

L'EXPOSITION À LA LUMIÈRE ET SES EFFETS BÉNÉFIQUES CHEZ LES ENFANTS MYOPES

Dans de nombreux pays, il existe des preuves que la prévalence de la myopie est à la hausse. Les progrès des technologies de mesure permettent dorénavant de quantifier avec fiabilité et d'échantillonner en nombre les facteurs environnementaux potentiellement associés au développement et à la progression de la myopie. L'étude longitudinale prospective que nous avons récemment menée auprès d'écoliers australiens, à l'aide d'une technologie de capteurs portables, a apporté la première preuve directe d'une relation significative entre l'exposition à la lumière ambiante et la croissance des yeux pendant l'enfance. Il a ainsi été démontré que plus l'exposition à la lumière du jour est importante, moins la croissance des yeux est rapide. Ces conclusions confirment que la mise en place de mesures visant à augmenter l'exposition quotidienne à la lumière extérieure pourrait permettre de réduire le développement et la progression de la myopie au cours de l'enfance.



Scott A. Read, professeur associé

Directeur de recherche,
Contact Lens and Visual Optics Laboratory
Queensland University of Technology,
School of Optometry and Vision Science,
Australie

Scott Read est professeur associé à la School of Optometry and Vision Science de la Queensland University of Technology, à Brisbane, en Australie. Depuis l'obtention de son doctorat en 2006, il a occupé de nombreux postes de recherche et universitaires. Il a publié plus de 60 articles de recherche dans les revues scientifiques, la plupart étant axés sur la myopie chez l'homme. Il a récemment reçu le prix « Zeiss Young Investigator Award in Myopia Research » pour ses contributions remarquables dans le domaine de la recherche sur la myopie. Il a également été rédacteur en chef adjoint du journal australien *Clinical and Experimental Optometry* et travaille actuellement en tant que rédacteur en chef adjoint pour le journal *Optometry and Vision Science*.

Au cours des dernières décennies, nous avons assisté à une hausse rapide de la prévalence de la myopie dans de nombreux pays développés, des niveaux de prévalence de la myopie supérieurs à 90 % étant rapportés chez les jeunes populations de certaines villes développées d'Asie.¹ Grâce à une modélisation reposant sur les tendances actuelles de développement et progression de la myopie, une étude récente a prédit que près de la moitié de la population mondiale sera myope et qu'environ un milliard de personnes à travers le monde souffrira de myopie forte (5,00 D ou plus) d'ici 2050.² Les coûts potentiels pour la santé publique que représentent ces niveaux croissants de myopie (et l'augmentation associée des niveaux de myopie forte) sont dramatiques si l'on tient compte du lien connu qui existe entre la myopie et de nombreuses maladies oculaires dévastatrices pour la vue, comme le décollement de rétine, le glaucome et les dégénérescences rétiniennees qui sont toutes liées à la sévérité de la myopie.³

Ce « boom de la myopie »⁴ constitue donc un puissant catalyseur pour l'élaboration de méthodes fiables de réduction du développement et de sa progression au sein de la population afin de limiter les effets néfastes de cette hausse sur la santé publique et visuelle. L'augmentation rapide de la prévalence de la myopie au cours des dernières décennies pointe fermement du doigt le rôle joué par l'environnement dans le développement de la myopie.⁵ En revanche, les facteurs environnementaux exacts impliqués dans la régulation de la croissance des yeux et dans le développement et la progression de la myopie ne sont pas encore totalement compris. Une

MOTS CLÉS

Myopie, exposition à la lumière, croissance des yeux, activité extérieure, erreur de réfraction.



« Nos conclusions confirment que la mise en place de mesures visant à augmenter l'exposition quotidienne à la lumière extérieure pourrait permettre de réduire le développement et la progression de la myopie chez les enfants. »

compréhension plus complète des divers facteurs ayant un impact sur la croissance normale des yeux et donc sur le développement et la progression de la myopie pendant l'enfance pourrait être essentielle pour la mise en place de mesures efficaces de contrôle de la myopie évolutive.

