

LÖSUNGEN ZUR EFFEKTIVEN KONTROLLE DER MYOPIEPROGRESSION

Myopie wird weltweit immer mehr zu einem ernsten Problem für die Volksgesundheit. Die Anzahl der Kurzsichtigen nimmt rasch zu. Auch die Prävalenz hochgradiger Myopien wird voraussichtlich zunehmen. Das Verstehen der Entwicklung von Myopie und der Methoden zur Verlangsamung ihrer Progression ist für Forscher und Kliniker in der ganzen Welt eine der größten Herausforderungen. In diesem Artikel geben verschiedene Wissenschaftler, die auf dem Gebiet des guten Sehens tätig sind, einen allgemeinen Überblick über den Stand der Myopie-Forschung, insbesondere im Hinblick auf Definition, Entwicklung und Ursachen von Kurzsichtigkeit. Sie beschreiben die zur Verfügung stehenden Lösungen zur Behandlung von Kurzsichtigkeit und erörtern die relative Wirksamkeit für jede Lösung. Dabei liegt der Schwerpunkt auf Myopilux®, einem speziellen Programm von Brillengläsern, die sich bei der effektiven Korrektur und Kontrolle der Myopieprogression bei Kindern bewährt haben.



Dr. Anna Yeo
B Optom (Hons); M App Sc;
PhD, Senior Vision Scientist,
Essilor Center of Innovation &
Technology Asia

Dr. Anna Yeo Chwee Hong trat im Mai 2013 als Senior Vision Scientist der Essilor R&D Asia bei, nachdem sie 23 Jahre lang am Singapore Polytechnic Optometrie unterrichtet hatte. Sie interessiert sich derzeit vor allem für die Myopie bei Erwachsenen. Sie leitet einschlägige Forschungen, intern bei CI&T Asia und in Zusammenarbeit mit anderen Ausbildungsstätten wie der Zhongshan University und Singapore and Ngee Ann Polytechnics. Sie ist Mitglied des wissenschaftlichen Ausschusses des Wenzhou-Essilor International Research Centre (WEIRC), in dessen Auftrag sie Forschungsprotokolle und wissenschaftliche Veröffentlichungen prüft. Sie ist seit 2014-2015 wissenschaftliche Beraterin für Brillengläser zur Myopiekontrolle für Essilor AMERA. Sie gehört außerdem dem Ethikausschuss von Singapore Polytechnic an. Dr. Anna Yeo ist seit 2008 Mitglied des Optometry and Opticianry Board (OOB) in Singapur und Vorsitzende des Credentials Committees des OOB.



Dr. Damien Paillé
B Sc Optom; M Sc; PhD, Senior
Vision Scientist, Essilor Center of
Innovation & Technology Europe

Dr. Damien Paillé ist Mitglied des Forschungs- und Entwicklungsteams im Bereich Augenoptik bei Essilor International in Paris, Frankreich. Der ausgebildete Optometrist arbeitete zunächst als Augenoptiker und legte 2005 an der Universität Paris VII in Zusammenarbeit mit dem Collège de France und Renault seine Doktorarbeit über kognitive Wissenschaften ab. Nach seiner Promotion setzte er sein Studium am Labor für Wahrnehmung und Bewegungskontrolle in virtuellen Umgebungen fort, einem gemeinsamen Labor der Firma Renault und des CNRS. 2007 stieg er in das Forschungs- und Entwicklungsteam von Essilor International ein und ist derzeit in der Abteilung Sehwissenschaften tätig.



Patricia Koh
Optom; B BioMed; MPH,
Technical Manager, Essilor
Mission Division

Patricia Koh ist in Singapur geboren und aufgewachsen. Die Optometristin besitzt eine Ausbildung im Bereich Biomedizin und einen Master of Public Health. 2005 trat sie der Essilor R&D Singapore bei und befasste sich vorwiegend mit progressiver Myopie bei Kindern und ethnischen Unterschieden, beispielsweise bei der Körperhaltung. 2014 wechselte sie zur Mission Division bei Essilor, um dort als Technical Manager die sozialen Initiativen der Gruppe im Ausbildungsbereich zu unterstützen und die Basis der Innovationspyramide zu erforschen.



Dr. Björn Drobe
B Sc Optom; M Sc; PhD,
Associate Director, Wenzhou
Medical University - Essilor
International Research Center
(WEIRC)

Dr. Björn Drobe erwarb in Paris einen Abschluss als B.Sc. in Optometrie, als M.Sc. in kognitiven Wissenschaften sowie als Ph.D. in Vision Sciences. 1998 trat er dem Forschungsteam von Essilor International in Frankreich bei und befasste sich vor allem mit der Interaktion zwischen Brillengläsern und dem Sehsystem des Menschen sowie mit progressiver Myopie bei Kindern. Von 2007 bis 2013 war Dr. Drobe bei Essilor R&D Singapore tätig, um sich verstärkt der Myopie-Forschung zu widmen. Seit Juni 2013 ist er Associate Director des WEIRC (Wenzhou Medical University - Essilor International Research Center). Er leitet ein internationales Forschungsteam im Bereich juvenile Myopie.

SCHLÜSSELBEGRIFFE

Myopie, Myopiekontrolle, Myopiekorrektur, hohe Myopie-Risiken, hyperope Unschärfe, Unterakkommodation, genetische Veranlagung, Lebensstil, blaues Licht, Dopamin, Atropin, Ortho-K-Linsen, Orthokeratologie, prismatische Bifokalgläser, multifokale Kontaktlinsen, Gleitsichtgläser, Refraktionschirurgie, Lichtexposition im Freien, Myopilux

Seit Jahren schon werden in einigen asiatischen Städten hohe Myopieraten verzeichnet. Jüngere Veröffentlichungen betonen die Bedeutung und die Zunahme der Myopie in ganz Asien, aber auch in den USA und Europa. Es wird damit gerechnet, dass der Anteil der Kurzsichtigen um das Jahr 2020 mehr als ein Viertel der Weltbevölkerung ausmachen wird; das sind 2 Milliarden Menschen bei einer Weltbevölkerung von 7,6 Milliarden. Der Verlust der Sehqualität hat nicht nur Auswirkungen auf den Alltag; er ist auch wegen der erwarteten Zunahme von Augenkrankheiten und Blindheit infolge hochgradiger Myopie besorgniserregend. Es ist daher sehr wichtig, die Entwicklung von Myopie zu verstehen und die Methoden zu kennen, mit denen ihre Progression verlangsamt werden kann. In diesem Artikel befassen wir uns mit folgenden Themen: 1) Definition, Entwicklung und Ursachen von Myopie, 2) Bestehende Lösungen zur Kontrolle der Myopieprogression, 3) Myopilux®, das neue Brillenglas-Programm für kurzsichtige Kinder.

