



DOG
Deutsche Ophthalmologische
Gesellschaft

Gesellschaft
für Augenheilkunde



BVA

Berufsverband
der Augenärzte
Deutschlands e.V.



Stellungnahme

**der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft,
des Berufsverbandes der Augenärzte Deutschlands und
der Bielschowsky Gesellschaft für Schielforschung und
Neuroophthalmologie**

Empfehlungen bei progredienter Myopie im Kindes- und Jugendalter

Stand Juni 2022

1. Präambel

Die folgenden Empfehlungen beziehen sich auf die sog. „Schulmyopie“, die häufigste Form der Kurzsichtigkeit, die ab dem 6. LJ auftritt und bis zum späten Teenageralter progredient ist.

Die Empfehlungen gelten NICHT für die seltenen Sonderformen der Myopie z.B. aufgrund von Syndromen, Linsenerkrankungen, genetischen Varianten oder auf eine Myopie im Vorschulalter, da für diese Fälle keine Studien zur Progressionsminderung vorliegen.

2. Epidemiologie und Folgen der Myopie

Weltweit hat die Myopie insgesamt über die letzten Dekaden zugenommen. Für eine differenzierte Bewertung ist es sinnvoll, die regionalen Unterschiede und verwendeten Definitionen zu berücksichtigen. Insbesondere aus asiatischen Ländern wird berichtet, dass im jüngeren Teil der Bevölkerung die Raten der Kurzsichtigkeit (geringer und hoher) zugenommen haben (1)(2)(3). Bereits im jungen Alter ist eine deutliche Zunahme über die letzten 40 Jahre zu sehen (Prävalenz ab -0.25 dpt 7-Jährige: 5% auf 25%, 12-Jährige: 31% auf 77%; Prävalenz ab -6 dpt 12-Jährige: 1.4% auf 4.3%)(3). In der Altersgruppe zwischen 25 und 29 Jahren wurde in Europa eine Myopie-Prävalenz (ab -0.75 dpt) von knapp unter 50% berichtet (4). Aktuell gibt es keine sicheren Belege dafür, dass der Anteil kurzsichtiger Menschen in den letzten ca. 20 Jahren in Deutschland zugenommen hat (5)(6). In der KIGGS-Studie lag die Prävalenz der Myopie im Alter von 3-17 Jahren (basierend auf Angabe der Eltern) bei 13.3% und zeigte in den Erhebungszeiträumen (2003 – 2006 vs. 2014 – 2017) keinen Unterschied (7). In einer Leipziger Stichprobe wurde eine Prävalenz von 10,8% (ab -0,75 dpt, ohne Zykloplegie gemessen) gefunden, wobei der Anteil von 3,5% (6 Jahre) auf 27% (16 Jahre) zunahm (8).

Basierend auf Daten der Rotterdam Eye Study wurde aus der Zunahme der mittleren Achslänge, in Abhängigkeit des Geburtsjahres, eine Zunahme des kumulativen Lebenszeitriskos einer Sehbehinderung extrapoliert (9): Myopie von weniger als -6 dpt birgt kein relevantes Risiko, bei -6 bis -10 dpt ist ab dem 65. Lebensjahr eine geringe Risikozunahme zu beobachten. Myopie zwischen -10 und -15 dpt zeigen ab der Mitte der sechsten Dekade eine eindeutige Risikozunahme. Sehr deutlich steigt das Risiko bereits ab 50 Jahren Lebensalter an, wenn jemand kurzsichtiger als -15 dpt ist. In diesem Fall beträgt das Lebenszeitrisko für myopiebedingte Sehbehinderung fast 80%.

Bereits 1970 wiesen Curtin und Karlin darauf hin, dass sekundäre Fundusveränderungen bereits ab einer mittleren Myopie beobachtet werden (10). Curtin beschrieb das erhöhte Risiko einer Netzhautablösung (geringe Myopie: 4x, hohe Myopie: 22x). Registerdaten zufolge ist das Risiko einer Netzhautablösung mit einer größeren Achslänge insbesondere für Patienten mit Pseudophakie im berufstätigen Alter relevant (11). In der Gutenberg Health Study nahm die Odds ratio (OR) für eine rhegmatogene Ablösung mit jeder weiteren Dioptrie um 1,3 zu (12).

Das Risiko einer myopen Makuladegeneration steigt mit Ausprägung der Myopie. Die OR steigt von niedriger Myopie (-1 bis -3 dpt) mit 14, über die mittlere Myopie (-3 bis -6 dpt) mit 73 auf 845 bei hoher Myopie (über -6 dpt) (3). Auch das Risiko für Glaukom und Strabismus nimmt mit zunehmender Myopie zu.

