

Fachartikel

Dr. Samuel Heinz Dremmel

PhD MSc Optometrist, Mitglied Optometriekommission (OKo) OPTIKSCHWEIZ

Myopiekontrolle

Die klinische Forschung macht im Bereich Wissen über Methoden zur Verlangsamung der Myopie-Progression grosse Fortschritte. Bestimmten Kontaktlinsen werden dabei grosse Chancen eingeräumt. Geknüpft an diese Tatsache beliefern uns seit geraumer Zeit auch in der Schweiz einige Produzenten mit Linsen für die Myopiekontrolle. Das Thema ist hoch sensibel. Vereinzelt werden wir heute schon von einigen besorgten, meist kurzsichtigen Eltern dazu befragt. Nachfolgende Zusammenfassung gibt uns durch Inhalte aus aktuellsten Forschungsarbeiten die Möglichkeit, dazu Stellung zu nehmen.

Clinical research is making great progress in the area of knowledge about methods to slow myopia progression. Special contact lens wear are given great opportunities. In Switzerland, some producers with promising lenses provide us already. The topic is highly sensitive. Occasionally we will be interviewed today by some concerned, usually short-sighted parents. The following summary gives us the opportunity to comment on this through the latest research.

Die Anzahl kurzsichtiger (myoper) Menschen steigt weltweit. Besonders auffallend ist dies bei Kindern in städtischen Regionen und in der ostasiatischen Bevölkerung. Die Weltgesundheitsorganisation WHO sieht in der Myopie ein globales Problem der öffentlichen Gesundheit und stuft sie als eines der 5 wichtigsten Augenzustände ein, welche es zielbewusst und prioritär zu bekämpfen gilt. (Huang et al., 2016).

Oft wird die Myopie in der Kindheit als komplexe genetisch-umweltbedingte Fehlsichtigkeit betrachtet, die mit steigender Prävalenz im Erwachsenenalter das Risiko von pathologischen Folgeschäden – im schlimmsten Fall bis hin zur Blindheit – erhöhen kann (Marcus et al., 2011, Flitcroft, 2012). Da heute sehr viel mehr Kinder unter der Myopie leiden als noch vor 50 Jahren, liegt die Annahme nahe, dass der umweltbedingte Faktor – besonders die Verhältnisse, in denen ein Mensch lebt – eine grössere Rolle spielt als bisher angenommen.

Erkenntnisse aus Tierversuchen können dazu beitragen, die Begründung der angewandten Methodik zur Bekämpfung der Myopie Progression in menschlichen Augen zu erklären (Abb. 1a + 1b (Schaeffel et al., 1988). Die Korrektorentwicklung des Auges wird von einem optisch in Gang gesetzten Ablauf, gesteuert (Phillips et al., 2013). Die Entwicklung zur Normalsichtigkeit (Emmetropisierung) ist ein aktiver Prozess, der visuelles Feedback verwendet, um das Augenwachstum in einer Weise zu regulieren, die normalerweise die bei den Neugeborenen üblichen Brechungsfehler beseitigt (Wildsoet, 1997, Norton, 1999). Ergebnisse an Affenmodellen haben

gezeigt, dass die zentrale Ausschaltung der Netzhaut (Fovealregion) bei Tieren weder die Emmetropisierung beeinflusst noch die Myopisierung aufhält (Smith et al., 2005, 2007). Diese und andere Tierstudien (Smith et al., 2005) deuten darauf hin, dass der Brechungszustand der peripheren Retina eine wichtigere Rolle spielt als der in der Fovealregion.



Abbildung 1a + 1b: Schematische Darstellung des Effektes der Linsen-induzierten Defokussierung im Augenwachstum. Wenn eine Minuslinse vor dem Auge (1a) platziert wird, wird ein hyperopischer Netzhautdefokus (H) mit Fokusebene hinter der Netzhaut hergestellt, was zu einer axialen Augenverlängerung und Myopieentwicklung führt. Umgekehrt, wird eine Plus-Linse vor dem Auge (1b) platziert, produziert dies eine myopische Netzhaut-Defokussierung (M) mit der Fokusebene vor der Netzhaut. Dies führt zu einer Verlangsamung des axialen Augenwachstums und einer Hyperopieentwicklung (Schaeffel et al., 1988, Phillips et al., 2013) Abb. modifiziert durch S.H. Dremmel).