Sortir plus

Au fil des années, il a été tour à tour suggéré que différents facteurs environnementaux jouaient un rôle potentiel dans le développement de la myopie, de nombreuses études se concentrant principalement sur les facteurs liés aux activités soutenues en vision de près, à l'éducation et à la réussite scolaire.⁶ Plus récemment, un changement d'orientation s'est opéré au niveau des recherches sur les erreurs de réfraction, sans doute stimulé par les résultats parfois équivoques des études portant sur l'association entre la myopie et les activités soutenues en vision de près. Les mesures des activités soutenues en vision de près ont peu à peu été abandonnées pour se concentrer davantage sur d'autres facteurs environnementaux potentiels (par exemple, les activités de plein air).⁷ **Il est ainsi ressorti de deux études épidémiologiques et de recherches sur des animaux que l'exposition à la lumière ambiante peut constituer un facteur environnemental supplémentaire jouant un rôle important dans la myopie.** Des études animales montrent que la croissance normale des yeux semble être influencée par les niveaux de lumière ambiante. En effet, il a été démontré que l'élevage de jeunes poulets dans des environnements à faible luminosité entraîne une croissance plus rapide des yeux et le développement de davantage d'erreurs de réfraction de myopie que l'élevage d'animaux dans des conditions de

lumière ambiante vive.⁸ De même, l'exposition à des conditions de lumière ambiante vive semble bloquer le développement de la myopie expérimentale (de déprivation) chez les poulets⁹ et les primates.¹⁰ Chez les humains, la preuve que l'exposition à la lumière joue certainement un rôle dans la myopie ressort d'un certain nombre d'études épidémiologiques qui ont démontré que les enfants déclarant passer plus de temps à l'extérieur présentent également une prévalence et une incidence de myopie sensiblement plus faibles que les enfants déclarant passer moins de temps en plein air chaque jour (voir l'examen mené par Sherwin *et al*.¹¹ sur les études récentes portant sur l'association entre la myopie et les activités de plein air). Il a également été établi que la croissance des yeux durant l'enfance et la progression de la myopie varient en fonction de la période de l'année, une croissance des yeux plus lente étant documentée en été (où la lumière ambiante et donc les occasions de passer du temps en plein air sont plus fortes) contre une croissance plus rapide en hiver (où la lumière environnementale est plus rare).¹²

Comme le fait de passer du temps en plein air implique aussi généralement une exposition à une lumière extérieure de haute intensité (souvent 100 fois plus lumineuse que les niveaux typiques de lumière à l'intérieur), une hypothèse a été formulée selon laquelle les associations observées entre davantage d'activités extérieures et moins de myopie sous-entendent que l'exposition à la lumière peut jouer un rôle dans le développement de la myopie.¹³ Cependant, il est important de noter que la plupart des études précédentes analysant l'activité extérieure et la myopie chez l'enfant (et les études des variations