1. MYOPIE

1.1. Ein weltweites Phänomen

Eine vor kurzem veröffentlichte asiatische Metaanalyse von 50 Studien aus Ländern von Iran bis Japan berichtet von einer Myopierate von ~28%,¹ mit großen Unterschieden je nach Alter und geografischer Region. Die höchste Prävalenz findet sich bei jungen Stadtbewohnern in Korea: Dort sind 96,5% der 19-Jährigen kurzsichtig.² In Peking sind 74% der 17- bis 18-Jährigen myop.³ Im Gegensatz

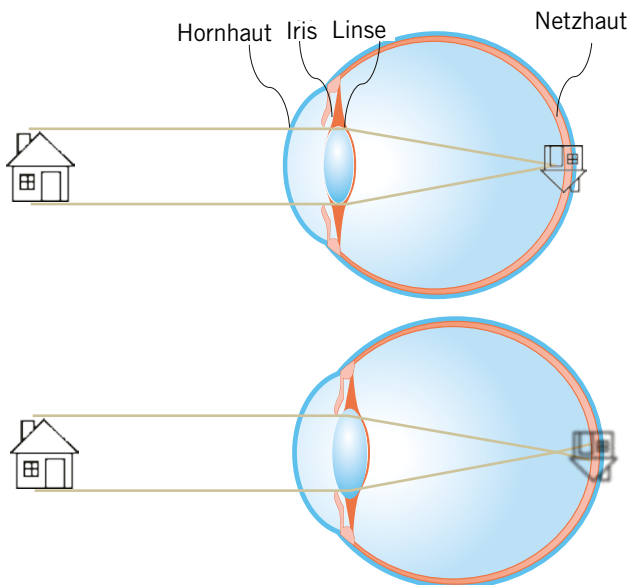


ABB. 1| Emmetropie (oben) und myope (unten) Augen

dazu sind nur 5,0% der Schulkinder im ländlichen China (5- bis 18-Jährige)⁴ und nur 10,8% der 15-jährigen Jugendlichen in Neu Delhi von Myopie betroffen.⁵

In der US-Literatur wird von einer Zunahme der Myopie-Prävalenz bei den 12- bis 54-Jährigen berichtet: von ca. 25% in den Jahren 1971-1972 auf 41,6% in den Jahren 1999-2004. Die höchste Myopierate findet sich bei den 25- bis 34-Jährigen: Sie belief sich in den Jahren 1999-2004 auf 44%.⁶

In Europa wird die Myopie-Prävalenz unter den 25- bis 90-Jährigen auf 30,6% geschätzt. Die höchste Prävalenz findet sich bei den 25- bis 29-Jährigen (47,2%).⁷

1.2. Was ist Myopie?

Sie ist zumeist Folge einer für die Länge des Augapfels zu starken Brechkraft der Hornhaut und der Augenlinse. Dies wird als Achsenmyopie bezeichnet.

Abb. 1 zeigt ein normalsichtiges und ein kurzsichtiges Auge. In einem normalsichtigen Auge werden die von einem entfernten Objekt kommenden Lichtstrahlen auf der Netzhaut gebündelt, wodurch ein scharfes Bild entsteht. In einem kurzsichtigen Auge werden die von einem entfernten Objekt kommenden Lichtstrahlen vor der Netzhaut gebündelt, wodurch ein unscharfes Bild entsteht.

Ohne Sehkorrektur sehen Kurzsichtige entfernte Objekte unscharf. Je stärker die Myopie, desto kürzer die Entfernung, auf die ein Objekt deutlich gesehen wird. Eine Person mit einer Myopie von -2.00 dpt sieht bis ca. 50 cm scharf, wogegen eine Person mit einer Myopie von -5.00 dpt nur bis 20 cm scharf sieht.

1.3. Von Myopie zu hochgradiger Myopie und den längerfristigen Risiken

Myopie ist ein progressives Phänomen, das meist in der Kindheit entsteht und in dieser Phase am stärksten fortschreitet.⁸ Die durchschnittliche Progression beträgt bei juvenilen Kaukasiern -0.55 dpt pro Jahr und bei asiatischen Kindern -0.82 dpt pro Jahr.⁹

Angesichts einer derart raschen Progression in der Kindheit ist das Risiko, als Erwachsener hochgradig myop zu werden, hoch (hochgradige Myopie: Werte ab -6.00 dpt). In Taiwan ist die Prävalenz von hochgradiger Myopie bei 18-jährigen Schülern zwischen 1983 und 2000 von 10,9% auf 21,0% gestiegen.¹⁰ In Singapur erhöhte sich die Prävalenz von hochgradiger Kurzsichtigkeit bei 17- bis 29-jährigen Männern zwischen 1996-1997 und 2009-2010 von 13,1% auf 14,7%.¹¹ In Europa beträgt die Prävalenz von hochgradiger Kurzsichtigkeit bei den 15-19-Jährigen gemäß den bis 2013 erhobenen Daten 5,9%.⁷

Myopie hat nicht unbedingt Auswirkungen auf die Augengesundheit - doch kann hochgradige Kurzsichtigkeit die Sehgesundheit maßgeblich beeinflussen. Es hat sich gezeigt, dass bei einem Kurzsichtigen mit -8.00 dpt das Risiko, an Netzhautpathologien zu erkranken, 10 Mal höher ist als bei einem Kurzsichtigen mit -4.00 dpt (Abb. 2).^{12,13} Hochgradige Myopie soll auch ein Risikofaktor für andere Augenkrankheiten wie Glaukom, choroidale Neovaskularisation und myopische Makuladegeneration sein.¹⁴ Was Katarakt betrifft, sind sich die Studien uneinig über den Zusammenhang mit Myopie.¹⁵ Insgesamt gesehen ist hochgradige Myopie eine der Hauptursachen für schlechtes Sehen weltweit.^{16,17}

Es ist daher sehr wichtig, die Entwicklung von Myopie zu verstehen und Wege zu finden, ihr Fortschreiten während der Kindheit zu verlangsamen.

1.4. Myopie, ein multifaktorieller Refraktionsfehler

Für die Myopieentwicklung in der Kindheit (Entstehung und Progression) sind mehrere Faktoren verantwortlich, die allgemein in 2 Gruppen unterteilt werden: Vererbung und Lebensstil, also genetische Veranlagung und Umweltfaktoren.

Was die genetische Veranlagung angeht, hat es sich gezeigt, dass Kinder mit zwei kurzsichtigen Elternteilen mit einer 2- bis 3 Mal höheren Wahrscheinlichkeit kurzsichtig sein werden als Kinder nicht kurzsichtiger Eltern.¹⁸ Genetische Studien haben mehrere Kandidatengene und -loci identifiziert, die zur Myopieentwicklung beitragen können.¹⁹

Was den Lebensstil angeht, ist bekannt, dass anspruchsvolle Nahsehaufgaben und vergleichsweise kurze Aufenthalte im Freien einen Einfluss auf die Myopieentwicklung haben.

Intensive Nahsehaufgaben werden in vielen Studien mit der Myopieentwicklung bei Kindern in Zusammenhang gebracht.²⁰⁻²⁴ Bei Betrachtung eines nahen Objekts ist die Akkommodation eines kurzsichtigen Kindes geringer als die Nähe des Objekts, was zu einem leicht defokussierten Bild führt (Abb. 3); die von nahen Objekten kommenden Strahlen werden hinter der Netzhaut gebündelt. Dieses Phänomen nennt man „Unterakkommodation“. Es wurde nachgewiesen, dass die Unterakkommodation bei kurzsichtigen Personen höher ist als bei Emmetropen.²⁵⁻²⁷

Die Unterakkommodation nimmt mit der Objektnähe zu (Abb. 4) und regt den Augapfel zu einer Verlängerung an, was zur Myopieprogression führt.^{26,28} Das Risiko, kurzsichtig zu werden, erhöht sich daher mit abnehmendem Arbeitsabstand und zunehmender Naharbeit.