Myopische Augen neigen dazu, einen eher gestreckteren Bulbus zu haben als emmetrope (normalsichtige) oder hyperope (übersichtige) Augen (Atchison et al., 2004, Mutti et al., 2000, Taberner and Schaeffel, 2009). Dadurch tendiert die Korrektur des fovealen Brechungsfehlers dazu, signifikante Mengen an hyperopischer Netzhaut-Defokussierung (Fokus hinter der Netzhaut) in der peripheren Retina zu verursachen (Lin et al., 2010). Dies kann als Stimulus für die Erhöhung der axialen Dehnung im bereits myopischen Auge wirken (Mutti et al., 2000, Calver et al., 2007). Aufgrund dieser Konstellation wurde vorgeschlagen, dass die Korrektur dieser peripheren hyperopischen Netzhaut-Defokussierung (Abb. 2) eine Grundlage für optische Behandlungen darstellen könnte, um die Myopie-Progression bei Kindern zu verlangsamen (Seidemann et al., 2002, Smith, 2011).

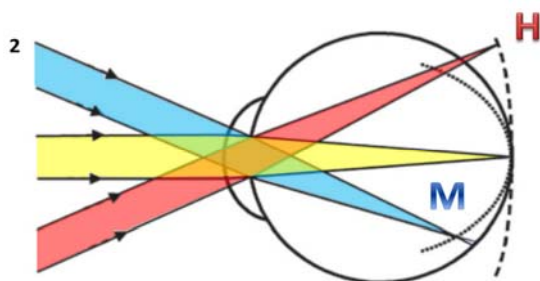


Abbildung 2: Hyperopischer Netzhautdefokus (H) in der Peripherie kann die Myopieentwicklung sogar in Gegenwart eines fokussierten Fovealbildes stimulieren. Ebenso kann die Anwendung der peripheren myopischen Netzhaut-Defokussierung (M) entweder mit Brillengläsern oder Kontaktlinsen diesem Stimulus für das Augenwachstum entgegenwirken und die Myopie-Progression stoppen (Seidemann et al., 2002, Smith, 2011, Phillips et al., 2013) Abb. 2 modifiziert durch S.H. Dremmel).

Es ist nur natürlich, dass die Verlangsamung der Myopie-Progression für Eltern mit kurzsichtigen Kindern ein grosses Anliegen ist. In den letzten Jahren zeigte sich im Bereich der klinischen Myopie-Forschung eine rege Tätigkeit mit schnellen Fortschritten in den Bereichen (1) Verlangsamung der Myopie-Progression und (2) Prävention der Myopie-Entstehung (Walline, 2016). Im Zentrum stehen dabei eine ausreichende Aufenthaltszeit im Freien, das Applizieren von Atropin sowie die Anwendung von orthokeratologischen oder von weichen Bifokal-Kontaktlinen (Huang et al., 2016, Walline, 2016, Mathys and Eisenbarth, 2016). Nachstehende Übersicht gibt Auskunft über die jüngsten Studien im Bereich Myopiekontrolle und Myopieprävention.

