

近視：環境的要因の証拠

Myopia: The Evidence for Environmental Factors

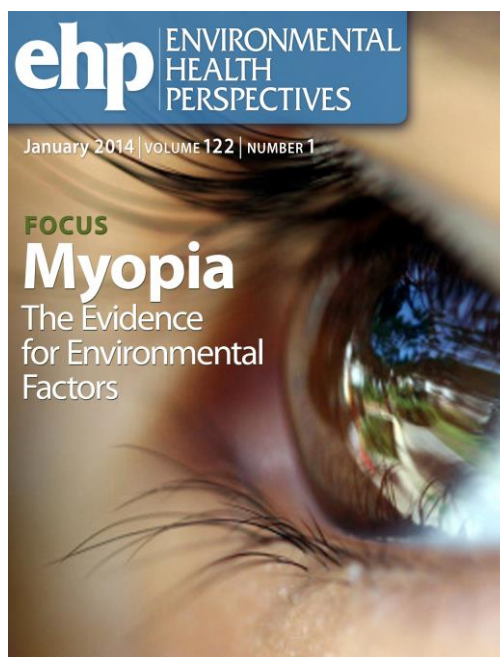
著者：Tim Lougheed

(翻訳：杉野実+上田昌文)

『環境健康展望』2014 年 1 月 第 122 巻第 1 号

Environmental Health Perspective

DOI:10.1289/ehp.122-A12



ティム・ロウフィードは 1991 年以来、カナダのオタワでフリーランスライターをしている。カナダ科学作家連盟の元会長である彼は、科学・技術・医療・教育にわたる幅広い話題をとりあつかっている。

何世紀も前ならば、修道院の熱心な筆記者や部屋にこもった裁縫労働者は、彼らの眼が悪くなったことを、特定の種類の、眼の焦点を接近させる「近業」のせいにしたかもしれない。20 世紀末までにはその責任は、長時間の勉強やテレビ視聴、さらに最近になると、ゲーム機から携帯電話におよぶ、あらゆる高解像度モニターの前にすわることをふくむ「近遊」にまで、帰せられるようになった。

しかし、そのような「近接」行動を近視にむすびつけようとする、継続した努力にもかかわらず、研究者らはまだ確信しうる結果を得るにはいたっていない。一方東アジアの人口のある層に関しては、室外光の被曝量の減少と近視の蔓延との間には比例とっていいほどの関係があることを強く示す、疫学的な研究が急速に増加している[文献 1,2,3]。

「近視を水際で止めよう」と極彩色のスクリーンセーバーや壁紙を使って、シンガポール健康増進会議はやかましいほどに訴えている。子供たちを外に出させようとする、このパソコンのディスプレイ上に点滅する皮肉なメッセージは、当地で慢性の近視が増加していることを図表で示してきた研究者らにとっては、効果を失ってはいないようだ。

青少年の間での近視が急増していると、軍が強調したことを受けて、シンガポールの保健当局は啓発キャンペーンを開始した。兵役はシンガポールでは義務であり、新徴募兵に対して実施される視力検査が、効果的な全数調査となる。そのような検査の結果、近視率は 1990 年代末までには、80 パーセントに迫っていたという[文献 4]。同様の知見が台湾とか[文献 5]、さらに最近では韓国など[文献 6]、他のアジア諸国においても得られている。

東アジアの多数の地域は急速な経済発展をとげており、その成長を持続するために、勤勉で高品質な労働力をつくりだすべく、過去 20 年にわたり大量の勉強を強いる教育が実施されてきた。子供たちは日中のほとんどを教室で過ごすだけでなく、宿題をしたり遊んだりするために、画面から画面へと動きながら、家にこもり続けるようになっている[文献 7,8,9]。

「世界についての子供の経験が、いかにゆがんでいるかを理解するのに、しばらくかかりました。」と、近視研究のため年に 5 カ月ほど広州に滞在する、オーストラリアのガン研究者イアン・モーガン氏はいう。「広州では気候は 1 年を通じて高温多湿であり、人々はなんでも外でします。でも学校に行く年齢の子供たちは家で宿題をしているから、外にはいないのです。」

こういう生活様式は、若い眼に税金をかけるようなものだ。広州、シンガポール、台湾における学童たちを対象にした調査から、これらの地域が、子供がより早く近視になり、また近視のひどい子供がより多い、ホットスポットであることが示されている[文献 4,5,10,11]。この増加の正確な原因はまだ議論され調査されているものの、戸外で過ごす時間が眼の健康な発育に重要な要因であるという証拠が、急速に増えつつある。