Umfangreiche Naharbeit und mangelnde Outdoor-Aktivitäten werden auch stark mit der höheren Myopie-Prävalenz bei Kindern in Zusammenhang gebracht.²⁹⁻³¹ Es ist noch unklar, welche Auswirkungen Outdoor-Aktivitäten auf Myopie haben, und es wurden mehrere Hypothesen aufgestellt. Jüngere Studien weisen auf Interaktionen zwischen den Lichtverhältnissen und der Myopieentwicklung hin. Da die Lichtintensitäten im Freien wesentlich höher sind als in Innenräumen,³² verengen sich die Pupillen im Freien mehr. Die Folgen sind eine größere Tiefenschärfe und ein schärferes Bild, wodurch die Myopieprogression eine Verlangsamung

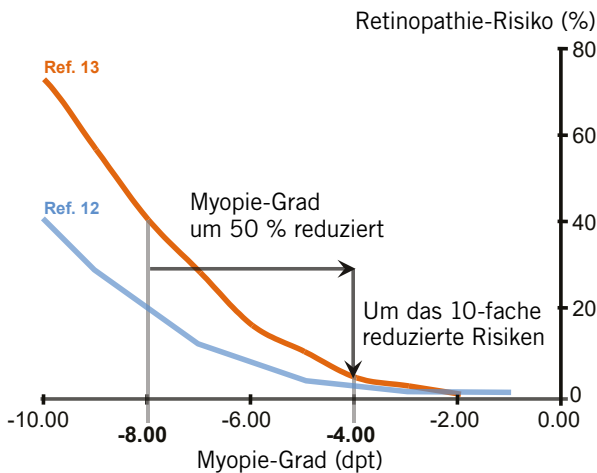


ABB. 2| Risiken der Entstehung von Retinopathien im Zusammenhang mit dem Grad der Myopie

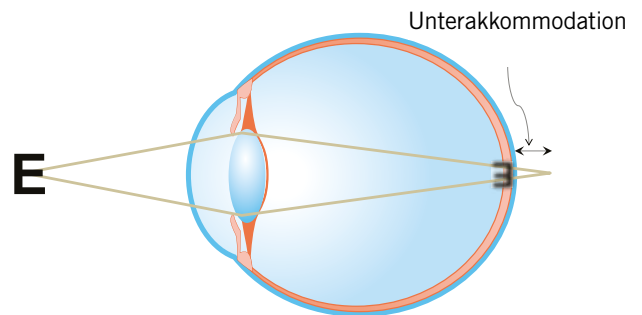


ABB. 3| Unterakkommodation bei Nahsehaufgaben

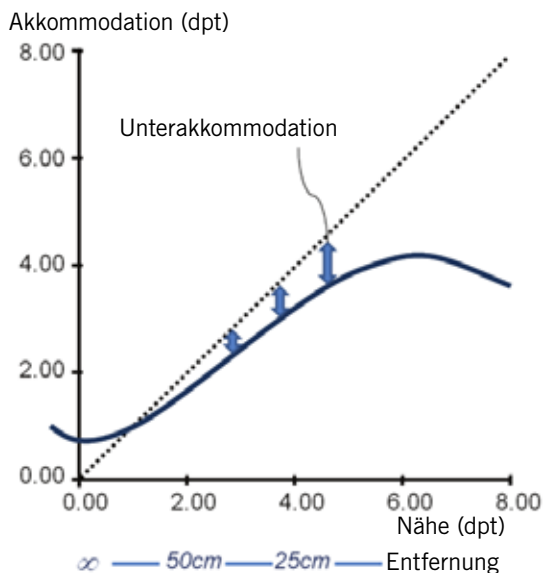


ABB. 4| Einfluss der Objektnähe auf die Akkommodation

erfährt.³¹ Eine andere Hypothese ist das Freisetzung von Dopamin aus der Netzhaut ein Botenstoff, der das Augenlängenwachstum hemmen soll. Es ist bekannt, dass Dopamin von blauem Licht der Wellenlänge 460-500 nm angeregt wird. Bei höherer Lichtintensität im Freien wird mehr Dopamin freigesetzt, was das Längenwachstum des Augapfels hemmen soll.³³

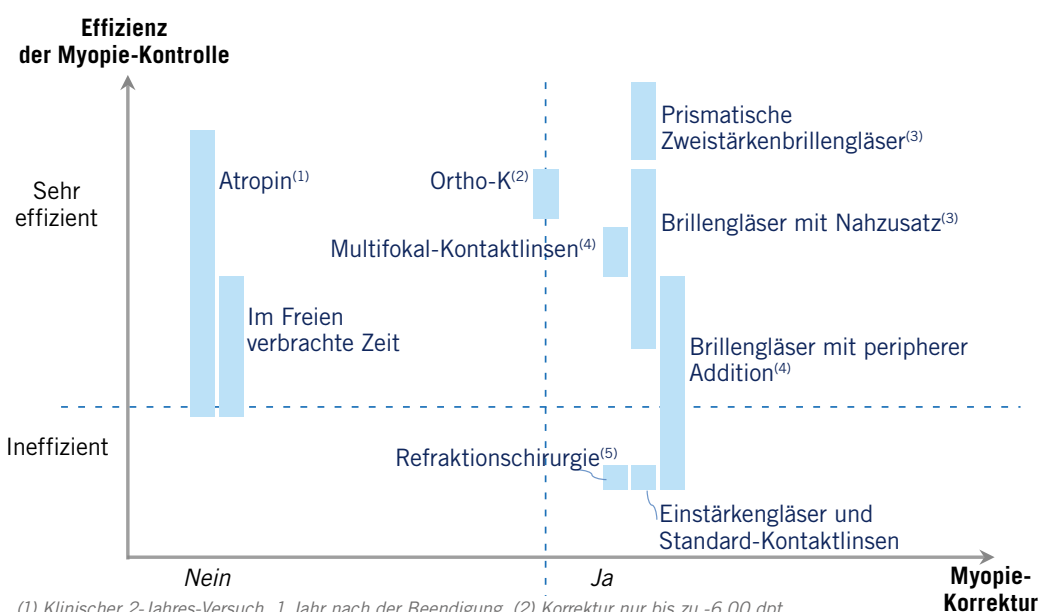
Der moderne urbane Lebensstil mit wenig Outdoor-Aktivitäten und intensiven Nahsehaufgaben fördert die Myopieentwicklung. Vor allem höhere Bildungsniveaus und tragbare, digitale Geräte fördern Aktivitäten in Innenräumen und beanspruchen die Augen in zunehmendem Maße. Forschungen zeigen, dass Kinder bei der Nutzung von tragbaren Videospiele kürzere Sehabstände wählen, was die Entstehung und die Progression von Myopie fördern kann.³⁴

2. Lösungen zur Behandlung von Kurzsichtigkeit

Es gibt derzeit verschiedene Lösungen zur Behandlung von Kurzsichtigkeit. Sie können nach ihrer Fähigkeit, die Myopie zu korrigieren und ihre Progression während der Kindheit zu verlangsamen, wie in Abb. 5 gezeigt, eingeteilt werden.

2.1. Lösungen, die Myopie korrigieren, ihre Progression aber nicht kontrollieren

Einstärkengläser sind die häufigste nichtinvasive Lösung zur Myopiekorrektur. Entgegen der landläufigen Meinung schützt die Unterkorrektur der Myopie nicht vor ihrem weiteren Fortschreiten. Eine Studie ergab, dass eine Unterkorrektur von 0,75 dpt nach 2 Jahren zu einer 30% stärkeren Myopie führt, was statistisch signifikant war.³⁵ Eine andere Studie belegt, dass eine Unterkorrektur von 0,50 dpt nach 1,5 Jahren zu einer 21% stärkeren



(1) Klinischer 2-Jahres-Versuch, 1 Jahr nach der Beendigung, (2) Korrektur nur bis zu -6.00 dpt, (3) Klinische 3-Jahres-Versuche, (4) Klinische 1-Jahres-Versuche, (5) Nur unter bestimmten medizinischen Bedingungen.

ABB. 5| Einteilung der Lösungen für das Myopie-Management nach ihrer Fähigkeit, die Myopieprogression zu verlangsamen

Myopie geführt hat.³⁶ Andere Studien ergaben, dass auch die Überkorrektur für die Kontrolle der Myopieprogression nicht empfehlenswert ist.^{37,38} Demzufolge sollte zur Korrektur der Myopie und zur Begrenzung des Risikos einer rascheren Myopieprogression immer die Vollkorrektur auf Basis regelmäßiger Sehtests gewählt werden.