Fazit: *Myopie hat in erster Linie in Asien zugenommen. In den letzten knapp 20 Jahren ist die Prävalenz der Myopie im deutschsprachigen Raum nicht nennenswert gestiegen. Das Risiko von Sekundärerkrankungen mit zunehmender Myopie ist gut dokumentiert. Die Gefahr einer Erkrankung mit bleibender Sehbehinderung steigt spätestens ab einer Schwelle von -6 dpt deutlich an. Patienten mit einer hohen Myopie sollten über Risiken, Warnsymptome einer Makuladegeneration und Netzhautablösung und die Notwendigkeit von Kontrollen des zentralen und peripheren Augenhintergrunds bei entsprechenden Beschwerden (s. Leitlinie Risikofaktoren und Prophylaxe der rhegmatogenen Netzhautablösung bei Erwachsenen www.awmf.org/leitlinien/detail/II/045-025.html) informiert werden.*

3. Risikofaktoren für Myopie

Aus vielen Studien ist zwar bekannt, dass die elterliche Refraktion einen deutlichen Hinweis auf die spätere Refraktionsentwicklung des Kindes gibt (13)(14). In einer US-amerikanischen Studie betrug das Myopierisiko bei Emmetropie der Eltern 10%, bei Myopie eines Elternteils 30% und 60%, wenn beide Eltern myop waren (3). Verhalten und Umweltfaktoren haben aber einen noch größeren Einfluss auf die Entwicklung der Myopie als die genetische Veranlagung (7)(15). Die Zeit der Aktivität in der Nähe und der Leseabstand korrelierten mit Myopie und ihrer Progression. Körperliche Aktivität war mit einer geringeren Ausprägung der Kurzsichtigkeit assoziiert, während Schule und Ausbildungsdauer mit einer ausgeprägten Zunahme zusammenhängen. Mit jeder Stunde Naharbeit pro Woche wurde eine Zunahme des Myopie-Risikos um 2% gesehen (3). Der Aufenthalt im Freien von mindestens zwei Stunden / Tag war mit einer Abnahme des Myopierisikos und einer langsameren Progression um 0,13 dpt / Jahr verbunden (3). Der Einfluss der Beleuchtung stellt sich auch in der saisonal stärkeren Progression im Winter dar und unterstreicht die Bedeutung von Aktivitäten im Freien (16). In einigen Ländern wurde eine Zunahme der Myopie während der Covid-19 Pandemie beobachtet (17)(18).

Fazit: *Die günstigen Auswirkungen von Aufenthaltszeit im Freien und die gegenteiligen Effekte von Naharbeit und kurzer Lesedistanz wurden eindeutig belegt. Dem sollte in der Ausgestaltung des Alltags und Verhaltensempfehlungen hohe Priorität eingeräumt werden.*

4. Beratung zu Verhalten und präventiven Maßnahmen

Grundsätzlich ist eine gezielte Information sinnvoll, welche Verhaltensmaßnahmen zum Auftreten einer Myopie und zur Abnahme einer Progression beitragen können:

- **Lichtexposition**

Eine ausreichende Aufenthaltszeit im Freien zeigte schon mit relativ geringen Lichtintensitäten (1000 Lux) positive Auswirkungen (19). Die tägliche Exposition sollte besonders auch im Winter beachtet werden bzw. die Aufenthaltsbereiche der Kinder in Schule und zu Hause einschließen. Die Empfehlung von zwei Stunden täglicher Aufenthaltszeit im Freien ist sinnvoll. In Taiwan hat der zwangsweise Aufenthalt im Freien während der Schulpause schon zu einer Abnahme der Myopieprävalenz geführt.

- **Nahsicht**

In Untersuchungen stellte sich die kontinuierliche Beschäftigung in der Nähe wie z.B. beim Lesen als relevanter Einfluss dar (20). Obwohl zuverlässige Daten zur Bildschirmzeit oder verwendeter Abstände für große Kohorten fehlen, sollten neben Abständen auch an regelmäßige Pausenzeiten erinnert werden. Möglicherweise handelt es sich bei der akkommodationsassoziierten Progression um einen Mechanismus, der insbesondere bei einer bereits bestehenden Myopie zum Tragen kommt (21). Lesezeiten von über 30 Minuten bei weniger als 30 cm Leseabstand sollten durch 10 Minuten Blick in die Ferne unterbrochen werden.

Für die Maßnahmen und Verhaltensempfehlungen könnte sich eine frühe Berücksichtigung ab dem Kindergarten auszahlen (22). Der Nachweis eines Nutzens präventiver Maßnahmen bezieht sich daher vor allem auf Kinder, die im Schulalter eine Zunahme der Myopie zeigen (23). Nach wie vor reichen die Daten nicht aus, um - abgesehen von Lichtexposition und Reduzierung von Nahsicht-Aktivitäten - eine generelle Prävention, d.h. z.B. die Therapie emmetroper Kinder zu empfehlen.

5. Praktisches Vorgehen zum Bestimmen der Progression

Die Refraktionsbestimmung sollte speziell bei jüngeren Kindern, bei denen eine unbewusste Akkommodation nicht ausgeschlossen werden kann, in Zykloplegie erfolgen. Ferner ist eine Orientierung an der individuellen Änderung der Achslänge für die Verlaufskontrolle sinnvoll (8). Eine sichere Beurteilung der Myopie-Entwicklung ist in der Rückschau auf längere Zeiträume von mindestens 12 Monaten möglich. Die Orientierung an Perzentilen kann hilfreich sein. Es gibt Hinweise, dass ein Zusammenhang mit dem Körperwachstum oder dem Einfluss von Wachstumshormonen besteht.