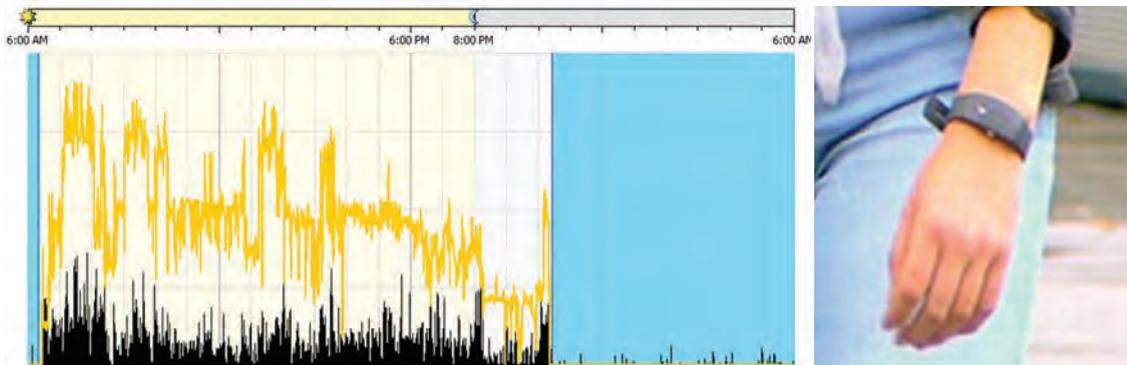


FIG. 1 | Exemple d'enregistrements de l'exposition à la lumière et des activités physiques d'un participant représentatif de l'étude ROAM sur une seule période de 24 heures. La ligne jaune indique l'exposition à la lumière, les barres noires illustrent l'activité physique et la zone en bleu indique la période de sommeil pendant la nuit. Les données ont été relevées à l'aide de dispositifs Actiwatch-2 portés au poignet non dominant et programmés pour enregistrer des données toutes les 30 secondes. Chaque enfant de l'étude portait le dispositif en continu pendant deux périodes de 14 jours (séparées d'environ 6 mois) au cours des 12 premiers mois de l'étude ROAM.

saisonniers dans la croissance des yeux durant l'enfance) n'ont pas évalué de manière objective les niveaux habituels de lumière ambiante dans lesquels les enfants évoluent pendant leur scolarité. Ces travaux reposent, au contraire, sur des questionnaires destinés à quantifier les activités des enfants et à estimer le temps qu'ils passent en extérieur chaque jour, ce qui ne permet pas une évaluation objective de l'exposition à la lumière. Il est difficile de savoir avec certitude, sur la base des travaux précédents, si le mécanisme qui sous-tend les effets protecteurs des activités de plein air est dû à l'exposition à la lumière ou à un autre facteur lié au fait de se trouver en extérieur (par exemple, une activité plus physique ou moins de focalisation de près).

Voir la lumière

Tirant parti de la technologie des capteurs de lumière portables, nos récentes recherches étaient donc destinées à mieux comprendre les facteurs à l'origine de la croissance des yeux et de la myopie durant l'enfance, en **examinant pour la première fois la relation entre l'exposition à la lumière ambiante objectivement mesurée et la croissance des yeux chez les enfants**. L'étude ROAM (Role of Outdoor Activity in Myopia) sur le rôle des activités de plein air dans la myopie a permis d'examiner pendant 18 mois la croissance des yeux chez des enfants myopes et non

myopes. Les procédures expérimentales et les résultats de cette étude ont été rapportés en détail dans un certain nombre de publications récentes.¹⁴⁻¹⁶ Cent un enfants, âgés de 10 à 15 ans, ont été recrutés pour cette étude. Quarante et un étaient myopes (c'est-à-dire présentant un équivalent sphérique de $-2,39 \pm 1,51$ D) contre 60 enfants non myopes présentant des erreurs de réfraction proches de l'emmetropie (c'est-à-dire présentant un équivalent sphérique de $+0,35 \pm 0,31$ D). Chaque participant à l'étude a fait l'objet d'une série de mesures oculaires, dont des mesures de longueur axiale des yeux tous les 6 mois au cours des 18 mois d'étude. En outre, des mesures objectives de l'exposition à la lumière ambiante et de l'activité physique de chaque enfant ont également été relevées à deux reprises au cours des 12 premiers mois de l'étude (à environ 6 mois d'intervalle). Ces mesures ont été relevées à l'aide de dispositifs Actiwatch-2 (Philips Respironics, USA) de la taille d'une montre, contenant un capteur de lumière et un accéléromètre, programmés pour prendre des mesures simultanées de l'exposition à la lumière ambiante et de l'activité physique toutes les 30 secondes au cours de la journée sur chacune des deux périodes de 14 jours de port du capteur (Figure 1). Cela représente plus de 80 000 mesures individuelles d'exposition à la lumière et d'activité physique pour chaque enfant au cours de l'étude. Ces mesures nous ont