Kontaktlinsen werden schon seit langem zur Myopiekorrektur benutzt. Die klinische Wirksamkeit von Standard-Weichlinsen zur Kontrolle der Myopieprogression konnte jedoch nicht nachgewiesen werden.³⁹

Als Alternative ist Refraktionschirurgie wie LASIK eine bewährte Lösung zur Myopiekorrektur bei Erwachsenen. Es handelt sich jedoch um eine invasive Methode, die die Myopieprogression nicht kontrolliert und das Risiko von Augenpathologien in Verbindung mit hochgradiger Myopie nicht begrenzt. Genaugenommen verändert Refraktionschirurgie die Form der Hornhaut im vorderen Teil des Auges, aber nicht die Achsenlänge des Augapfels.

2.2. Lösungen, die die Myopieprogression kontrollieren, die Myopie aber nicht korrigieren

Die am wenigsten invasive Methode zur Kontrolle der Myopieprogression ist zweifellos die Erhöhung der Aufenthaltszeit im Freien. Eine Metaanalyse des Zusammenhangs zwischen der im Freien verbrachten Zeit und dem Risiko der Entwicklung juveniler Myopie hat gezeigt, dass ein einstündiger Aufenthalt pro Woche im Freien während der Kindheit das Risiko der Myopieentstehung um 2% reduziert. Mit anderen Worten, es besteht bei einem Kind, das pro Woche 10 Stunden mehr im Freien verbringt, eine 20% geringere Wahrscheinlichkeit, dass es später kurzsichtig wird.⁴⁰

Atropintropfen werden in manchen Ländern zur Verlangsamung der Myopieprogression eingesetzt. Es wurde angenommen, dass die Lähmung der

Akkommodation zu geringerer Myopisierung führt. Spätere Studien haben jedoch ergeben, dass Wechselwirkungen von Atropin in der Netzhaut oder der Lederhaut gibt.⁴¹ Deshalb wurde die Wirkungsweise von Atropin auf mehreren klinischen Versuchen geprüft. Bei einem Versuch wurden verschiedene Atropin-Dosierungen miteinander verglichen.⁴² Hohe Dosierungen (über 0,1%) waren während der Behandlung wirksam, wurden aber mit einem verstärkten Wiederauftreten der Myopie nach Absetzen der Behandlung in Verbindung gebracht. Die niedrigste Dosierung (0,01%) bewirkte eine moderate Verlangsamung der Myopieprogression, die jedoch nach der Beendigung der Behandlung länger anhielt. Leider gab es bei dieser Studie keine Vergleichsgruppe, die es ermöglicht hätte, die Wirkungen zu quantifizieren. Darüber hinaus wurden abgesehen von den kurzfristigen Nebenwirkungen (Photophobie infolge Pupillendilatation und verminderte Akkommodationsleistung) die langfristigen Nebenwirkungen von Atropin bei Kindern nicht dokumentiert.

2.3. Lösungen, die Myopie korrigieren und die Myopieprogression kontrollieren

Brillengläser mit Nahzusatz haben sich als effizient für die Korrektur von Myopie und die Verlangsamung ihrer Progression erwiesen (siehe Teil 3). Diese Gläser besitzen eine spezielle Zusatzwirkung im Nahbereich, die die Unterakkommodation im kurzsichtigen Auge kompensiert, während der obere Glasbereich die Vollkorrektur der Myopie für die Ferne ermöglicht (Abb. 6). Diese Gläser können prismatische Zweistärkengläser oder Gleitsichtgläser mit Zusatzwirkung und einem der Physiologie von Kindern angepassten Design sein. Gegenwärtig gilt als gesichert, dass eine Addition von 2.00 dpt für die Myopiekontrolle wirksamer ist als niedrigere Additionen:⁴³ Die Myopieentwicklung ging mit prismatischen Zweistärkengläsern um bis zu 62% zurück.⁴⁴

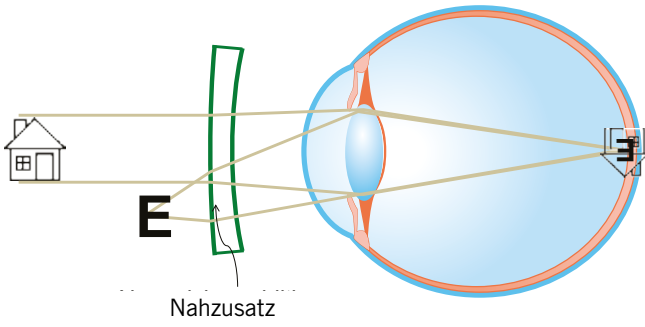


ABB. 6| Brillengläser mit Nahzusatz

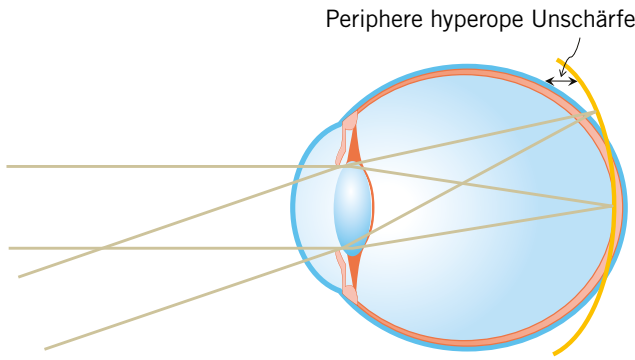


ABB. 7| Periphere hyperope Unschärfe

Es wurden auch andere Brillenglasdesigns wie Gläser mit peripherer Addition untersucht. Der längere Augapfel kurzsichtiger Personen führt selbst bei scharfem zentralen Sehen zu einer unscharfen Abbildung an der Peripherie (Abb. 7).⁴⁵ Es hat sich gezeigt, dass dies zur Verlängerung des Augapfels führen kann.⁴⁶ Brillengläser mit peripherer Addition kompensieren also die periphere hyperope Unschärfe und enthalten zwei Sehbereiche: den zentralen Bereich zur Myopie-Vollkorrektion und den Randbereich mit einer Zusatzwirkung zur Korrektur der hyperopen Unschärfe. Die in Bezug auf diese Konzeption durchgeführte Hauptstudie ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Wirkungen der neuen Designs und der von Einstärkengläsern. In der Untergruppe der jüngeren Kinder mit mindestens einem kurzsichtigen Elternteil hingegen konnte die Myopieprogression um ~30% reduziert werden.⁴⁷ Es handelte sich jedoch nur um eine 1-Jahres-Studie. Darüber hinaus hat ein klinischer 2-Jahres-Versuch gezeigt, dass Gläser mit peripherer Addition die therapeutische Effizienz bei der Verlangsamung der Myopieprogression im Vergleich zu Gläsern mit lediglich einem Nahzusatz nicht verstärken.⁴⁸

Als Alternative wurden in den letzten Jahren verschiedene Multifokallinsen entwickelt, um die Myopieprogression hinauszuzögern. Zwei 1-Jahres-Studien mit Multifokal-Weichlinsen wiesen einen Rückgang der Myopieprogression um ~35% nach.^{49,50} Die Ergebnisse dieser Studien sind viel versprechend, beschränken sich aber auf 1 Jahr. Es existiert daher keine Beurteilung des Risikos eines Rebound-Effekts nach dem Absetzen der weichen Multifokallinsen. Derzeit werden mehrere klinische Versuche durchgeführt.