6. Interventionen zur Progressionsminderung

Neben den erwähnten Hinweisen zu alltäglichen Umweltfaktoren stehen Maßnahmen zur Verringerung der Progression zur Verfügung (24)(3). Die Evidenz der unterschiedlichen Ansätze und die Qualität der berichteten Studien wurden in einem Cochrane Review zuletzt 2020 kritisch bewertet (25).

6.1. Atropin

Die Mehrheit der publizierten randomisierten kontrollierten Studien zur Sicherheit und Wirkung von niedrig dosiertem Atropin stammen bis auf wenige Ausnahmen (26) aus Asien (3). Beispielsweise sind für große Studien aus Australien und England erst die Protokolle bzw. Baseline-Faktoren publiziert (27)(28). Nach der ATOM-II Studie aus Singapur, welche den weltweiten Einsatz von niedrig dosiertem Atropin angestoßen hat (29), wurden in einer weiteren Studie die Konzentrationen 0,05%, 0,025% und 0,01% Atropin gegen Placebo verglichen (30). Nach einem Jahr Therapie betragen die entsprechenden Progressionsraten -0,27 dpt, -0,46 dpt, -0,59 dpt und -0,81 dpt. Die Nebenwirkungen waren gering und unterschieden sich bei diesen drei Konzentrationen nicht wesentlich und wurden auch fast gleichhäufig in der Placebogruppe berichtet. Im zweiten Jahr dieser Studie wurde der Placebo-Arm auf 0,05% umgestellt und die Zweijahresergebnisse bestätigen die Wirksamkeit (31). Inzwischen liegen die Dreijahresergebnisse vor. Im dritten Jahr führte die eine Hälfte die Therapie weiter, die andere hatte die Therapie beendet. Der Rebound nach Therapieende war gering und war statistisch nicht signifikant (3). Eine weitere Studie aus China randomisierte 220 Kinder auf 0,01% Atropin oder Placebo (32). Nach einem Jahr betrug die Progression in der Placebogruppe 0,76 dpt, in der Atropin-Gruppe 0,49 dpt. Die Achslänge nahm in der Placebo-Gruppe um 0,41 mm und in der Atropin-Gruppe um 0,32 mm zu.

Vor dem Hintergrund dieser Daten erscheint eine Verordnung von Atropin in der Konzentration von 0,5% und der damit einhergehenden Blendungsempfindlichkeit nicht sinnvoll oder erforderlich (33)(34). Allerdings kann auch die Konzentration von 0,05% mit einer Pupillenerweiterung von 3 mm einhergehen (35). Konservierungsmittel haben keinen wesentlichen Einfluss auf die Penetration der Tropfen ins Auge (36). Eine asiatische Studie hat keinen Unterschied bezüglich reduzierter Akkommodation und vergrößerten Pupillendurchmessers bei Konzentrationen zwischen 0,01% und 0,02% gefunden (37).

Grundsätzlich sprechen die Daten für eine mehrjährige Therapiedauer (3). Die Progression der Myopie ist gegen Ende des Grundschulalters oft höher als in den Folgejahren, so dass eine Intervention hier größeren Nutzen verspricht. Mit 14 bis 16 Jahren ist die Zunahme der Achslänge im Regelfall so gering, dass eine Therapie nur in Ausnahmefällen sinnvoll erscheint.

Die Fortsetzung einer begonnenen Therapie mit niedrig dosiertem Atropin ist spätestens nach einer Dauer von zwei Jahren oder Erreichen des 15. Lebensjahrs zu prüfen. Eine anhaltende Zunahme der Kurzsichtigkeit spricht eher für eine Verlängerung der Therapie. Ansonsten sollte der Verlauf nach einer Pause beobachtet und beim Vorliegen von einer Progression von über 0,5 D/Jahr eine Wiederaufnahme evaluiert werden.

Somit kann grundsätzlich myopen Kindern im Alter zwischen ca. 6 und 14 Jahren und einer beobachteten Progression von $\geq 0,5$ D/Jahr Atropin 0,01% angeboten werden. Dabei handelt es sich um ein Rezepturarzneimittel (s. Anhang) bei fehlender Medikamentenzulassung für diese Dosierung und diese Indikation. Diese Tropfen werden einmal abends vor dem zu Bett gehen in beide Augen getropft und sollen konform mit den Vorgaben konservierungsmittelfrei zubereitet werden. Eine Kontrolle zur Verträglichkeit kann in der frühen Phase z.B. 2 bis 6 Wochen nach Beginn der Atropin-Therapie sinnvoll sein. Eltern und Kinder sollten gerade zu Beginn der Therapie über eine mögliche geringe Pupillenerweiterung und Blendempfindlichkeit informiert werden. Mit einer relevant verminderten Akkommodation oder einem reduzierten Nahvisus ist in der Regel nicht zu rechnen (38)(39). Sollten dies in Einzelfall doch störend werden, kann eine temporäre Gleitsichtbrille angeboten werden.