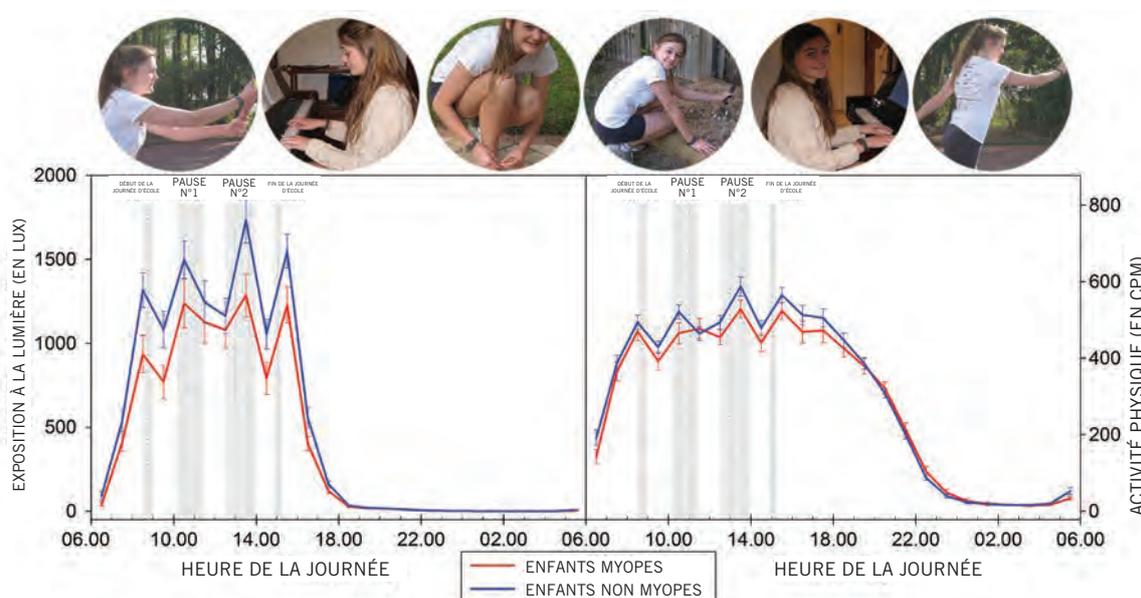


FIG. 2. Exposition quotidienne à la lumière (à gauche) et activité physique (à droite) moyennes des enfants myopes (ligne rouge) et non myopes (ligne bleue) de l'étude ROAM pour chaque période de 60 minutes d'une journée. Les barres d'erreur représentent l'erreur type de la moyenne. Les lignes verticales en pointillés indiquent le temps moyen des vacances scolaires et la zone grisée indique l'écart type des temps de pause.¹⁶

permis d'examiner l'association potentielle entre les changements longitudinaux dans la croissance des yeux et l'exposition habituelle à la lumière ambiante et l'activité physique des enfants.

L'analyse de ces nombreux échantillons de données d'exposition à la lumière et d'activité physique a révélé des différences dans le schéma quotidien typique des activités des enfants myopes et non myopes de l'étude.^{14,15} Bien que des variations quotidiennes aient été observées dans l'exposition à la lumière environnementale et dans l'activité physique afin de suivre de près le schéma d'une journée scolaire typique (avec des pics d'activité et d'exposition à la lumière relevés avant et après l'école et pendant les pauses déjeuner), il en ressort que les enfants myopes sont soumis à une exposition quotidienne moyenne à la lumière sensiblement plus faible que les enfants non myopes, les écarts les plus importants étant parfois relevés immédiatement avant et après l'école et à l'heure du déjeuner (Figure 2). Ceci révèle des activités de plein air moins nombreuses pour les enfants myopes pendant ces heures-là. Bien que l'on observe chez les enfants myopes une tendance à des niveaux légèrement inférieurs d'activité physique quotidienne, les différences liées à l'activité physique ne sont pas importantes d'un point de vue statistique.