1. **Verlangsamung der Myopie-Progression:** Untersucht wurden bisher (1a) die Myopieunterkorrektur mittels Einstärkenbrillengläser, (1b) das Tragen formstabiler Kontaktlinsen, (1c) Bifokal- oder Multifokalbrillen, (1d) orthokeratologische Kontaktlinsen, (1e) weiche Bifokallinsen und die (1f) Verabreichung von Antimuskarinika.
 - a. *Myopieunterkorrektur mittels Einstärkenbrillengläser:* Durch die Unterkorrektur wollte man den akkommodativen Aufwand reduzieren, da traditionellerweise ein Zusammenhang mit der Myopie und deren Progression vermutet wurde. Studienerkenntnisse zeigen (Adler and Millodot, 2006, Chung et al., 2002), dass eine Unterkorrektur der Myopie um 0,50 bis 0,75 Dpt das Fortschreiten der Kurzsichtigkeit nicht verlangsamt.
 - b. *Formstabile Kontaktlinsen:* Hervorzuheben sind besonders zwei Studien (Walline et al., 2004, Katz et al., 2003): Beide zeigten trotz unterschiedliche Ergebnisse keine Verlangsamung der Myopie-Progression. Walline verglich in seiner Studie während 2 Jahren eine Kindergruppe mit gasdurchlässigen formstabilen mit einer gleichaltrigen Gruppe, die weiche Single-Linsen trug.
 - c. *Bifokal- oder Multifokalbrillen:* Ähnlich wie bei der Unterkorrektur mit Einstärkenbrillengläser wurde angenommen, dass multifokale Brillen den Akkommodationsaufwand und dadurch die Progression der Kurzsichtigkeit verlangsamen. Die grösste randomisierte klinische Studie (Gwiazda et al., 2003) berichtet, dass Kinder, die multifokale Brillen tragen, einen um 0,21 Dpt geringeren Myopie-Progress als Kinder mit Einzelstärkenbrillen hatten. Ein Unterschied von weniger als 0,25 Dpt über 3 Jahre ist klinisch nicht signifikant.
 - d. *Orthokeratologische Kontaktlinsen (Ortho-K Linsen):* Untersuchungen von Ortho-K Linsen haben festgestellt, dass sie das Wachstum des Auges um durchschnittlich 43% verlangsamen (Cho et al., 2005, Walline et al., 2009, Kakita et al., 2011, Hiraoka et al., 2012, Cho and Cheung, 2012, Charm and Cho, 2013). Eine besondere Rolle dürften in der Zukunft *multifokale* Ortho-K Linsen spielen. Ein Kurzzeitvergleich der peripheren Refraktion zwischen Ortho-K und multifokalen Ortho-K Linsen erbrachte, dass die mit multifokalen Ortho-K versorgten Augen bereits nach 26 ± 18 Tagen eine signifikante Verringerung der Glaskörper-Tiefe im Vergleich zur inneren axialen Länge zeigten (Loertscher, 2013). Kenntnisse aus diesen Studien erbrachten für Kinder, die bereits stark kurzsichtig waren, zum ersten Mal den Beweis, dass das Tragen von orthokeratologischen Kontaktlinsen das Wachstum des Auges verlangsamt.
 - e. *Weiche Bifokallinsen:* Bisher wurden simultan-bifokale Kontaktlinsen mit Fernteil in der Mitte erforscht. Im Durchschnitt verlangsamen diese Kontaktlinsen eine Myopie-Progression um 46% (Anstice and Phillips, 2011, Sankaridurg et al., 2011, Walline et al., 2013, Lam et al., 2014), was der 43% Verlangsamung von orthokeratologischen Kontaktlinsen entspricht.

- f. *Antimuskarinika*: Obwohl der therapeutische Mechanismus des Antimuskarin-Wirkstoff noch nicht klar ist, weiss man, dass das Resultat des Myopie-Kontrolleffektes kein Ergebnis von reduzierter Akkommodation ist (Troilo et al., 1987, McBrien et al., 2013). Atropin ist ein unspezifischer Muscarin-Rezeptor-Antagonist, der Zykloplegie und Mydriasis verursacht, und Pirenzepin ist ein M1-spezifischer Muscarin-Rezeptor-Antagonist. M1-Rezeptoren sind stark in der Netzhaut konzentriert und finden sich selten auf dem Ziliarkörper oder der Iris, so dass sie weit weniger cycloplegische und mydriatische Symptome verursachen. Sowohl Pirenzepin (Tan et al., 2005, Siatkowski et al., 2008) als auch Atropin (Lee et al., 2006, Chua et al., 2006, Wu et al., 2006, Chia et al., 2012) haben gezeigt, dass sie die Myopie-Progression verlangsamen. Studien in den USA und Singapur zeigten, dass Pirenzepin die Myopie-Progression um 51% (Siatkowski et al., 2008) beziehungsweise um 77% (Tan et al., 2005) verlangsamt. Als die grösste Nebenwirkung verursachen die Salbenpräparationen von Pirenzepin eine asymptomatische papilläre Konjunktivitis. Mit der Photophobie oder Unschärfe beim Lesen hatten nur wenige Testpersonen Schwierigkeiten. Der effektivste Myopiekontroll-Wirkstoff ist 1,0% Atropin, Photophobie und Unschärfe beim Nahsehen sorgen jedoch dafür, dass diese Methode eher selten verschrieben resp. durchgeführt wird.