近視は世界中で増えているが、その程度は地域差がある。たとえば米国や、とりわけオーストラリアにおける調査は、一般人口における近視の発症率が、東アジアや東南アジアでの比較可能な集団に比べて、一貫して低いことを示している[文献 12,13]。

地域差は主として若い集団において顕著だ。成人の人口で比べると、国別の発症率の差は小さい（ただし将来の調査においては、成人においても、現在の青少年と同様の違いの大きさがみられるとみこまれている。）。1999-2004 年に何度か行われた全国健康栄養試験調査(NHANES)から得られたデータによると、米国の全人口における近視の発症率は 33.1 パーセントであり、メキシコ系米国人のそれはより低い 25.1 パーセントと推定される[文献 13]。比較のためにいうと、シンガポールの中国系、マレー系、インド系における近視発症率は、ある研究によればそれぞれ 38.7、26.2、28.0 パーセントである[文献 12]。

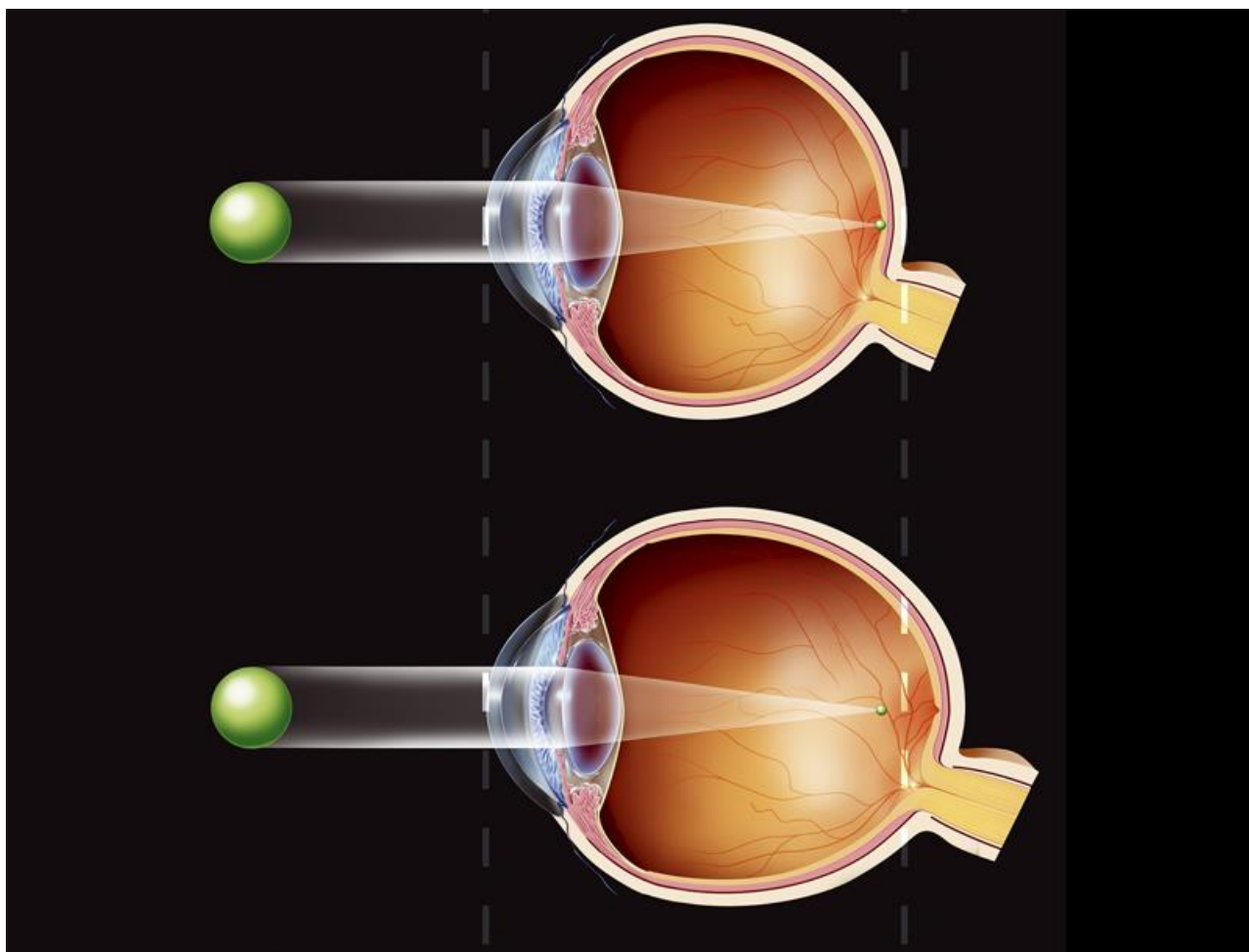
近視はガンや心臓病ほど重大な健康問題ではないかもしれないが、眼鏡やコンタクトレンズを使用することによる、費用や不便の問題をひきおこす。他の眼病との関係はいまだ不明であるものの、近視が白内障[文献 14]や緑内障など[文献 15]、そしてより深刻な病気の危険要因になりうることを、様々な研究が示唆している（一方黄斑変性は、近視と負の相関関係を示している[文献 16]）。もっとも重度の近視に苦しむ若者が他の症状を示すことは少ないが、重度の近視を持つ中年の個人は、視力をもおびやかすいろいろな病状を併発していることがある[文献 8]。