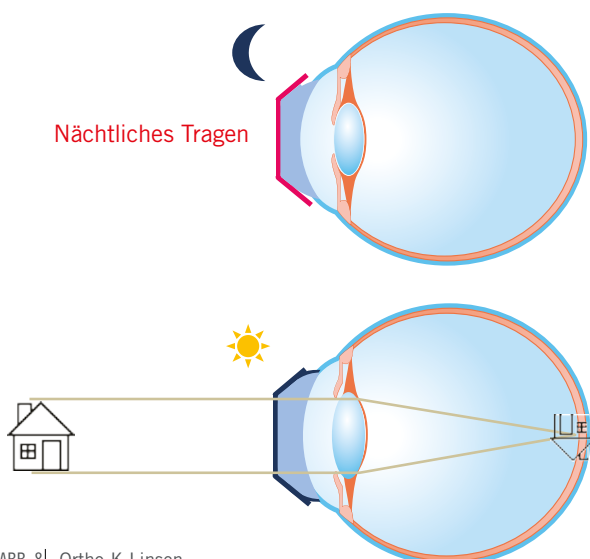


ABB. 8 | Ortho-K-Linsen

Eine andere Möglichkeit ist Orthokeratologie (Ortho-K-Linsen), auch als korneale Umformung bekannt. Der Patient trägt beim Schlafen formstabile Kontaktlinsen mit einer speziellen reversen Geometrie. Sie flachen die Hornhautradialen vorübergehend ab, um den Brennpunkt auf die Netzhaut zu verschieben (Abb. 8). Mit einem geeigneten Anpassungsprotokoll können Ortho-K-Linsen Myopiewerte bis -6.00 dpt so korrigieren, dass tagsüber keine Sehhilfe mehr benötigt wird. Mehrere neuere Metaanalysen haben außerdem gezeigt, dass Ortho-K-Linsen die Myopieprogression um ca. 40% verlangsamen können. Die Voraussetzung ist, dass der Patient sorgfältig in das Tragen dieser Linsen eingewiesen wird und regelmäßige Kontrolluntersuchungen durchgeführt werden.⁵¹⁻⁵³ Die langfristige Effizienz (wie ein möglicher Rebound-Effekt) und langfristige Nebenwirkungen wurden jedoch noch nicht evaluiert. Dies sollte im Rahmen breit angelegter Studien erfolgen.

3. Fokus auf Myopilux® Brillengläser

Myopilux® ist ein Programm nichtinvasiver All-in-One-Brillengläser mit Nahzusatz zur Myopiekorrektur und Kontrolle der Myopieprogression bei Kindern.

3.1. Mehr als 10 Jahre Forschung

Nach mehr als 10 Jahren Forschung haben die Myopie-Experten von Essilor International die Myopilux® Brillengläser entwickelt. Diese basieren auf dem tiefgreifenden Verständnis der natürlichen Körperhaltung und Physiologie von Kindern, um eine nichtinvasive Lösung zur Myopiekontrolle mit guter Ergonomie und hohem Sehkomfort zu ermöglichen.

Zum Thema Körperhaltung von Kindern wurden in China und Singapur zwei Studien durchgeführt. Kinder wurden gebeten, wie üblich zu lesen und zu schreiben. Währenddessen wurde ihre Körperhaltung in Echtzeit aufgezeichnet.^{54,55} Die Ergebnisse zeigten, dass die Kinder bei Nahsehaufgaben einen kürzeren Sehabstand wählten als Erwachsene, was zu einer größeren Konvergenz zwischen Fern- und Nahsehaufgaben führte. Außerdem zeigte sich, dass die Kinder tendenziell eher den Kopf als den Blick senkten. Diese Ergebnisse wurden bei der Festlegung der seitlichen und vertikalen Anordnung der Sehbereiche der Myopilux® Gläser berücksichtigt.

Was die Physiologie von Kindern angeht, wurde das Myopilux® Brillenglas-Programm unter Berücksichtigung der Nahphorie von Kindern festgelegt: Esophorie (Neigung zum „Überkonvergieren“) und Exophorie (Neigung zum „Unterkonvergieren“) (Abb. 9).⁵⁶

Da die Konvergenz von der Akkommodation gesteuert wird, führt die Abnahme der Akkommodation zu weniger Konvergenz der Augen, was zu einer exophorischen Abweichung führt.⁵⁷ Bei esophorischen Profilen bieten Gläser mit Nahzusatz mehr Sehkomfort, denn die durch die Addition induzierte exophorische Abweichung kompensiert teilweise die natürliche Esophorie.

Bei exophorischen Profilen führen Gläser mit Nahzusatz jedoch zu Missempfindungen, weil sie die exophorische Abweichung verstärken und eine größere fusionale Vergenz erfordern. Gleichwohl hat es sich gezeigt, dass Nahprismen mit Basis innen die durch Gläser mit Nahzusatz induzierte Exophorie reduzieren können. Genauer gesagt bringt ein Prisma 3 cm/m Basis innen in Verbindung mit einem Nahzusatz von +2.00 dpt auf beiden Gläsern mehr Sehkomfort, wenn sich die Phorie im Anfangsstadium befindet.⁵⁸ Das Ergebnis ist eine effiziente Nutzung dieser Brillengläser mit Nahzusatz.

3.2. Ein innovatives Brillenglas-Programm

Das Myopilux® Brillenglas-Programm basiert auf der obigen Langzeituntersuchung sowie auf hochentwickelten Methoden zur Berechnung von Brillenglasflächen, leistungsstarken Produktionsmitteln und effizienten Methoden zur Kontrolle der Brillenglas-Herstellungprozesse. Es ist von 6 Essilor-Patenten geschützt und in 3 Produktversionen erhältlich: Myopilux® Lite, Myopilux® Plus und Myopilux® Max.

Myopilux® Lite:

Myopilux® Lite Brillengläser werden für esophorische

Kinder mit fortschreitender Myopie empfohlen. Es handelt sich um ein Gleitsichtdesign mit einer empfohlenen Addition von +2.00 dpt für eine höhere Effizienz bei der Myopiekontrolle (Abb. 10). Das Glas ist der Körperhaltung von Kindern angepasst; der Inset ist höher und die Progressionslängen kürzer als bei Gleitsichtgläsern für Erwachsene. Damit berücksichtigt das Glas den kürzeren Sehabstand der Kinder sowie deren Tendenz, eher den Kopf als den Blick zu senken (Abb. 11).

Myopilux® Plus:

Myopilux® Plus Gläser werden Eltern empfohlen, die für ihr esophorisches Kind mit progressiver Myopie nach einer fortschrittlichen Lösung suchen. Zusätzlich zu den Leistungsmerkmalen der Myopilux® Lite Gläser sind diese auf die Sehergonomie jedes Kindes individuell abgestimmt. Außerdem kommt bei diesen Gläsern die Punkt-für-Punkt-Berechnung der Wave Technology zum Einsatz. Diese Gläser garantieren eine dem Kind angepasste seitliche Positionierung aller Sehbereiche für einen noch höheren Sehkomfort und bessere Auflösung (Abb. 10).

Myopilux® Max:

Myopilux® Max Gläser werden für Kinder mit einer Myopieprogression von mehr als -1,00 dpt pro Jahr dringend empfohlen. Es handelt sich um ein prismatisches Zweistärkenglas mit 2 breiten, aberrationsfreien Sehbereichen, mit einer Trennkante (Abb. 10):

- Der obere Teil des Glases bietet die dem Rezeptwert entsprechende Sehkorrektur.
- Der untere Teil ist ein Nahbereich mit einer Addition von

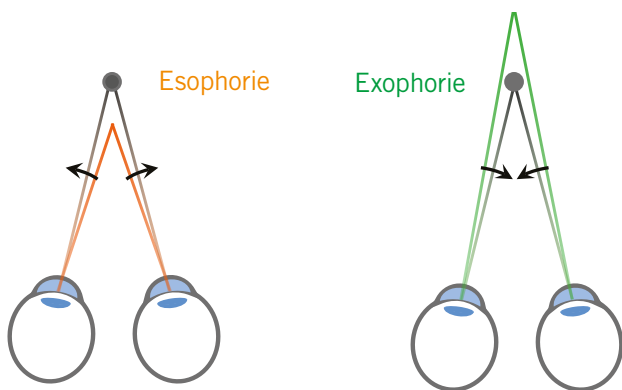


ABB. 9 | Nahphorie.

