *Optometry and Vision Science* (89), S. 1636–1640.
- 52 Lu, Fenghe; Simpson, Trefford; Sorbara, Luigina; Fonn, Desmond (2007): The relationship between the treatment zone diameter and visual, optical and subjective performance in Corneal Refractive Therapy lens wearers. In: *Ophthalm. Physiol. Opt.* (27), S. 568–578.
- 53 Owens, Helen; Garner, F. Leon; Craig, Jennifer; Gamble, Greg (2004): Posterior Corneal Changes with Orthokeratology. In: *Optometry and Vision Science* (81), No 6., S. 421–426.