遺伝が根本原因？

近視は、小さな、しかしみるからに重要な身体的異常、すなわち、軸にそった眼球の伸長から生じる。このゆがみの程度に応じて、近視の強度はさまざまになる。モーガン氏によると、全長 25 ミリの眼球が

1 ミリのびれば、2~3 メートルより遠い物体がぼやける、中程度の近視になる。眼球が 2 ミリものびれば、20 センチより遠い物体がぼやける、重度の部類に入る近視となる。

「とても単純なことです」と、オハイオ州立大学の眼科診断学医師、ドナルド・ムッティ氏はいう。「近視の眼とは、言ってみれば腹が出っ張ってズボンが入らない、といった感じの眼なのです。そういう眼は大きすぎるから、機能に差しさわりを生じないようにしながら、その成長を少々抑えねばなりません。眼球成長の生理学が本当に理解できれば、その成長と、眼球が結局どれほど大きくなるかを決定する一連の出来事を、人間が調整できるようになる可能性が、確かに多くあるのです。」



正常な眼（上図）は網膜上に光の焦点を形成する。それが神経への刺激を生み、脳内の変換過程につながる。近視は眼球が軸に沿って横長になることで起こる（下図）。近視では、可視光は網膜の表面ではなしに、光感受性のある細胞の手前の一点に焦点を作る。幅 25 ミリの眼で 1 ミリの伸びが起きると中程度の近視となり、2~3 メートル以上離れた物体がぼやけて見えるようになる。2 ミリの伸びが起きると重度の近視となり、20 センチ以上離れた物体はぼやけて見えてしまう。

シンガポール、中国、韓国、日本では、近視のメカニズムがこのようにわかってきたことは、学問上の期待された成果ということ以上の意味を持つようとしている。つまり単にその症状を抑えるだけでなく、近視の原因に作用する治療戦略への道が開かれるかもしれないのだ。この分野の研究論文の多くは東アジアから出ており、近視そのものだけでなく、その社会的・経済的影響にまで及ぶ議論がなされており、欧米での研究を圧倒している。

この科学的な企ての中心に、生まれと育ちの区別がある。異なる民族集団における近視の発症率の差異は、遺伝がある程度寄与していることを示唆している。この潜在的寄与に関する手がかりは、4つの民族の集団が中に含まれる 4000 人の米国の子供での、「屈折異常と民族性の経時的評価に関する共同研究」(CLEERE: Collaborative Longitudinal Evaluation of Ethnicity and Refractive Error)のような研究から得られる。アジア系 (18.5 パーセント) とヒスパニック (13.2 パーセント) の被験者は、黒人 (6.6 パーセント) や白人 (4.4 パーセント) よりも近視の発症率が高いが[文献 17]、白人より黒人の方が近視になりやすいとする研究はほかになく、またヒスパニックは通常白人より近視になりにくいとされているので、この結果は普通ではないとモーガン氏はいう。