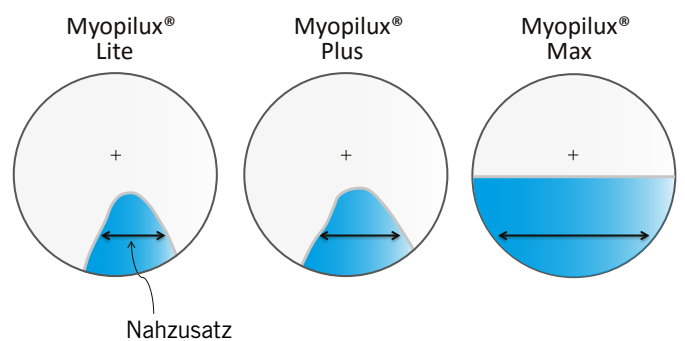


ABB. 10 | Nahbereich bei Myopilux® Lite (links), Myopilux® Plus (Mitte) und Myopilux® Max (rechts)

+2,00 dpt und einem Prisma 3 cm/m Basis innen.
 - Die breiten Sehbereiche und die kurze Segmenthöhe wurden speziell für Kinder ausgelegt.

3.3. Validierung durch klinische Versuche mit 600 Kindern

Das Konzept der Myopilux® Gläser wurde durch zwei große klinische Versuche mit ca. 600 Kindern validiert und von einer unabhängigen Ethik-Kommission genehmigt.

Das den Myopilux® Lite und Myopilux® Plus Gläsern zugrundeliegende Konzept wurde mit der Correction of Myopia Evaluation Trial (COMET)-Studie getestet. Ziel war die Beurteilung der Auswirkungen von Gleitsichtgläsern auf die Progression der juvenilen Myopie im Vergleich zu Einstärkengläsern.⁵⁹ An dieser Studie haben insgesamt 469 Kinder teilgenommen. Den Kindern wurden nach dem Zufallsprinzip Einstärkengläser bzw. Gleitsichtgläser mit einer Addition von +2.00 dpt angepasst. Die Kinder wurden daraufhin 3 Jahre lang kontrolliert (Kontrolluntersuchungen alle 6 Monate). Der primäre Ergebnisparameter war die Progression der Myopie, die durch Autorefraktion in Zykloplegie ermittelt wurde. Die Verbleibquote war mit einer Abbrecherquote von nur 1% extrem hoch. Nach Ablauf der 3 Jahre gab es in der Gleitsichtglasgruppe einen statistisch signifikanten Rückgang der Myopieprogression um 14% im Vergleich zur Einstärkenglasgruppe, die als Kontrollgruppe diente. Die Gleitsichtgläser hatten bei esophorischen Kindern mit hoher Unterakkommodation eine bessere Wirkung: einen statistisch signifikanten Rückgang der Myopieprogression um 37,2% im Vergleich zur Einstärkenglasgruppe.⁶⁰

Das Konzept des Myopilux® Max Glases wurde im Rahmen eines klinischen 3-Jahre-Versuches getestet. Es sollte herausgefunden werden, ob Zweistärkengläser und prismatische Zweistärkengläser die Myopieprogression bei Kindern mit rascher Myopieprogression besser unter Kontrolle bringen als Einstärkengläser. Insgesamt wurden 135 Kinder zwischen 7 und 13 Jahren nach dem Zufallsprinzip mit Einstärken-, Zweistärken- und prismatischen Zweistärkengläsern versorgt. Die Kinder wurden daraufhin 3 Jahre lang kontrolliert (Kontrolluntersuchungen alle 6 Monate). Der primäre Ergebnisparameter wurde per Autorefraktion in Zykloplegie gemessen. Als zusätzlicher Ergebnisparameter wurde das Längenwachstum des Augapfels überprüft. Die 2-Jahres- und 3-Jahres-Ergebnisse wurden 2010 in den Archives of Ophthalmology und 2014 im *Journal of the American Medical Association Ophthalmology* veröffentlicht.

Im 2. Jahr betrug der Rückgang der Myopieprogression der Kinder, die prismatische Zweistärkengläser trugen, 55% im Vergleich zu Kindern, die Einstärkengläser trugen.⁴⁴ Dieser Unterschied war hoch signifikant. Die besten Ergebnisse erhielt man in der Gruppe der exophorischen Kinder; bei den Kindern, die prismatische Bifokalgläser trugen, betrug der Rückgang der Myopieprogression 62% im Vergleich zu exophorischen Kindern, die Einstärkengläser trugen.

Im 3. Jahr war die Myopieprogression der Kinder in der Gruppe mit prismatischen Zweistärkengläsern um 51% zurückgegangen (Abb. 12).⁶¹ Im Gegensatz zu anderen Brillengläsern zur Kontrolle der Myopieprogression waren prismatische Zweistärkengläser auch effizient bei der Verlangsamung der Myopieprogression bei Kindern

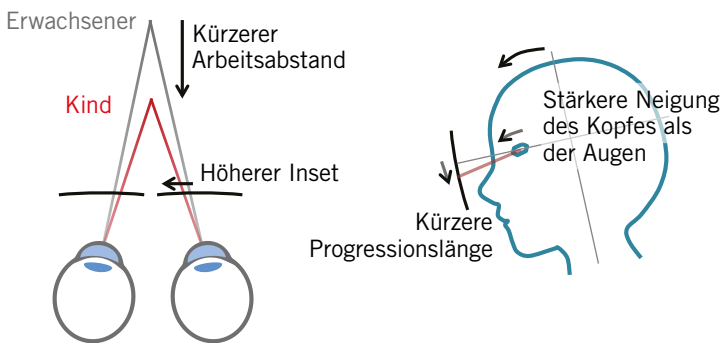


ABB. 11| Körperhaltung von Kindern

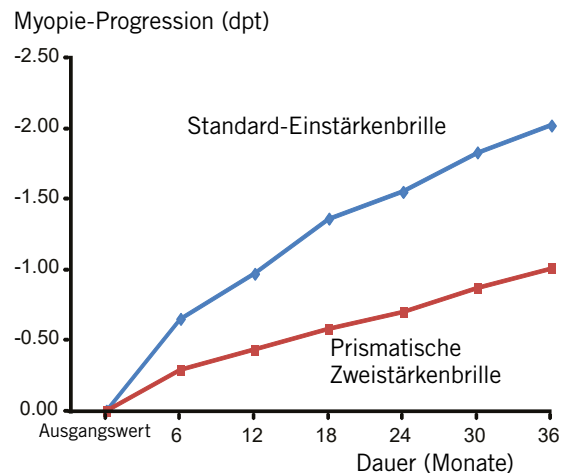


ABB. 12| Myopieprogression nach 3 Jahren bei Kindern, die prismatische Bifokalgläser mit Nahzusatz trugen, im Gegensatz zu Kindern, die mit Einstärkengläsern versorgt wurden.

unterschiedlicher Altersgruppen, Nahphorie-Typen, Unterakkommodationswerten und einer unterschiedlichen Anzahl der kurzsichtigen Elternteile.

Fazit

Basierend auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft und der klinischen Versuche kommen mehrere Möglichkeiten zur Myopiekorrektur und zur Kontrolle der Myopieprogression in Betracht. Was nichtinvasive Lösungen angeht, können Brillengläsern wie Myopilux®* zur effektiven Myopiekorrektur und Kontrolle der Myopieprogression empfohlen werden.

Im Idealfall mit folgender Vorgehensweise empfohlen:

- 1) Sehtest mindestens 1-mal pro Jahr
- 2) Update der Korrektionswerte, falls erforderlich
- 3) Bei einer Korrektur mit Brillengläsern sollten Nahgläser mit einem für Kinder bedarfsgerechten Design gewählt werden (siehe Abschnitt 3.2: Myopilux® Designs)
- 4/ Die Kinder sollten zu Outdoor-Aktivitäten angeregt werden. •

*Myopilux®: All-in-One-Programm nichtinvasiver Brillengläser mit Nahzusatz von Essilor zur Myopiekorrektur und Kontrolle der Myopieprogression. Myopilux Brillengläser sind nicht in allen Ländern der Welt erhältlich. Erkundigen Sie sich bitte bei Ihrem Essilor-Außendienstmitarbeiter nach der Verfügbarkeit dieser Gläser in Ihrem Land.