2. **Prävention der Myopie-Entstehung:** Untersucht wurden bisher (2a) die Aufenthaltszeit im Freien sowie die (2b) eine niedrige Konzentration von Atropin.

- a. *Aufenthaltszeit im Freien*: Bei Kindern, die mehr Zeit im Freien verbringen, zeigt sich eine geringere Wahrscheinlichkeit eine Myopie zu entwickeln – unabhängig davon, ob die Eltern kurzsichtig oder nicht kurzsichtig sind (Jones et al., 2007, Rose et al., 2008, Dirani et al., 2009, Guggenheim et al., 2012, Guo et al., 2013, Lin et al., 2014). Allerdings zeigten die bisherigen Studienergebnisse keinen signifikanten Unterschied in der Myopie-Progression (Wu et al., 2013).
- b. *Verabreichung niedriger Atropin-Konzentration*: Es wurden Kinder im Alter zwischen 6 und 12 Jahren mit Korrekturen zwischen +1,00 und -1,00 Dpt sphärischem Äquivalent, aufgeteilt in zwei Gruppen (Einnahme von 0,025% Atropin und keine Einnahme von Atropin), über mindestens 12 Monate verfolgt. Von der Gruppe, die Atropin erhielt, wurden nur 21% kurzsichtig, von der Gruppe, die kein Atropin erhielt, waren es 54% (Fang et al., 2010).

3. **Bleibende Fragen:** In jüngster Vergangenheit wurden viele Fragen über die Thematik, wie man das Fortschreiten des myopischen Brechungsfehlers bei Kindern verlangsamen kann, beantwortet. Allerdings bleiben noch viele wichtige Fragen offen. Eine davon ist, was nach dem Abbruch der Behandlung passiert. Bisher scheint es so, als dass keine Methode von Dauer ist – die Progression setzt sich fort oder beschleunigt sich sogar, wenn man die Behandlung stoppt (Tong et al., 2009). Interessant dazu ist eine kontralaterale Studie im Bereich weicher Bifokallinsen. Über 10 Monate wurden eine Bifokal-Kontaktlinse in einem Auge und eine Einstärken-Kontaktlinse im anderen Auge getragen. Nachdem dann die Bifokal-Kontaktlinse gegen eine zweite Einstärken-Kontaktlinse getauscht wurde, erhöhte sich die Progressionsrate zu derselben des Gegenauges, welches immer nur eine Einstärken-Kontaktlinse trug (Walline, 2016).

4. **Myopie aus der Sicht des Kontaktlinsenspezialisten:** Forschungsergebnisse zeigen, dass mit weichen Mehrstärken-Kontaktlinsen und Ortho-K-Linsen gute Möglichkeiten zur Myopie-Prävention zur Verfügung stehen. Dies obwohl die Bedeutung der peripheren Refraktion in Verbindung mit der Myopiekontrolle noch nicht gänzlich geklärt ist. Als besten Zeitpunkt sollte das Grundschulalter gewählt werden, wenn die Myopie beginnt (Lagrèze, 2017). Potenziell Kurzsichtige können so prognostiziert werden, bevor sie überhaupt kurzsichtig werden (Blaser and Dash, 2017).

Die Brisanz der Myopiekontrolle wird mit steigender Prävalenz kurzsichtiger Menschen zum weltweiten Problem. Zunächst richtete sich der Fokus in den fernen Osten auf China. Warum? Professor Ida Mann, Ophthalmologie Hall of Fame 2007 (Beuerman, 2010), stellte etwas exemplarisch fest, dass die Jäger und Sammler Europas wie die Aborigines von Australien nicht kurzsichtig waren. Denn hätten sie nicht in die Weite gesehen, dann hätten sie auch nicht überlebt. Im Gegensatz dazu überlebten chinesische Gelehrte, Handwerker und Künstler durch die Arbeit in der Nähe.