CLEERE 研究グループに参加したムッティ氏は、こういうデータは近視の遺伝的関連を示唆し得るものの、そのような関連の性質や、それが発症率をいかにして決定するかについては、ほとんど何も関連が見出せないという。彼が推奨するのは、他の要因に影響されている特定集団からの標本をとってしまったことにより発症率の大きさが誇張されてしまっているかもしれないことを考慮して、発症率の変化に関連するデータをすべて慎重に精査することだ。実際 CLEERE における 4 民族集団も、3 州にまたがる 4 地域から来ており、よって「民族的」に見えるかもしれない差異は、実は環境要因の差異なのかもしれない。

国立保健研究所の支部である国立眼科研究所(NEI)は、現在の米国でもっとも洗練された、近視発症率調査のひとつを実施した。NEI の疫学者で、ジョンズ・ホプキンス大学医学部の眼科学補助助教授でもあるスーザン・ビタイル氏は、1970 年代初頭から 2000 年代初頭までの NHANES データの、比較研究を主導している。

それぞれの実施期間における、米国住民内の民族を代表する標本を、NHANES はとらえた。被験者集団の民族的構成は過去 30 年の間に変動していた。すなわちアジア系とヒスパニックの標本集団で母集団をどれだけ代表させるかについては、初期の調査では非常に制約が大きかったので、これらの集団からのデータは比較に含まれていなかった。

ややこしいことに、近視を計測する方法も近年変化した。1970 年代においては、詳細な測定は、重大な屈折異常のある被験者に対してのみ、それも、集光レンズの強度の異常が網膜による反射に影響する程度をみる、検影法により行われていた。だが第 2 回調査が開始された 1999 年までには、すべての被験者が、網膜上に像の焦点をあわせる能力をコンピュータ制御により測定する、自動屈折器により評価されるようになった。

5000人以上が参加した、1971-72年のNHANES 1においては、被験者の大部分が黒人ないしは白人であったが、1999-2004年の調査において、この2大集団に入ったのは約10000名であった。近視発症率が上昇しているという、驚くべき指標がいくつか明らかになった。12歳から17歳の黒人における発症率は、1970年代には12パーセントにすぎなかったが、2004年には31.2パーセントにのぼっている。白人被験者における当該比率も、同様に25.8パーセントから34.5パーセントに上昇した。2つの調査では、新しい調査の方が年長の被験者の割合が大きくなっているため、被験者全体の平均で見ると、新しい調査での発症率は、黒人で33.5パーセント、白人で43.0パーセントにも達している[文献18]。

これらの数字はアジアでの類似調査に比べると低い、ビタイレ氏はいう。「この証拠を他国で得られた知見とつきあわせると、発症率が本当に上昇したことはやはり明白です」。

だがムッティ氏は、この上昇を示すデータの、計測や標本抽出に疑問があるという。氏はNHANESのデータの質や、NEIの分析方法を称賛しているが、それでも、30年にもわたる長期間のデータの集合であるという特徴があるがために、かえって正確な数値に達することを困難にしているという。「近視の発症率はなお正確にわかっていないと思います。米国での上昇はあったのかもしれませんが、公表に値するほど深刻なものではないとも、心の底で感じています。」

環境的要因

戸外活動が近視発症を防ぐという証拠については争点となることはより少なくなっている[文献2,19,20,21,22]。「眼科医や視力測定技師は、近視は（厳密に）遺伝的な疾患であると教わってきましたが、それに強力に反証する証拠が積みあがりつつあります」と、モーガン氏はいう。同氏は「屈折異常と近視に関する共同事業」（Consortium of Refractive Error and Myopia）による野心的な調査を例示して、4大陸の個人55000人以上のメタ分析が、変異のごく一部しか説明していないと指摘する。それとは対照的に、東アジアでの発症率の劇的な上昇は、遺伝的变化によるものではありえず、環境的あるいは社会的な変化によるものであるに違いないと、同氏はいう。

モーガン氏の研究は、近視の発症に対する外界光の、特に戸外で過ごした時間の影響に、焦点をあてている。戸外活動の予防的な効果は、伝達物質ドーパミンの網膜からの放出を、日光が刺激することによって発現するのであろうと、同氏らは提案した。光がドーパミン放出を刺激することは知られており、またドーパミンと同様な作用をもつ薬剤は眼球の伸長を抑制する。氏は影響力の大きい「シドニー近視研究」のリーダーのひとりであった。シドニー大学のキャサリン・ローズ氏は、同研究の一部として、子供が戸内と戸外で何時間過ごし、それぞれの状況でどのような活動をしたかを特定する、包括的な質問票を開発している。