DIE KERNPUNKTE

- Den Studien zufolge ist Myopie ein progressives Phänomen, das vor allem in der Kindheit entsteht und in dieser Phase am stärksten fortschreitet.
- Myopieentwicklung in der Kindheit (Entstehung und Progression) beruht auf mehreren Faktoren, die allgemein in 2 Gruppen eingeteilt werden: Vererbung und Lebensstil, also genetische Veranlagung und Umweltfaktoren.
- Was die genetische Veranlagung angeht, wurde gezeigt, dass Kinder mit zwei kurzsichtigen Elternteilen mit einer 2 bis 3 Mal höheren Wahrscheinlichkeit kurzsichtig sein werden als Kinder mit nicht kurzsichtigen Eltern.
- Was den Lebensstil angeht, ist bekannt, dass anspruchsvolle Nahsehaufgaben und zu wenige Aufenthalte im Freien einen Einfluss auf die Myopieentwicklung haben.
- Es gibt zurzeit mehrere Möglichkeiten des Myopie-Managements, die nach ihrer Fähigkeit, die Myopie zu korrigieren und die Progression der Myopie während der Kindheit zu bremsen, wie folgt eingeteilt werden:
 - Lösungen, die Myopie korrigieren, ihre Progression aber nicht kontrollieren: Einstärkengläser, normale Kontaktlinsen, Refraktionschirurgie.
 - Lösungen, die die Myopieprogression kontrollieren, die Myopie aber nicht korrigieren: Aufenthalte im Freien, Atropin-Augentropfen.
 - Lösungen, die die Myopie korrigieren und die Myopieprogression kontrollieren: Korrektionsgläser mit Nahzusatz (wie das Myopilux® Programm), verschiedene Multifokallinsen und Ortho-K-Linsen.
- Myopilux® ist ein All-in-One-Programm nichtinvasiver Brillengläser mit Nahzusatz (prismatische Zweistärkengläser und Gleitsichtgläser) zur Myopiekorrektur und Kontrolle der Myopieprogression bei Kindern.
- Nach mehr als 10 Jahren Forschung haben die Myopie-Experten von Essilor International die Myopilux® Brillengläser entwickelt. Sie basieren auf dem tiefgreifenden Verständnis der natürlichen Körperhaltung und Physiologie von Kindern, um gute Ergonomie und hohen Sehkomfort zu ermöglichen.

LITERATURHINWEISE

1 Pan CW, Dirani M, Cheng CY, Wong TY, Saw SM. The age-specific prevalence of myopia in Asia: a meta-analysis. *Optom Vis Sci.* 2015 Mar;92(3):258-66.

2 Jung SK, Lee JH, Kakizaki H, Jee D. Prevalence of myopia and its association with body stature and educational level in 19-year-old male conscripts in Seoul, South Korea. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012 Aug 15;53(9):5579-83.

3 You QS, Wu LJ, Duan JL, Luo YX, Liu LJ, Li X, Gao Q, Wang W, Xu L, Jonas JB, Guo XH. Prevalence of myopia in school children in greater Beijing: the Beijing Childhood Eye Study. *Acta Ophthalmol.* 2014 Aug;92(5):e398-406.

4 Li Z, Xu K, Wu S, Lv J, Jin D, Song Z, Wang Z, Liu P. Population-based survey of refractive error among school-aged children in rural northern China: the Heilongjiang eye study. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2014 May-Jun;42(4):379-84.

5 Murthy GV, Gupta SK, Ellwein LB, Muñoz SR, Pokharel GP, Sanga L, Bachani D. Refractive error in children in an urban population in New Delhi. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2002 Mar;43(3):623-31.

6 Vitale S, Sperduto RD, Ferris FL 3rd. Increased prevalence of myopia in the United States between 1971-1972 and 1999-2004. *Arch Ophthalmol.* 2009 Dec;127(12):1632-9.

7 Williams KM, Bertelsen G, Cumberland P, et al.; European Eye Epidemiology (E3) Consortium. Increasing Prevalence of Myopia in Europe and the Impact of Education. *Ophthalmology.* 2015 Jul;122(7):1489-97.

8 Goss DA, Rainey BB. Relation of childhood myopia progression rates to time of year. *J Am Optom Assoc.* 1998 Apr;69(4):262-6.

9 Donovan L, Sankaridurg P, Ho A, Naduvilath T, Smith EL 3rd, Holden BA. Myopia progression rates in urban children wearing single-vision spectacles. *Optom Vis Sci.* 2012 Jan;89(1):27-32.

10 Lin LL, Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ. Prevalence of myopia in Taiwanese schoolchildren: 1983 to 2000. *Ann Acad Med Singapore.* 2004 Jan;33(1):27-33.

11 Koh V, Yang A, Saw SM, Chan YH, Lin ST, Tan MM, Tey F, Nah G, Ikram MK. Differences in prevalence of refractive errors in young Asian males in Singapore between 1996-1997 and 2009-2010. *Ophthalmic Epidemiol.* 2014 Aug;21(4):247-55.

12 Vongphanit J, Mitchell P, Wang JJ. Prevalence and progression of myopic retinopathy in an older population. *Ophthalmology.* 2002 Apr;109(4):704-11.

13 Liu HH, Xu L, Wang YX, Wang S, You QS, Jonas JB. Prevalence and progression of myopic retinopathy in Chinese adults: the Beijing Eye Study. *Ophthalmology.* 2010 Sep;117(9):1763-8.

14 Morgan IG, Ohno-Matsui K, Saw SM. Myopia. *Lancet.* 2012 May 5;379(9827):1739-48.

15 Pan CW1, Cheng CY, Saw SM, Wang JJ, Wong TY. Myopia and age-related cataract: a systematic review and meta-analysis. *Am J Ophthalmol.* 2013 Nov;156(5):1021-1033.

16 Iwase A, Araie M, Tomidokoro A, Yamamoto T, Shimizu H, Kitazawa Y; Tajimi Study Group. Prevalence and causes of low vision & blindness in a Japanese adult population: the Tajimi Study. *Ophthalmology.* 2006 Aug;113(8):1354-62.

17 Wu L, Sun X, Zhou X, Weng C. Causes and 3-year-incidence of blindness in Jing-An District, Shanghai, China 2001-2009. *BMC Ophthalmol.* 2011 May 5;11:10.

18 Zhang X, Qu X, Zhou X. Association between parental myopia and the risk of myopia in a child. *Exp Ther Med.* 2015 Jun;9(6):2420-2428.

19 Simpson CL, Wojciechowski R, Dextle K, et al. Genome-wide meta-analysis of myopia and hyperopia provides evidence for replication of 11 loci. *PLoS One.* 2014 Sep 18;9(9):e107110.

20 Saw SM, Wu HM, Seet B, Wong TY, Yap E, Chia KS, Stone RA, Lee L. Academic achievement, close up work parameters, and myopia in Singapore military conscripts. *Br J Ophthalmol.* 2001 Jul;85(7):855-60.

21 Saw SM, Hong RZ, Zhang MZ, Fu ZF, Ye M, Tan D, Chew SJ. Near-work activity and myopia in rural and urban schoolchildren in China. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2001 May-Jun;38(3):149-55.

22 Vera-Díaz FA, Strang NC, Winn B. Nearwork induced transient myopia during myopia progression. *Curr Eye Res.* 2002 Apr;24(4):289-95.

23 Yi JH, Li RR. Influence of near-work and outdoor activities on myopia progression in school children. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi.* 2011 Jan;13(1):32-5. Chinese.