La croissance moyenne de la longueur axiale des yeux observée chez les enfants myopes et non myopes dans le cadre de l'étude est illustrée sur la Figure 3. L'analyse de ces données a révélé un certain nombre de prédicteurs de la croissance des yeux chez les enfants, qui ont une importance statistique. Il s'agit notamment de la présence de myopie (comme prévu, les enfants myopes présentaient une croissance des yeux plus rapide, signe de progression de la myopie au sein de ce groupe), du jeune âge (les enfants plus jeunes ont montré une croissance des yeux plus rapide que les enfants plus âgés) et du sexe (les garçons présentant une croissance des yeux un peu plus rapide que les filles). En outre, la croissance de la longueur axiale des yeux a également été associée de manière significative à l'exposition moyenne quotidienne des enfants à la lumière, l'exposition quotidienne inférieure étant associée à une croissance plus rapide de la longueur axiale des yeux. Pour examiner plus en détail la relation entre l'exposition à la lumière et la croissance des yeux, les enfants de l'étude ont ensuite été classés (sur la base d'une scission en terciles des niveaux quotidiens moyens d'exposition à la lumière de chacun d'entre eux, indépendamment de leur réfraction) selon qu'ils étaient habituellement exposés à des niveaux quotidiens de lumière ambiante faibles, modérés ou élevés (Figure 4). Les enfants

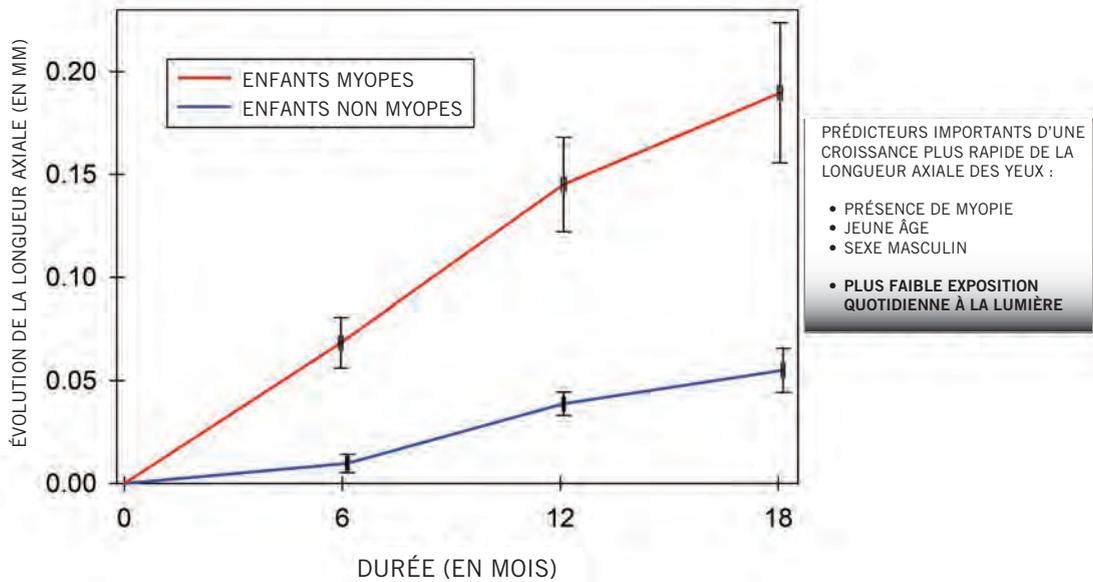


FIG. 3 : Croissance moyenne de la longueur axiale des yeux observée chez les enfants myopes et non myopes pendant 18 mois dans le cadre de l'étude. Les barres d'erreur représentent l'erreur type de la moyenne. Les analyses de modèles linéaires mixtes ont révélé que la présence de myopie, le jeune âge, le sexe masculin et une faible exposition quotidienne à la lumière sont autant de facteurs largement associés au taux de croissance de la longueur axiale des yeux.¹⁵