モーガン氏によると、通常なら発症する条件下で飼育されながら、照明光を追加的に照射された実験動物が、近視を発症しなかったとする研究結果が、上記仮説を支持するという。さらにつけ加えるなら、

ドーパミンを阻害する薬剤が、光の近視予防効果をも阻害することが知られている[文献 27]。

近視のリスク要因に関するシンガポールコホート研究を主導した、シンガポール国立大学の眼科学研究者ソウ・シャンメイ氏は、シンガポールとシドニーに居住する主だった 6 歳と 7 歳の中国系児童の比較研究を、ローズ氏とともに実施していた[文献 28]。この 2 集団は元来、近視に関しては類似した遺伝的狀態にあつたにもかかわらず、シドニーでは 3.3 パーセントに対してシンガポールでは 29.1 パーセントと、非常に対照的な発症率を示すものとなった[文献 28]。子供の生活様式の比較でさらに明らかになったのは、シドニーの被験者集団はシンガポールの集団に比べると、家から学校までの距離が、より長いとまではいえないにしても、少なくとも同程度であった。

戸外で過ごすことが近視発症を抑制することを、詳細な質問票をもちいてシドニー集団ですでに検知していた。そのような知見が、近視への環境的影響に関する概念を変える転換点になったと、シンガポール側ではソウ氏が回想している。同氏らは、学校への近さが近視発症に関係しているかどうか検討していたとき、2 集団のあいだには、戸外活動時間という、対照的な違いがあることに愕然とした。「この研究を始めるまで、主な違いが戸外にあることを、私たちは知りませんでした」と氏はいう。「読み書きについては 20 ほどの質問がありました。戸外に関する質問はひとつしかなかったのですが、もっとも顕著な違いは戸外活動時間にあつたわけです。」

シドニーの子供たちが、学課時間外に週 14 時間近くを戸外で過ごしていたのに対して、シンガポールの子供たちはたった 3 時間であった。はげしい運動か日光浴か、というように、戸外活動の種類を特定するような、より詳細な研究は不可能であったとも、ソウ氏はいう。「学校が近いのがよくない、ということだけではありません」と氏は強調する。「通学に時間がかかるから、学校が近ければ戸外活動時間が減る、というだけではないのです。どんな活動が近視を防ぐのか、正確にはわかっていません。でも戸外活動の総時間が重要であることは、研究からわかっています。」

戸外活動時間に予防効果があることは、臨床治験からもわかっている。台湾での予備試験の報告によると、学校休暇中に教室に鍵をかけ、子供がそこで勉強できなくさせるだけでも、近視の新規の発症が 50 パーセント減ったという[文献 2]。そして広州でのより大規模な試験においては、うまく手配して戸外活動時間を 1 日に 45 分増やしたところ、近視の新規発症が 25 パーセント減少した[文献 29]。保護者むけ啓発キャンペーンも、この研究には含まれている[文献 30]。

広州での研究リーダーのひとりであったモーガン氏はいう。「戸外活動時間と予防効果とのあいだに、疫学的な用量反応関係がみられますから、戸外活動時間をオーストラリアの水準に引き上げることにより、より大きな予防効果が得られるものと期待されます」。オーストラリアの子供は、一般活動および学校で、1 日平均 4.5 時間を戸外で過ごすが、広州と台湾では、その時間は 1.5 時間しかないという。

行動を起こすこと

シンガポールの「外に出て遊ぼう」キャンペーンは、戸外の光に予防効果があるという考えを広めつつある。それに対して台湾では、眼球筋を麻痺させ瞳孔を拡張させるアトロピンの使用を増加させるという、薬学的な対応がなされた。子供が近視と診断された後、その進行を遅らせる処方として用いるわけだが、推進者らはその効用を擁護しているものの、この療法の長期的な効果はわかっていない[文献 31]。

学業が健康より優先されるかぎり、子供を外に出すよう親をせきたててもうまくいかないであろうから、中国では教育制度こそが視力をよくしていくための鍵となるだろう、モーガン氏はみる。「戸外でより多くの時間を過ごすことを人々に奨励するか、それとも学校制度を通じて、より多くの時間を戸外で過ごすよう義務づけるか、の選択です」と氏はいう。「シンガポールでは、なんとか親御さんを説得しようとしているのですが、どう考えても、(野外活動時間を) 学校教育の一部にする方が効果的なようです。」