24 Saw SM, Chua WH, Hong CY, Wu HM, Chan WY, Chia KS, Stone RA, Tan D. Nearwork in early-onset myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2002 Feb;43(2):332-9.

25 Abbott ML, Schmid KL, Strang NC. Differences in the accommodation stimulus response curves of adult myopes and emmetropes. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1998 Jan;18(1):13-20.

26 Gwiazda JE, Thorn F, Bauer J, Held R. Myopic children show insufficient accommodative response to blur. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1993 Mar;34(3):690-4.

27 Yeo AC, Kang KK, Tang W. Accommodative stimulus response curve of emmetropes and myopes. *Ann Acad Med Singapore.* 2006 Dec;35(12):868-74.

28 Harb E, Thorn F, Troilo D. Characteristics of accommodative behavior during sustained reading in emmetropes and myopes. *Vision Res.* 2006 Aug;46(16):2581-92.

29 Lu B, Congdon N, Liu X, Choi K, Lam DS, Zhang M, Zheng M, Zhou Z, Li L, Liu X, Sharma A, Song Y. Associations between near work, outdoor activity, and myopia among adolescent students in rural China: the Xichang Pediatric Refractive Error Study report no. 2. *Arch Ophthalmol.* 2009 Jun;127(6):769-75.

30 Hepsen IF, Evereklioglu C, Bayramlar H. The effect of reading and near-work on the development of myopia in emmetropic boys: a prospective, controlled, three-year follow-up study. *Vision Res.* 2001 Sep;41(19):2511-20.

31 Rose KA, Morgan IG, Ip J, Kifley A, Huynh S, Smith W, Mitchell P. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology.* 2008 Aug;115(8):1279-85.

32 Dharani R, Lee CF, Theng ZX, Drury YB, Ngo C, Sandar M, Wong TY, Finkelstein EA, Saw SM. Comparison of measurements of time outdoors and light levels as risk factors for myopia in young Singapore children. *Eye (Lond).* 2012 Jul;26(7):911-8.

33 McCarthy CS, Megaw P, Devadas M, Morgan IG. Dopaminergic agents affect the ability of brief periods of normal vision to prevent formdeprivation myopia. *Exp Eye Res.* 2007 Jan;84(1):100-7.

34 Bao J, Drobe B, Wang Y, Chen K, Seow EJ, Lu F. Influence of Near Tasks on Posture in Myopic Chinese Schoolchildren. *Optom Vis Sci.* 2015 Aug;92(8):908-15.

35 Chung K, Mohidin N, O'Leary DJ. Undercorrection of myopia enhances rather than inhibits myopia progression. *Vision Res.* 2002 Oct;42(22):2555-9.

36 Adler D, Millodot M. The possible effect of undercorrection on myopic progression in children. *Clin Exp Optom.* 2006 Sep;89(5):315-21.

37 Goss DA. Overcorrection as a means of slowing myopic progression. *A.A.M. J Optom Physiol Opt.* 1984 Feb;61(2):85-93.

38 Kushner BJ. Does overcorrecting minus lens therapy for intermittent exotropia cause myopia? *Arch Ophthalmol.* 1999 May;117(5):638-42.

39 Walline JJ, Jones LA, Sinnott L, Manny RE, Gaume A, Rah MJ, Chitkara M, Lyons S; ACHIEVE Study Group. A randomized trial of the effect of soft contact lenses on myopia progression in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008 Nov;49(11):4702-6.

40 Sherwin JC, Reacher MH, Keogh RH, Khawaja AP, Mackey DA, Foster PJ. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2012 Oct;119(10):2141-51.

41 McBrien NA, Moghaddam HO, Reeder AP. Atropine reduces experimental myopia and eye enlargement via a nonaccommodative mechanism. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1993;34:205-15.

42 Chia A, Chua WH, Wen L, Fong A, Goon YY, Tan D. Atropine for the treatment of childhood myopia: changes after stopping atropine 0.01%, 0.1% and 0.5%. *Am J Ophthalmol.* 2014 Feb;157(2):451-457.

43 Leung JT, Brown B. Progression of myopia in Hong Kong Chinese schoolchildren is slowed by wearing progressive lenses. *Optom Vis Sci.* 1999 Jun;76(6):346-54.

44 Cheng D, Schmid KL, Woo GC, Drobe B. Randomized trial of effect of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopic progression: two-year results. *Arch Ophthalmol.* 2010 Jan;128(1):12-9.

45 Mutti DO, Sholtz RI, Friedman NE, Zadnik K. Peripheral refraction and ocular shape in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000 Apr;41(5):1022-30.

46 Smith EL 3rd, Hung LF, Huang J. Relative peripheral hyperopic defocus alters central refractive development in infant monkeys. *Vision Res.* 2009 Sep;49(19):2386-92.

47 Sankaridurg P, Donovan L, Varnas S, Ho A, Chen X, Martinez A, Fisher S, Lin Z, Smith EL 3rd, Ge J, Holden B. Spectacle lenses designed to reduce progression of myopia: 12-month results. *Optom Vis Sci.* 2010 Sep;87(9):631-41.

48 Hasebe S, Jun J, Varnas SR. Myopia control with positively aspherized progressive addition lenses: a 2-year, multicenter, randomized, controlled trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014 Sep 30;55(11):7177-88.

49 Sankaridurg P, Holden B, Smith E 3rd, Naduvilath T, Chen X, de la Jara PL, Martinez A, Kwan J, Ho A, Frick K, Ge J. Decrease in rate of myopia progression with a contact lens designed to reduce relative peripheral hyperopia: one-year results. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011 Dec 9;52(13):9362-7.

50 Anstice NS, Phillips JR. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *Ophthalmology.* 2011 Jun;118(6):1152-61.

51 Si JK, Tang K, Bi HS, Guo DD, Guo JG, Wang XR. Orthokeratology for myopia control: a meta-analysis. *Optom Vis Sci.* 2015 Mar;92(3):252-7.

52 Sun Y, Xu F, Zhang T, Liu M, Wang D, Chen Y, Liu Q. Correction: Orthokeratology to Control Myopia Progression: A Meta-Analysis. *PLoS One.* 2015 Jun 11;10(6):e0130646.

53 Wen D, Huang J, Chen H, Bao F, Savini G, Calossi A, Chen H, Li X, Wang Q. Efficacy and Acceptability of Orthokeratology for Slowing Myopic Progression in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Ophthalmology, vol. 2015, Article ID 360806, 12 pages, 2015.*

54 Drobe B, Seow EJ, Bao J, Wang Y, Lu F. Near vision posture in myopic Chinese children. *ARVO Poster, 2011.*

55 Seow EJ, Drobe B, Tang FL. Influence of Language and Task on Working Distance in Singaporean Chinese Bilinguals. *ARVO Poster, 2007.*

56 Millodot M, 2009, *Dictionary of Optometry and Visual Science, 7th edition, Butterworth-Heinemann.*

57 Jiang BC, Teac YC, O'Donnell D. Changes in accommodative and vergence responses when viewing through near addition lenses. *Optometry.* 2007 Mar;78(3):129-34.

58 Cheng D, Schmid KL, Woo GC. The effect of positive-lens addition and base-in prism on accommodation accuracy and near horizontal phoria in Chinese myopic children. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2008 May;28(3):225-37.

59 Gwiazda JE, Hyman L, Hussein M, Everett D, Norton TT, Kurtz D, Leske MC, Manny R, Marsh-Toolle W, Scheiman M. A randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003 Apr;44(4):1492-500.

60 Gwiazda JE, Hyman L, Norton TT, et al.; COMET Group. Accommodation and related risk factors associated with myopia progression and their interaction with treatment in COMET children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004 Jul;45(7):2143-51.

61 Cheng D, Woo GC, Drobe B, Schmid KL. Effect of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopia progression in children: three-year results of a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol.* 2014 Mar;132(3):258-64.