Dass mit fortschreitender Digitalisierung auch die Myopie-Prävalenz im Westen zunehmen wird, hat die Forschung erkannt. Dies zeigt ein aktueller Suchlauf auf PubMed (März 2017). Er enthüllt auf die Suchanfrage «Myopia Control» über 2'700 Studien.

SHD/27.05.2017

- ADLER, D. & MILLODOT, M. 2006. The possible effect of undercorrection on myopic progression in children. *Clin Exp Optom*, 89, 315-21.
- ANSTICE, N. S. & PHILLIPS, J. R. 2011. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *Ophthalmology*, 118, 1152-61.
- ATCHISON, D. A., JONES, C. E., SCHMID, K. L., PRITCHARD, N., POPE, J. M., STRUGNELL, W. E. & RILEY, R. A. 2004. Eye shape in emmetropia and myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 45, 3380-6.
- BEUERMAN, R. 2010. MYOPIA - Animal Models to Clinical Trials. *World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore Eye Research Institute*.
- BLASER, P. & DASH, N. 2017. Myopieprävention in der Praxis. *Concept Ophthalmologie*, 02-2017, 26-29.
- CALVER, R., RADHAKRISHNAN, H., OSUOBENI, E. & O'LEARY, D. 2007. Peripheral refraction for distance and near vision in emmetropes and myopes. *Ophthalmic Physiol Opt*, 27, 584-93.
- CHARM, J. & CHO, P. 2013. High myopia-partial reduction ortho-k: a 2-year randomized study. *Optom Vis Sci*, 90, 530-9.
- CHIA, A., CHUA, W. H., CHEUNG, Y. B., WONG, W. L., LINGHAM, A., FONG, A. & TAN, D. 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.
- CHO, P. & CHEUNG, S. W. 2012. Retardation of myopia in Orthokeratology (ROMIO) study: a 2-year randomized clinical trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 53, 7077-85.
- CHO, P., CHEUNG, S. W. & EDWARDS, M. 2005. The longitudinal orthokeratology research in children (LORIC) in Hong Kong: a pilot study on refractive changes and myopic control. *Curr Eye Res*, 30, 71-80.
- CHUA, W. H., BALAKRISHNAN, V., CHAN, Y. H., TONG, L., LING, Y., QUAH, B. L. & TAN, D. 2006. Atropine for the treatment of childhood myopia. *Ophthalmology*, 113, 2285-91.
- CHUNG, K., MOHIDIN, N. & O'LEARY, D. J. 2002. Undercorrection of myopia enhances rather than inhibits myopia progression. *Vision Res*, 42, 2555-9.
- DIRANI, M., TONG, L., GAZZARD, G., ZHANG, X., CHIA, A., YOUNG, T. L., ROSE, K. A., MITCHELL, P. & SAW, S. M. 2009. Outdoor activity and myopia in Singapore teenage children. *Br J Ophthalmol*, 93, 997-1000.
- FANG, P. C., CHUNG, M. Y., YU, H. J. & WU, P. C. 2010. Prevention of myopia onset with 0.025% atropine in premyopic children. *J Ocul Pharmacol Ther*, 26, 341-5.
- FLITCROFT, D. I. 2012. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog Retin Eye Res*, 31, 622-60.
- GUGGENHEIM, J. A., NORTHSTONE, K., MCMAHON, G., NESS, A. R., DEERE, K., MATTOCKS, C., POURCAIN, B. S. & WILLIAMS, C. 2012. Time outdoors and physical activity as predictors of incident myopia in childhood: a prospective cohort study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 53, 2856-65.
- GUO, Y., LIU, L. J., XU, L., LV, Y. Y., TANG, P., FENG, Y., MENG, M. & JONAS, J. B. 2013. Outdoor activity and myopia among primary students in rural and urban regions of Beijing. *Ophthalmology*, 120, 277-83.