だがモーガン氏は、近視予防策としての日光浴を学校で教育するにあたっては、直面しなければならない重大な障害がひとつあるという。「それは、私もオーストラリア人としてよく知っている、戸外活動時間が増えれば皮膚癌も増えるかもしれないという問題です」(オーストラリアとニュージーランドは、皮膚の悪性黒色腫の発症率と死亡率が世界でもっとも高い[文献 32])。「だからこそ発症メカニズムが重要になるのです」とも氏はいう。ムッティ氏がいうように、紫外線照射により皮膚でビタミン D が生成されるのなら、予防中にそれが投与されるのであれば、近視予防は皮膚癌予防と競合しない[文献 33,34]。だがここでモーガン氏は、日光と、紫外線を含まない強力な室内光の両者が、ひよこにおいて予防効果を示したという、研究結果を指摘する[文献 35]。これは、近視の予防が、実際に眼球に入ってきて作用する可視光線があるかないかで決まるということではないかと、氏はいう。

重大な進歩がこれまでもみられたものの、近視と環境との関連をさらに明確にすることが重要なのは明白である。「しかし効果的な予防が可能になったとしても、東アジアはなお将来 100 年ほどにわたって、成人では病的な近視を発症する率が高いであろうというリスクと向き合わねばなりません」とモーガン氏はいう。「したがって、病的な近視がいかに起きてきたかという歴史をさらによく理解することは重要です。そして、治療にも希望が持てる進展が生まれているのは確かだとしても、もっと効果的な治療も必要とされているのです。」

【文献】

1. Morgan I, et al. Myopia. *Lancet* 379(9827):1739-1748 (2012); [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60272-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60272-4).
2. Wu P-C, et al. Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in school children. *Ophthalmology* 120(5):1080-1085 (2013); <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.11.009>.
3. Jones-Jordan L, et al. Time outdoors, visual activity, and myopia progression in juvenile-onset myopes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 53(11):7169-7175 (2012); <http://dx.doi.org/10.1167/iovs.11-8336>.
4. Wu HM, et al. Does education explain ethnic differences in myopia prevalence? A population-based study of young adult males in Singapore. *Optom Vis Sci* 78(4):234-239 (2001); http://journals.lww.com/optvissci/Fulltext/2001/04000/Does_Education_Explain_Ethnic_Differences_in.12.aspx.
5. Lin LLK, et al. Prevalence of myopia in Taiwanese schoolchildren: 1983 to 2000. *Ann Acad Med Singapore* 33(1):27-33 (2004); <http://www.annals.edu.sg/pdf200401/V33N1p27.pdf>.
6. Jung S-K, et al. 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* 53(9):5579-5583 (2012); <http://dx.doi.org/10.1167/iovs.12-10106>.
7. Lam CS-Y, et al. Prevalence of myopia among Hong Kong Chinese schoolchildren: changes over two decades. *Ophthalmol Physiol Opt* 32(1):17-24 (2012); <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-1313.2011.00886.x>.
8. Morgan I, et al. Myopia. *Lancet* 379(9827):1739-1748 (2012); [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60272-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60272-4).
9. Mutti DO, et al. Parental myopia, near work, school achievement, and children's refractive error. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 43(12):3633-3640 (2002); <http://www.iovs.org/content/43/12/3633.long>.
10. He M, et al. Refractive error and visual impairment in urban children in southern China. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 45(3):793-799 (2004); <http://dx.doi.org/10.1167/iovs.03-1051>.
11. Xiang F, et al. Increases in the prevalence of reduced visual acuity and myopia in Chinese children in Guangzhou over the past 20 years. *Eye* 27(12):1353-1358 (2013); <http://dx.doi.org/10.1038/eye.2013.194>.
12. Pan C-W, et al. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt* 32(1):3-16 (2012); <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-1313.2011.00884.x>.
13. Vitale S, et al. Prevalence of refractive error in the United States, 1999-2004. *Arch Ophthalmol* 126(8):1111-1119 (2008); <http://dx.doi.org/10.1001/archophth.126.8.1111>.
14. Leske MC, et al. The Lens Opacities Case-Control Study. Risk factors for cataract. *Arch Ophthalmol* 109(2):244-251 (1991); <http://archophth.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=638914>.
15. Marcus MW, et al. Myopia as a risk factor for open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 118(10):1989-1994 e2 (2011); <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.03.012>.
16. Lavanya R, et al. Hyperopic refractive error and shorter axial length are associated with age-related macular degeneration: the Singapore Malay Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 51(12):6247-6252 (2010); <http://dx.doi.org/10.1167/iovs.10-5229>.
17. Kleinstejn RN, et al. Refractive error and ethnicity in children. *Arch Ophthalmol* 121(8):1141-1147 (2003); <http://dx.doi.org/10.1001/archophth.121.8.1141>.
18. Vitale S, et al. Prevalence of refractive error in the United States, 1999-2004. *Arch Ophthalmol* 127(12):1632-1639 (2009); <http://dx.doi.org/10.1001/archophthalmol.2009.303>.