Kombinationstherapien mit den in folgenden optischen Interventionen sind im Einzelfall sinnvoll und können dann erwogen werden.

Das Studiendesign und die Erfassung möglicher Nebenwirkungen sind zu heterogen, um eine abschließende Beurteilung der Dosierung in dem Bereich von 0,01% bis 0,05% mit dem besten Verhältnis von Wirkung und Nebenwirkungen zu erlauben (40). Die bisherigen Meta-Analysen können als Beleg für die Sicherheit herangezogen werden, ohne die Verträglichkeit im Einzelfall zu garantieren (41). Eine aktuelle Recherche in ClinicalTrials.gov mit den Suchstichworten „Atropine AND Myopia“ erbrachte insgesamt 26 Studien, von denen sich zehn mit kurzfristigen Nebenwirkungen und Änderungen der Aderhautdicke befassten. Die anderen 16 Studien vergleichen fast immer 0,01% entweder gegen Placebo oder andere Atropin-Konzentrationen. Entsprechend ist in den kommenden Jahren mit einer Vielzahl weiterer Studienergebnisse zu diesem Thema auch zur Wirksamkeit bei Nicht-Asiaten zu rechnen.

Fazit: *Die Prophylaxe mit niedrigdosiertem Atropin, meist in der Konzentration von 0,01%, hat sich inzwischen weltweit verbreitet und kann im Alter von 6 – 14 Jahren angeboten werden, wenn eine jährliche Myopieprogression von mindestens 0,5 dpt vorliegt. Die Datenlage hierzu ist solide und das Verhältnis von Nutzen und Nebenwirkungen günstig. Laufende Studien dienen unter anderem der Dosisoptimierung. Gleiche Konzentrationen werden bei verschiedenen Ethnien vermutlich verschiedene Effektgrößen zeigen.*

Aktuell werden Therapie und Kontrolle in Deutschland im Rahmen klinischer Studien angeboten: In der multizentrischen AIM-Studie (EUDRACT 2020-001575-33) werden 300 Kinder im Alter zwischen 8 und 12 Jahren (Refraktion im Bereich von -1 bis -6 Dioptrien) eingeschlossen, wenn eine Progression von $\geq 0,5$ Dioptrien pro Jahr erwartet wird (www.aim-studie.de). Im ersten Jahr wird 0,02% Atropin gegen Placebo verglichen. Im zweiten Studienjahr erhält die Placebo-Gruppe ebenfalls Atropin in der Konzentration 0,01%. In der dreijährigen Beobachtungszeit erhalten alle Kinder mindestens zwei Jahre niedrig dosiertes Atropin. In einer weiteren Studie (EUDRACT 2021-004884-29) wird die Wirksamkeit vier verschiedene Dosierungen (0,05%, 0,025%, 0,01%, 0,005%) über 12 Monate verglichen.

Rezeptur Atropin

Atropinsulfat 0,01% AT 0,5 ml

Rezeptur:

Atropinsulfat 0,05mg, Natriumchlorid 4,45mg, HCl-Lösung 0,1% q.s.,

Aqua ad injectabilia ad 0,5g in Einzeldosisbehältnis

Haltbarkeit: 1 Jahr, Reste verwerfen

xx Packungen (xx Stk. pro Packung)

Anwendung am Auge: 1 x 1 Tropfen abends in beide Augen

6.2 Optische Methoden

Es ist eine Gemeinsamkeit der optischen Methoden, dass entweder neben der ersten auf die Fovea fokussierten Bildschale eine zweite vor die Netzhaut fokussierte Bildschale (bei einigen Kontaktlinsen und bei Brillengläsern mit zentraler Aussparung) generiert wird oder die Bildschale so gebogen wird, dass sie in der Peripherie vor der Netzhaut liegt, was beides ein Stoppsignal für das Augenwachstum darstellt.

6.2.1 Multifokale und Orthokeratologie-Kontaktlinsen

Für multifokale und Orthokeratologie-Kontaktlinsen existieren viele Studien mit gutem Evidenzniveau und Meta-Analysen (42).

Multifokale Kontaktlinsen, die zur Myopieprogressionskontrolle eingesetzt werden, haben eine zentrale Fernzone und entweder konzentrische aufgebaute ringförmige Zonen mit einer Plusaddition oder eine graduell ansteigende Plusaddition zur Peripherie hin. Dadurch entsteht eine zweite Bildschale vor der Netzhaut. In der sehr hochrangig publizierten, randomisiert kontrollierten BLINK-Studie beispielsweise wurden 294 Kinder auf Monatslinsen randomisiert, die entweder monofokal oder multifokal mit einer Addition von +1,5 dpt oder +2,5 dpt waren (3). Die Studiendauer betrug drei Jahre und es zeigt sich ein progressionsmindernder Effekt von 43% für die Linse mit der stärkeren Nahaddition und 15% mit der schwächeren Nahaddition im Vergleich zu der monofokalen Kontaktlinse. Eine zweiarmige Studie mit multifokalen Tageslinsen an 253 Kindern und einer Dauer von drei Jahren fand eine Progressionsminderung von 59% im Vergleich zu monofokalen Linsen (43). Orthokeratologische Linsen verfolgen das gleiche optische Prinzip und sind ähnlich wirksam (3). Sie führen zu einer Abflachung der zentralen Hornhaut mit Aufsteilung der Hornhaut in der mittleren Peripherie. Durch die damit einhergehende Erhöhung der Brechkraft entsteht in der mittleren Peripherie eine zweite Bildschale vor der Netzhaut (44). Der Effekt der Verlangsamung des Achslängenwachstums liegt bei ca 40% (45). Eine Meta-Analyse berichtet, dass der Bulbuslängenunterschied nach zwei Jahren Behandlung im Vergleich zu Kontrollgruppen 0,7 mm betrug (3).