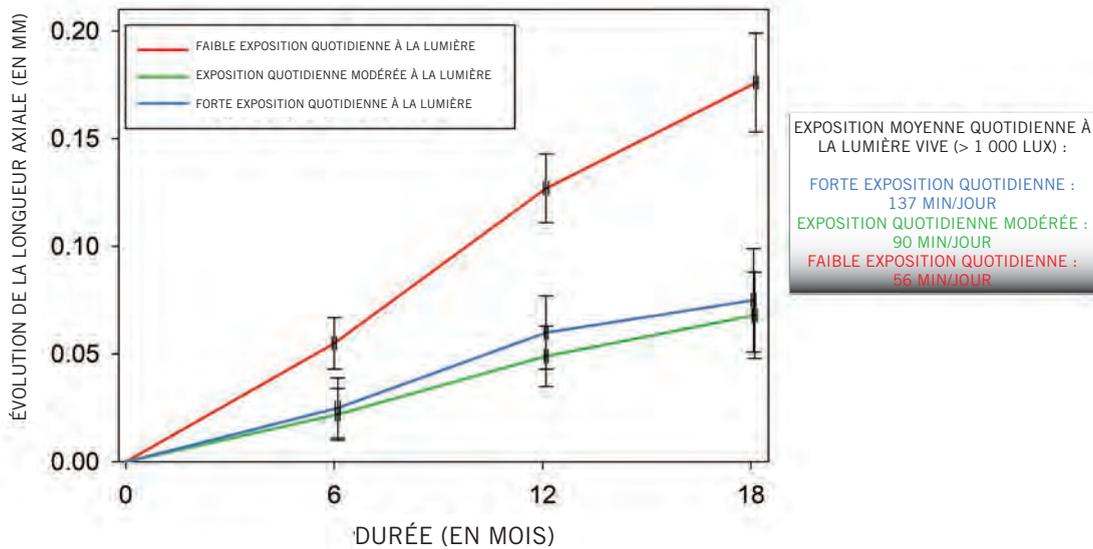


FIG. 4 : Croissance moyenne de la longueur axiale des yeux sur la période de 18 mois de l'étude après catégorisation des enfants en fonction de leur exposition quotidienne moyenne à la lumière selon qu'ils étaient habituellement exposés à des niveaux de lumière ambiante faibles, modérés ou élevés (indépendamment de leur réfraction). Les enfants exposés à de faibles niveaux quotidiens de lumière présentaient une croissance des yeux nettement plus rapide. Les barres d'erreur représentent l'erreur type de la moyenne.¹⁵



« Ces résultats nous apportent la première preuve directe d'une relation entre l'exposition à la lumière ambiante et le taux de croissance des yeux durant l'enfance. Ils suggèrent également qu'une faible exposition à la lumière est un facteur de risque de croissance plus rapide des yeux et donc de développement et de progression de la myopie. »

habituellement exposés à de faibles niveaux quotidiens de lumière ambiante (qui, en moyenne, sont exposés à seulement 56 minutes de lumière extérieure vive par jour) présentent ainsi une croissance de longueur axiale des yeux sensiblement plus rapide. Ces analyses comprenaient des ajustements de réfraction, ce qui suggère que les effets de l'exposition à la lumière sur la croissance des yeux se produisent indépendamment de l'erreur de réfraction. **Au cours des 18 mois de l'étude, les enfants exposés à de faibles niveaux quotidiens de lumière ont présenté une croissance des yeux d'environ 0,1 mm de plus que les enfants habituellement exposés à des niveaux modérés et élevés de lumière ambiante**, ce qui équivaut à une progression de la myopie en réfraction d'environ 0,3 D, un chiffre significatif d'un point de vue clinique.