19. Jones LA, et al. Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 48(8):3524-3532 (2007); <http://dx.doi.org/10.1167/iovs.06-1118>.
20. Sherwin JC, et al. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents. *Ophthalmology* 119(10):2141-2151 (2012); <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.04.020>.
21. Sherwin JC, et al. The association between time spent outdoors and myopia using a novel biomarker of outdoor light exposure. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 53(8):4363-4370 (2012); <http://dx.doi.org/10.1167/iovs.11-8677>.
22. Cui D, et al. Effect of day length on eye growth, myopia progression, and change of corneal power in myopic children. *Ophthalmology* 120(5):1074-1079 (2013); <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.10.022>.
23. Verhoeven VJM, et al. Large scale international replication and meta-analysis study confirms association of the 15q14 locus with myopia. The CREAM consortium. *Hum Genet* 131(9):1467-1480 (2012); <http://dx.doi.org/10.1007/s00439-012-1176-0>.
24. Rose KA, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology* 115(8):1279-1285 (2008); <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.12.019>.
25. Smith EL III, et al. Protective effects of high ambient lighting on the development of form-deprivation myopia in rhesus monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 53(1):421-428 (2012); <http://dx.doi.org/10.1167/iovs.11-8652>.
26. Smith EL III, et al. Effects of local myopic defocus on refractive development in monkeys. *Opt Vis Sci* 90(11):1176-1186 (2013); <http://dx.doi.org/10.1097/OPX.0000000000000038>.
27. Ashby RS, Schaeffel F. The effect of bright light on lens compensation in chicks. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 51(10):5247-5253 (2010); <http://dx.doi.org/10.1167/iovs.09-4689>.
28. Rose KA, et al. Myopia, lifestyle, and schooling in students of Chinese ethnicity in Singapore and Sydney. *Arch Ophthalmol* 126(4):527-530 (2008); <http://dx.doi.org/10.1001/archophth.126.4.527>.
29. Morgan IG, et al. Two year results from the Guangzhou Outdoor Activity Longitudinal Study (GOALS). Abstract 2735. Presented at: The Association for Research in Vision and Ophthalmology 2012, Fort Lauderdale, FL, 6-9 May 2012.. Available: <http://bit.ly/19V9bUR> [accessed 19 December 2013].
30. Drury VB, et al. A new community-based outdoor intervention to increase physical activity in Singapore children: findings from focus groups. *Ann Acad Med Singapore* 42(5):225-231 (2013); <http://www.annals.edu.sg/pdf/42VolNo5May2013/V42N5p225.pdf>.
31. Chua W-H, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia. *Ophthalmology* 113(12):2285-2291 (2006); <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.05.062>.
32. Sneyd MJ, Cox B. A comparison of trends in melanoma mortality in New Zealand and Australia: the two countries with the highest melanoma incidence and mortality in the world. *BMC Cancer* 13:372. (2013); <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2407-13-372>.
33. Mutti DO, Marks AR. Blood levels of vitamin D in teens and young adults with myopia. *Optom Vis Sci* 88(3):377-382 (2011); <http://dx.doi.org/10.1097/OPX.0b013e31820b0385>.
34. Mutti DO. Time outdoors and myopia: a case for vitamin D? *Optometry Times* (23 July 2013). Available: <http://optometrytimes.modernmedicine.com/optometrytimes/news/time-outdoors-and-myopia-case-vitamin-d> [accessed 19 December 2013].
35. Ashby R, et al. The effect of ambient illuminance on the development of deprivation myopia in chicks. *Invest Ophthalmol Vis Sci* November 50(11):5348-5354 (2009); <http://dx.doi.org/10.1167/iovs.09-3419>.