Daneben gibt es weitere, speziell zur Myopieprogressionshemmung entwickelte Kontaktlinsendesigns, die unterschiedliche optische Prinzipien nutzen. Erste Studien zeigen auch für diese Designs eine Verlangsamung des Bulbuslängenwachstums von ca. 25% (46).

Generell ist beim Einsatz von Kontaktlinsen im Kindesalter zu bedenken, dass eine Gefahr der Infektion mit zwar seltener, aber potentiell auch erheblicher Schädigung des Auges besteht. Deswegen ist eine gute Kooperation und die Einhaltung der Anforderungen an die Hygiene, die mit der Zeit nachlassen können, zwingend erforderlich. Daher sollen Eltern und Kind über das Risiko von Komplikationen wie einer Keratitis und Warnsymptome informiert werden. Dazu gehört, dass bei Beschwerden die Kontaktlinsen nicht getragen werden dürfen und eine augenärztliche Untersuchung erforderlich ist.

Orthokeratologische Linsen sind bei guter Hygiene ähnlich sicher wie Tageslinsen, erfordern aber eine hohe Compliance, da andernfalls eine schwankende Refraktion resultiert. Die Quantifizierung der Myopieprogression kann nur über die Messung der Bulbuslänge erfolgen.

Bei dem Vergleich von multifokalen Linsen und Ortho-K sind ferner verschiedene Faktoren und die individuelle Verträglichkeit zu berücksichtigen. Weiche multifokale Linsen sind mit einem größeren Defokus und schlechterem Kontrastsehen verbunden (47). Die über Nacht getragenen Linsen können dagegen neben einer nachlassenden Myopiekorrektur und stärkeren Induktion von Aberrationen höherer Ordnung mit unterschiedlichen Refraktionsschwankungen über den Tag einhergehen und verursachen ein schlechteres Sehen in den ersten Tagen nach dem Absetzen der Linsen. Obwohl eine Dezentrierung der Orthokeratologielinsen grundsätzlich zu vermeiden ist, zeigte sie zumindest keine wesentliche Auswirkung auf die Hemmung der Myopieprogression (48).

Fazit: Für die optische Therapie können multifokale oder orthokeratologische Kontaktlinsen angeboten werden, wenn eine Myopieprogression von mindestens 0,5 dpt pro Jahr besteht und bei den Kontaktlinsen ein korrektes Tragen und eine adäquate Hygiene garantiert ist. Das infrage kommende Altersspektrum entspricht dem, bei dem auch eine Atropintherapie indiziert ist.

6.2.2 Multisegmentgläser

Ein vergleichbares optisches Konzept wurde mit speziellen Brillengläsern realisiert. Hierbei sind in die Brillengläser in der mittleren Peripherie eine Vielzahl kleiner Pluslinsen eingeschliffen, welche einen zweiten Fokus vor der peripheren Netzhaut generieren. Diese Gläser mit den integrierten Segment-Linsen werden von verschiedenen Herstellern angeboten. Die Ergebnisse prospektiver Studien wurden unter Koautorenschaft der Hersteller publiziert. Randomisierte, kontrollierte Studien mit einer Beobachtungsdauer von zwei bis drei Jahren (49)(50) zeigten eine Halbierung der Myopieprogression. Das Tragen der Gläser verursachte keine langfristig negativen Konsequenzen auf andere Sehfunktionen wie Nahsehschärfe, Phorie-Ruhelage oder die Stereosehschwelle (51). Bei Seitblick erzeugen die Multisegmentgläser eine Bildunschärfe, die im Alltag von vielen Kindern nicht als störend empfunden wird. Aktuell ist noch unklar, welche Relevanz bzw. welche Mechanismen asphärische gegenüber sphärischen Segmenten haben (50).

Eine aktuelle, deutschsprachige Übersichtsarbeit stellt die Erfahrungen mit den Gläsern eines Herstellers zusammen (52). Ansonsten existieren keine Studien, die unabhängig von den jeweiligen Herstellern Wirksamkeit und Nebenwirkungen untersucht haben.

Gleitsicht- oder Bifokalgläser, wie sie z.B. vor vielen Jahren in der COMET-Studie (3) evaluiert wurden, konnten nur eine geringe Hemmung der Myopieprogression erreichen, sodass sie nicht empfohlen werden.