L'utilisation de la technologie de capteurs portables pour cette étude apporte de nouvelles connaissances importantes sur les mécanismes sous-jacents de la relation précédemment documentée entre l'augmentation de la myopie et un faible niveau d'activités de plein air. Nos conclusions confirment le rôle important que joue l'exposition à la lumière ambiante dans les effets protecteurs des activités de plein air et suggèrent que les activités physiques accrues en extérieur n'entrent pas en ligne de compte. Ces résultats nous apportent la première preuve directe d'une relation entre l'exposition à la lumière ambiante et le taux de croissance des yeux durant l'enfance. Ils suggèrent également qu'une faible exposition à la lumière

est un facteur de risque de croissance plus rapide des yeux et donc de développement et de progression de la myopie. **Un aspect important de l'exposition à la lumière ambiante en tant que facteur de risque pour la myopie est le fait qu'il s'agit d'un facteur environnemental modifiable.** Les enfants peuvent modifier leurs activités/comportement afin de changer leur exposition quotidienne à la lumière et avoir potentiellement un impact sur le taux de croissance de leurs yeux et donc sur le risque de développement et de progression de la myopie. Ces conclusions confirment donc que la mise en place de mesures de santé publique visant à augmenter l'exposition quotidienne à la lumière pourrait permettre de réduire le développement et la progression de la myopie au cours de l'enfance.

Recommandations cliniques

Bien que l'étude ROAM ait apporté de nouvelles connaissances sur les facteurs qui influent sur la croissance des yeux au cours de l'enfance, elle nous fournit également des preuves empiriques concernant l'exposition à la lumière et la croissance des yeux qui peuvent être utilisées pour guider les recommandations cliniques pour les enfants et leurs parents. Les enfants de l'étude classés comme étant habituellement peu exposés quotidiennement à la lumière passaient en moyenne moins de 60 minutes par jour à la lumière extérieure vive et présentaient également une croissance des yeux nettement plus rapide que les autres enfants de l'étude. Ceci suggère que moins d'une heure d'exposition quotidienne à une lumière extérieure vive

semble prédisposer les enfants à une croissance plus rapide des yeux et donc au risque de développement et de progression de la myopie. Une croissance des yeux sensiblement plus lente a été observée chez les enfants qui étaient exposés en moyenne près de 120 minutes par jour à une lumière extérieure vive, **ce qui suggère que le fait d'augmenter de 60 minutes supplémentaires l'exposition quotidienne à une lumière vive peut avoir un impact sur le ralentissement de la croissance de la longueur axiale des yeux (et peut donc réduire le risque de développement et progression de la myopie)**. Cette hypothèse est appuyée par deux études récentes^{17,18} qui démontrent que les mesures visant à augmenter le temps que les enfants passent en plein air (d'environ 40 ou 80 minutes par jour) réduisent significativement l'incidence de la myopie chez les enfants d'Asie de l'Est.

Conclusions

Les travaux résumés dans cet article contribuent à améliorer notre compréhension du rôle que joue l'exposition à la lumière dans la régulation de la croissance des yeux humains et dans le développement et la progression des erreurs de réfraction. Ils offrent également de nouvelles perspectives pour les futures mesures de contrôle de la myopie évolutive visant à augmenter l'exposition quotidienne à la lumière vive. En revanche, des recherches supplémentaires sont encore nécessaires pour mieux comprendre certains aspects de la myopie et de l'exposition à la lumière. Parmi ces facteurs, on retrouve l'importance relative de la composition spectrale de la lumière, le moment optimal d'exposition à la lumière et l'intensité spécifique de lumière qui est la plus importante dans la régulation de la croissance des yeux humains. Les connaissances supplémentaires qui ressortiront des futures recherches dans ce domaine peuvent permettre l'élaboration de mesures de contrôle de la myopie plus ciblées, ce qui pourrait se révéler très prometteur pour contrôler la myopie évolutive chez les enfants. •

Remerciements : Ces travaux ont été soutenus par un prix de recherche australien, le Australian Research Council Discovery Early Career Research Award (DE120101434). Je remercie chaleureusement mes cochercheurs, Michael Collins et Stephen Vincent, pour leurs contributions aux travaux présentés dans cet article.