- GWIAZDA, J., HYMAN, L., HUSSEIN, M., EVERETT, D., NORTON, T. T., KURTZ, D., LESKE, M. C., MANNY, R., MARSH-TOOTLE, W. & SCHEIMAN, M. 2003. A randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 44, 1492-500.
- HIRAOKA, T., KAKITA, T., OKAMOTO, F., TAKAHASHI, H. & OSHIKA, T. 2012. Long-term effect of overnight orthokeratology on axial length elongation in childhood myopia: a 5-year follow-up study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 53, 3913-9.
- HUANG, J., WEN, D., WANG, Q., MCALINDEN, C., FLITCROFT, I., CHEN, H., SAW, S. M., CHEN, H., BAO, F., ZHAO, Y., HU, L., LI, X., GAO, R., LU, W., DU, Y., JINAG, Z., YU, A., LIAN, H., JIANG, Q., YU, Y. & QU, J. 2016. Efficacy Comparison of 16 Interventions for Myopia Control in Children: A Network Meta-analysis. *Ophthalmology*, 123, 697-708.
- JONES, L. A., SINNOTT, L. T., MUTTI, D. O., MITCHELL, G. L., MOESCHBERGER, M. L. & ZADNIK, K. 2007. Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 48, 3524-32.
- KAKITA, T., HIRAOKA, T. & OSHIKA, T. 2011. Influence of overnight orthokeratology on axial elongation in childhood myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 52, 2170-4.
- KATZ, J., SCHEIN, O. D., LEVY, B., CRUISCULLO, T., SAW, S. M., RAJAN, U., CHAN, T. K., YEW KHOO, C. & CHEW, S. J. 2003. A randomized trial of rigid gas permeable contact lenses to reduce progression of children's myopia. *Am J Ophthalmol*, 136, 82-90.
- LAGRÈZE, W. 2017. Pressemitteilung anlässlich der DOG 2016. *Concept Ophthalmologie in "Myopieprävention in der Praxis"* 26-29.
- LAM, C. S., TANG, W. C., TSE, D. Y., TANG, Y. Y. & TO, C. H. 2014. Defocus Incorporated Soft Contact (DISC) lens slows myopia progression in Hong Kong Chinese schoolchildren: a 2-year randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol*, 98, 40-5.
- LEE, J. J., FANG, P. C., YANG, I. H., CHEN, C. H., LIN, P. W., LIN, S. A., KUO, H. K. & WU, P. C. 2006. Prevention of myopia progression with 0.05% atropine solution. *J Ocul Pharmacol Ther*, 22, 41-6.
- LIN, Z., MARTINEZ, A., CHEN, X., LI, L., SANKARIDURG, P., HOLDEN, B. A. & GE, J. 2010. Peripheral defocus with single-vision spectacle lenses in myopic children. *Optom Vis Sci*, 87, 4-9.
- LIN, Z., VASUDEVAN, B., JHANJJI, V., MAO, G. Y., GAO, T. Y., WANG, F. H., RONG, S. S., CIUFFREDA, K. J. & LIANG, Y. B. 2014. Near work, outdoor activity, and their association with refractive error. *Optom Vis Sci*, 91, 376-82.
- LOERTSCHER, M. 2013. Multifocal orthokeratology associated with rapid shortening of vitreous chamber depth in eyes of myopic children. *Contact Lens & Anterior Eye*, 36, e1-e15.
- MARCUS, M. W., DE VRIES, M. M., MONTOLIO, F. G. & JANSONIUS, N. M. 2011. Myopia as a Risk Factor for Open-Angle Glaucoma: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ophthalmology*, 118, 1989-1994.
- MATHYS, L. & EISENBARTH, W. 2016. Effektive Kontrolle der Myopieprogression: Erstellung einer Metaanalyse und deren Ableitung auf Handlungsmöglichkeiten für Optometristen https://www.google.ch/?gfe_rd=cr&ei=_MfUWMiaBaHC8gfjo7DQBw#q=Effektive+Kontrolle+der+Myopieprogression:+Erstellung+einer+Metaanalyse+und+deren+Ableitung+auf+Handlungsm%C3%B6glichkeiten+f%C3%BCr+Optometristen&*, 1-50.
- MCBRIEN, N. A., STELL, W. K. & CARR, B. 2013. How does atropine exert its anti-myopia effects? *Ophthalmic Physiol Opt*, 33, 373-8.