Fazit: Erste Studien sprechen für die progressionsmindernde Wirkung von Multisegmentbrillengläsern, die parallel eine Myopie- bzw. Visuskorrektur erlauben. Für eine allgemeine Empfehlung sind zu diesen Brillengläsern weitere Studien wünschenswert.

6.2.3 Kombinationstherapie

Einzelne Studien belegen, dass sich die Wirkung der Orthokeratologie und Atropin synergistisch ergänzen (3)(53). Daher ist es nicht ausgeschlossen, dass dies auch für multifokale Kontaktlinsen oder Multisegmentgläser und die Atropintherapie gilt. Bisher gibt es hierzu jedoch keine Publikationen.

7. Literatur

1. Wang CY, Hsu NW, Yang YC, Chen YL, Shyong MP, Tsai DC. (2022) Premyopia at Preschool Age: Population-based Evidence of Prevalence and Risk Factors from A Serial Survey in Taiwan. *Ophthalmology*. S0161-6420 00226-3.
2. Li SM, Wei S, Atchison DA, Kang MT, Liu L, Li H, u. a. (2022) Annual Incidences and Progressions of Myopia and High Myopia in Chinese Schoolchildren Based on a 5-Year Cohort Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 63:8.
3. Borhani-Haghighi A, Ghodsi M, Razeghinejad MR, Mardani S, Mardani M, Nikseresht AR, u. a. (2012) Erythropoietin for acute multiple sclerosis in patients with optic neuritis as a first demyelination event. *Neurosci Riyadh*. 17:151–5.
4. Williams KM, Verhoeven VJM, Cumberland P, Bertelsen G, Wolfram C, Buitendijk GHS, (2015) u. a. Prevalence of refractive error in Europe: the European Eye Epidemiology (E(3)) Consortium. *Eur J Epidemiol*. 30:305–15.
5. Wesemann W. (2018) Analyse der Brillenstärken zeigt keine Zunahme der Myopie in Deutschland von 2000 bis 2015. *Ophthalmologie* 115:409–17.
6. Schuster AK, Krause L, Kuchenbäcker C, Prütz F, Eiflein HM, Pfeiffer N, u. a. (2020) Prävalenz von Kurzsichtigkeit und deren Veränderung bei Kindern und Jugendlichen. *Dtsch Arzteblatt Int*. 117:855–60.

-
7. Schuster AK, Elflein HM, Pokora R, Urschitz MS. (2017) Prävalenz und Risikofaktoren der Kurzsichtigkeit bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse der KiGGS-Studie. *Klin Padiatr.* 229:234–40.
 8. Truckenbrod C, Meigen C, Brandt M, Vogel M, Sanz Diez P, Wahl S, u. a. (2021) Longitudinal analysis of axial length growth in a German cohort of healthy children and adolescents. *Ophthalmic Physiol Opt.* 41:532–40.
 9. Tideman JWL, Snabel MCC, Tedja MS, van Rijn GA, Wong KT, Kuijpers RWAM, u. a. (2016) Association of Axial Length With Risk of Uncorrectable Visual Impairment for Europeans With Myopia. *JAMA Ophthalmol.* 134:1355–63.
 10. Curtin BJ, Karlin DB. (1970) Axial length measurements and fundus changes of the myopic eye. I. The posterior fundus. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 68:312–34.
 11. Daien V, Le Pape A, Heve D, Carriere I, Villain M. (2015) Incidence and Characteristics of Cataract Surgery in France from 2009 to 2012: A National Population Study. *Ophthalmology*;122:1633–8.
 12. Gerstenberger E, Stoffelns B, Nickels S, Münzel T, Wild PS, Beutel ME, u. a. (2021) Incidence of Retinal Detachment in Germany: Results from the Gutenberg Health Study. *Ophthalmol J Int Z Augenheilkd.*;244(2):133–40.
 13. Enthoven CA, Tideman JWL, Polling JR, Tedja MS, Raat H, Iglesias AI, u. a. (2019) Interaction between lifestyle and genetic susceptibility in myopia: the Generation R study. *Eur J Epidemiol.*;34(8):777–84.
 14. Ghorbani Mojarrad N, Williams C, Guggenheim JA. (2018) A genetic risk score and number of myopic parents independently predict myopia. *Ophthalmic Physiol Opt J* ;38:492–502.
 15. Mirshahi A, Ponto KA, Hoehn R, Zwiener I, Zeller T, Lackner K, u. a. (2014) Myopia and level of education: results from the Gutenberg Health Study. *Ophthalmology*;121:2047–52.
 16. Gwiazda J, Deng L, Manny R, Norton TT, COMET Study Group. (2014) Seasonal variations in the progression of myopia in children enrolled in the correction of myopia evaluation trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci.*;55:752–8.
 17. Picotti C, Sanchez V, Fernandez Irigaray L, Iurescia A, Iribarren R. (2022) Rapid progression of myopia at onset during home confinement. *J AAPOS*;S1091-8531(22)00052-0.
 18. Wong CW, Tsai A, Jonas JB, Ohno-Matsui K, Chen J, Ang M, u. a. (2021) Digital Screen Time During the COVID-19 Pandemic: Risk for a Further Myopia Boom? *Am J Ophthalmol.*;223:333–7.