INFORMATIONS CLÉS

- Une augmentation rapide de la prévalence de la myopie au cours des dernières décennies dans de nombreux pays développés.
- Une meilleure compréhension des facteurs environnementaux à l'origine de la croissance des yeux et de l'évolution de la myopie pendant l'enfance est cruciale pour la mise en place de mesures efficaces de contrôle de la myopie.
- Des travaux récents utilisant des capteurs portables apportent la première preuve directe d'une relation entre l'exposition quotidienne plus faible à la lumière et la croissance axiale plus rapide des yeux.
- Moins de 60 minutes d'exposition à une lumière extérieure vive semblent constituer un risque pour une croissance plus rapide des yeux et donc pour le développement et la progression de la myopie pendant l'enfance.
- Ces résultats confirment qu'une augmentation de l'exposition quotidienne à la lumière pourrait permettre de contrôler la myopie (par exemple, à l'aide de mesures visant à augmenter le temps passé chaque jour en plein air).

RÉFÉRENCES

- Jung S-K, 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 ; 53:5579-5583.
- Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, Wong TY, Naduvilath TJ, Resnikoff S. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology.* 2016 ; 123:1036-1042.
- Flitcroft DI. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog Retin Eye Res.* 2012 ; 31:622-660.
- Dolgin E. The myopia boom. *Nature.* 2015 ; 519: 276-278.
- Morgan IG, Rose K. How genetic is school myopia? *Prog Retin Eye Res.* 2005 ; 24:1-38.
- Morgan IG, Ohno-Matsui K, Saw S-M. Myopia. *The Lancet.* 2012 ; 379:1739-1748.
- Mutti DO, Zadnik K. Has near work's star fallen? *Optom Vis Sci.* 2009 ; 86:76-78.
- Cohen Y, Belkin M, Yehzekel O, Solomon AS, Polat U. Dependency between light intensity and refractive development under light-dark cycles. *Exp Eye Res.* 2011 ; 92:40-46.
- Ashby R, Ohlendorf A, Schaeffel F. The effect of ambient illuminance on the development of deprivation myopia in chicks. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009 ; 50:5348-5354.
- Smith EL, Hung L-F, Huang J. Protective effects of high ambient lighting on the development of form deprivation myopia in rhesus monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012 ; 53:421-428.
- 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 ; 119:2141-2151.
- Donovan L, Sankaridurg P, Ho A, Chen X, Lin Z, Thomas V, Smith EL, Ge J, Holden B. Myopia progression in Chinese children is slower in summer than in winter. *Optom Vis Sci.* 2012 ; 89:1196-1202.
- 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 ; 115: 1279-1285.
- Read SA, Collins MJ, Vincent SJ. Light exposure and physical activity in myopic and emmetropic children. *Optom Vis Sci.* 2014 ; 91:330-341.
- Read SA, Collins MJ, Vincent SJ. Light exposure and eye growth in childhood. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2015 ; 56:3103-3112.
- Read SA. Ocular and environmental factors associated with eye growth in childhood. *Optom Vis Sci.* 2016 ; 93: 1031-1041.
- Wu P-C, Tsai C-L, Wu H-L, Yang Y-H, Kuo H-K. Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in schoolchildren. *Ophthalmology.* 2013 ; 120:1080-1085.
- He M, Xiang F, Zeng Y, Mai J, Chen Q, Zhang J, Smith W, Rose K, Morgan IG. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia among children in China: A randomized clinical trial. *JAMA.* 2015 ; 315:1142-1148.