- MUTTI, D. O., SHOLTZ, R. I., FRIEDMAN, N. E. & ZADNIK, K. 2000. Peripheral refraction and ocular shape in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 41, 1022-30.
- NORTON, T. T. 1999. Animal Models of Myopia: Learning How Vision Controls the Size of the Eye. *ILAR J*, 40, 59-77.
- PHILLIPS, J. M., LOERTSCHER, M. & ASTICE, N. 2013. Myopia progression: can we control it? *Optometry in Practice*, EV-10776 C-30376, 33 – 44.
- ROSE, K. A., MORGAN, I. G., IP, J., KIFLEY, A., HUYNH, S., SMITH, W. & MITCHELL, P. 2008. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology*, 115, 1279-85.
- SANKARIDURG, P., HOLDEN, B., SMITH, E., 3RD, NADUVILATH, T., CHEN, X., DE LA JARA, P. L., MARTINEZ, A., KWAN, J., HO, A., FRICK, K. & GE, J. 2011. Decrease in rate of myopia progression with a contact lens designed to reduce relative peripheral hyperopia: one-year results. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 52, 9362-7.
- SCHAEFFEL, F., GLASSER, A. & HOWLAND, H. C. 1988. Accommodation, refractive error and eye growth in chickens. *Vision Res*, 28, 639-57.
- SEIDEMANN, A., SCHAEFFEL, F., GUIRAO, A., LOPEZ-GIL, N. & ARTAL, P. 2002. Peripheral refractive errors in myopic, emmetropic, and hyperopic young subjects. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis*, 19, 2363-73.
- SIATKOWSKI, R. M., COTTER, S. A., CROCKETT, R. S., MILLER, J. M., NOVACK, G. D. & ZADNIK, K. 2008. Two-year multicenter, randomized, double-masked, placebo-controlled, parallel safety and efficacy study of 2% pirenzepine ophthalmic gel in children with myopia. *J AAPOS*, 12, 332-9.
- SMITH, E. L., 3RD 2011. Prentice Award Lecture 2010: A case for peripheral optical treatment strategies for myopia. *Optom Vis Sci*, 88, 1029-44.
- TABERNERO, J. & SCHAEFFEL, F. 2009. More irregular eye shape in low myopia than in emmetropia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 50, 4516-22.
- TAN, D. T., LAM, D. S., CHUA, W. H., SHU-PING, D. F. & CROCKETT, R. S. 2005. One-year multicenter, double-masked, placebo-controlled, parallel safety and efficacy study of 2% pirenzepine ophthalmic gel in children with myopia. *Ophthalmology*, 112, 84-91.
- TONG, L., HUANG, X. L., KOH, A. L., ZHANG, X., TAN, D. T. & CHUA, W. H. 2009. Atropine for the treatment of childhood myopia: effect on myopia progression after cessation of atropine. *Ophthalmology*, 116, 572-9.
- TROILO, D., GOTTLIEB, M. D. & WALLMAN, J. 1987. Visual deprivation causes myopia in chicks with optic nerve section. *Curr Eye Res*, 6, 993-9.
- WALLINE, J. J. 2016. Myopia Control: A Review. *Eye Contact Lens*, 42, 3-8.
- WALLINE, J. J., GREINER, K. L., MCVIEY, M. E. & JONES-JORDAN, L. A. 2013. Multifocal contact lens myopia control. *Optom Vis Sci*, 90, 1207-14.
- WALLINE, J. J., JONES, L. A., MUTTI, D. O. & ZADNIK, K. 2004. A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression. *Arch Ophthalmol*, 122, 1760-6.
- WALLINE, J. J., JONES, L. A. & SINNOTT, L. T. 2009. Corneal reshaping and myopia progression. *Br J Ophthalmol*, 93, 1181-5.
- WILDSOET, C. F. 1997. Active emmetropization--evidence for its existence and ramifications for clinical practice. *Ophthalmic Physiol Opt*, 17, 279-90.
- WU, C. J., HUANG, Q. W., QI, H. Y., GUO, P. & HOU, S. X. 2006. Promoting effect of borneol on the permeability of puerarin eye drops and timolol maleate eye drops through the cornea in vitro. *Pharmazie*, 61, 783-8.
- WU, P. C., TSAI, C. L., WU, H. L., YANG, Y. H. & KUO, H. K. 2013. Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in school children. *Ophthalmology*, 120, 1080-5.