-
19. Muralidharan AR, Lança C, Biswas S, Barathi VA, Wan Yu Shermaine L, Seang-Mei S, u. a. (2021) Light and myopia: from epidemiological studies to neurobiological mechanisms. *Ther Adv Ophthalmol.*;13:25158414211059250.
 20. Gajjar S, Ostrin LA. (2021) A systematic review of near work and myopia: measurement, relationships, mechanisms and clinical corollaries. *Acta Ophthalmol* 100:376-387
 21. Hughes RPJ, Read SA, Collins MJ, Vincent SJ. (2022) Axial Elongation During Short-Term Accommodation in Myopic and Nonmyopic Children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.*;63:12.
 22. Yang YC, Hsu NW, Wang CY, Shyong MP, Tsai DC. (2022) Prevalence Trend of Myopia after Promoting Eye Care in Preschoolers: A Serial Survey in Taiwan before and during the Coronavirus Disease 2019 Pandemic. *Ophthalmology*;129:181–90.
 23. Pineles SL, Kraker RT, VanderVeen DK, Hutchinson AK, Galvin JA, Wilson LB, u. a. (2017) Atropine for the Prevention of Myopia Progression in Children: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*;124:1857–66.
 24. Huang J, Wen D, Wang Q, McAlinden C, Flitcroft I, Chen H, u. a. (2016) Efficacy Comparison of 16 Interventions for Myopia Control in Children: A Network Meta-analysis. *Ophthalmology* ;123:697-708.
 25. Walline JJ, Lindsley KB, Vedula SS, Cotter SA, Mutti DO, Ng SM, u. a. (2020) Interventions to slow progression of myopia in children. *Cochrane Database Syst Rev.*;1:CD004916.
 26. Moriche-Carretero M, Revilla-Amores R, Diaz-Valle D, Morales-Fernández L, Gomez-de-Liaño R. (2021) Myopia progression and axial elongation in Spanish children: Efficacy of atropine 0.01% eye-drops. *J Fr Ophtalmol.*;44:1499–504.
 27. Lee SSY, Mackey DA, Lingham G, Crewe JM, Richards MD, Chen FK, u. a. (2020) Western Australia Atropine for the Treatment of Myopia (WA-ATOM) study: Rationale, methodology and participant baseline characteristics. *Clin Experiment Ophthalmol.*;48:569–79.
 28. Azuara-Blanco A, Logan N, Strang N, Saunders K, Allen PM, Weir R, u. a. (2020) Low-dose (0.01%) atropine eye-drops to reduce progression of myopia in children: a multicentre placebo-controlled randomised trial in the UK (CHAMP-UK)-study protocol. *Br J Ophthalmol.*;104:950–5.
 29. Chia A, Chua WH, Cheung YB, Wong WL, Lingham A, Fong A, u. a. (2012) Atropine for the treatment of childhood myopia: safety and efficacy of 0.5%, 0.1%, and 0.01% doses (Atropine for the Treatment of Myopia 2). *Ophthalmology*;119:347–54.

-
30. Yam JC, Jiang Y, Tang SM, Law AKP, Chan JJ, Wong E, u. a. (2019) Low-Concentration Atropine for Myopia Progression (LAMP) Study: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial of 0.05%, 0.025%, and 0.01% Atropine Eye Drops in Myopia Control. *Ophthalmology*;126:113–24.
31. Yam JC, Li FF, Zhang X, Tang SM, Yip BHK, Kam KW, u. a. (2020) Two-Year Clinical Trial of the Low-Concentration Atropine for Myopia Progression (LAMP) Study: Phase 2 Report. *Ophthalmology*;127:910–9.
32. Wei S, Li SM, An W, Du J, Liang X, Sun Y, u. a. (2020) Safety and Efficacy of Low-Dose Atropine Eyedrops for the Treatment of Myopia Progression in Chinese Children: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol.*;138:1178–84.
33. Polling JR, Tan E, Driessen S, Loudon SE, Wong HL, van der Schans A, u. a. (2020) A 3-year follow-up study of atropine treatment for progressive myopia in Europeans. *Eye Lond Engl.*;34:2020–8.
34. Wang YR, Bian HL, Wang Q. (2017) Atropine 0.5% eyedrops for the treatment of children with low myopia: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore).*;96:e7371.
35. Joachimsen L, Farassat N, Bleul T, Böhringer D, Lagrèze WD, Reich M. (2021) Side effects of topical atropine 0.05% compared to 0.01% for myopia control in German school children: a pilot study. *Int Ophthalmol.*;41:2001-2008.
36. Austermann H, Schaeffel F, Mathis U, Hund V, Mußhoff F, Ziemssen F, u. a. (2021) Corneal Penetration of Low-Dose Atropine Eye Drops. *J Clin Med.*;10:588.
37. Fu A, Stapleton F, Wei L, Wang W, Zhao B, Watt K, u. a. (2020) Effect of low-dose atropine on myopia progression, pupil diameter and accommodative amplitude: low-dose atropine and myopia progression. *Br J Ophthalmol.*;104:1535–41.
38. Joachimsen L, Böhringer D, Gross NJ, Reich M, Stifter J, Reinhard T, u. a. (2019) A Pilot Study on the Efficacy and Safety of 0.01% Atropine in German Schoolchildren with Progressive Myopia. *Ophthalmol Ther.*;8:427-433.
39. Hieda O, Hiraoka T, Fujikado T, Ishiko S, Hasebe S, Torii H, u. a. (2021) Efficacy and safety of 0.01% atropine for prevention of childhood myopia in a 2-year randomized placebo-controlled study. *Jpn J Ophthalmol.*;65:315–25.
40. Ha A, Kim SJ, Shim SR, Kim YK, Jung JH. (2022) Efficacy and Safety of 8 Atropine Concentrations for Myopia Control in Children: A Network Meta-Analysis. *Ophthalmology.*;129:322–33.
41. Chen C, Yao J. (2022) Efficacy and Adverse Effects of Atropine for Myopia Control in Children: A Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *J Ophthalmol.*; 4274572.

-
42. Yu Z, Zhong A, Zhao X, Li D, Duan J. (2022) Efficacy and Safety of Different Add Power Soft Contact Lenses on Myopia Progression in Children: A systematic review and meta-analysis. *Ophthalmic Res.*; doi: 10.1159/000523675
43. Chamberlain P, Peixoto-de-Matos SC, Logan NS, Ngo C, Jones D, Young G. A (2019) 3-year Randomized Clinical Trial of MiSight Lenses for Myopia Control. *Optom Vis Sci*;96:556–67.
44. Queirós A, Amorim-de-Sousa A, Lopes-Ferreira D, Villa-Collar C, Gutiérrez ÁR, González-Méijome JM. (2018) Relative peripheral refraction across 4 meridians after orthokeratology and LASIK surgery. *Eye Vis*;5:12.
45. Cho P, Cheung SW. (2012) Retardation of myopia in Orthokeratology (ROMIO) study: a 2-year randomized clinical trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci.*;53:7077–85.
46. Sankaridurg P, Bakaraju RC, Naduvilath T, Chen X, Weng R, Tilia D, u. a. (2019) Myopia control with novel central and peripheral plus contact lenses and extended depth of focus contact lenses: 2 year results from a randomised clinical trial. *Ophthalmic Physiol Opt J* ;39:294–307.
47. Huang Y, Li X, Ding C, Chen Y, Mao X, Chen H, u. a. (2022) Comparison of peripheral refraction and higher-order aberrations between orthokeratology and multifocal soft contact lens designed with highly addition. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.*;260:1755-1762;
48. Sun L, Li ZX, Chen Y, He ZQ, Song HX. (2022) The effect of orthokeratology treatment zone decentration on myopia progression. *BMC Ophthalmol.*;22:76.
49. Lam CS, Tang WC, Lee PH, Zhang HY, Qi H, Hasegawa K, u. a. (2021) Myopia control effect of defocus incorporated multiple segments (DIMS) spectacle lens in Chinese children: results of a 3-year follow-up study. *Br J Ophthalmol.*;bjophthalmol-2020-317664.
50. Bao J, Huang Y, Li X, Yang A, Zhou F, Wu J, u. a. (2022) Spectacle Lenses With Aspherical Lenslets for Myopia Control vs Single-Vision Spectacle Lenses: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol.*; 140:472-478.
51. Lam CSY, Tang WC, Qi H, Radhakrishnan H, Hasegawa K, To CH, u. a. (2020) Effect of Defocus Incorporated Multiple Segments Spectacle Lens Wear on Visual Function in Myopic Chinese Children. *Transl Vis Sci Technol.*;9:11.
52. Kaymak H, Graff B, Neller K, Langenbacher A, Seitz B, Schwahn H. (2021) Myopietherapie und Prophylaxe mit „Defocus Incorporated Multiple Segments“-Brillengläsern. *Ophthalmologe*;118:1280–6.
53. Gao C, Wan S, Zhang Y, Han J. (2021) The Efficacy of Atropine Combined With Orthokeratology in Slowing Axial Elongation of Myopia Children: A Meta-Analysis. *Eye Contact Lens.*;47:98–103.

Stellungnahme von DOG, BVA und Bielschowsky Gesellschaft für Schielforschung und Neuroophthalmologie

Empfehlungen bei progredienter Myopie im Kindes- und Jugendalter

Juni 2022

Redaktionskomitee:

Prof. Dr. Wolf Lagrèze, Freiburg (federführend)

Prof. Dr. Bernd Bertram, Aachen

Prof. Dr. Oliver Ehrt, München

Prof. Dr. Dieter Friedburg, Krefeld

Dr. Barbara Reck, Stuttgart

Prof. Dr. Frank Schaeffel, Tübingen

Prof. Dr. Michael Schittkowski, Göttingen

Prof. Dr. Focke Ziemssen, Leipzig

Angaben zu den Interessenkonflikten folgt