

IMI – 屈折異常の発達と近視における光の役割

Dr. Elise Harb

OD, PhD, FAAO

Biomedical Science, Faculty of Science, University of
Canberra, Australia
John Curtin School of Medical Research, Australian National
University, Australia

Dr. Regan Ashby

PhD

Biomedical Science, Faculty of Science, University of
Canberra, Australia
John Curtin School of Medical Research, Australian
National University, Australia

屋外で過ごす時間は、小児の近視発症を遅らせることと一貫して関連しており、これは日光への曝露と関係している可能性がある。複数の国で、小児に対して1日2時間などの屋外活動時間が推奨されており、臨床試験や国家的プログラム（シンガポール、台湾、中国など）では、これらの介入後に近視発症率の低下が認められている。近視進行についてはエビデンスがより限定的であるが、季節変動やパンデミック時（COVID-19など）の屋外活動減少が、近視発症率および進行率の上昇と関連したとの報告がある。一方、最大の効果を得るために必要な光曝露の作用機序や最適条件（強度、スペクトル、タイミング）については、依然として大きな不確実性が残されている。

高照度光曝露の役割

動物モデルからは、光の強度、色度、光周期などの特性が、網膜ドパミンの調節などを介して眼球発達や屈折制御に影響し得ることを示す多くのエビデンスがある。特に高照度光への曝露はドパミン放出を増加させ、近視発症の重要な過程である過剰な眼軸長伸長を抑える調節性の「ブレーキ」として働く。ヒトでは、疫学研究や光センサーを用いたウェアラブル機器による客観的評価から、屋外活動時間（周囲照度 1,000 lux 超などを指標として測定）が小児の近視発症を遅らせることが支持され、この知見は大規模な予防施策にも取り入れられている。ヒト研究の間接的エビデンスでは、高照度光曝露がより近視の弱い屈折状態と関連する可能性が示唆される。しかし現在のヒトデータからは、高照度光そのものが屈折発達に直接影響するのか、それとも単に屋外活動時間の代替指標なのかを判別することは困難であり、保護効果には、より広いスペクトル構成、周辺デフォーカスの減少、空間周波数成分の違いなど、屋外環境に伴う他の因子が関与している可能性がある。

スペクトル構成と現代の光源

動物研究では、照明環境のスペクトル構成も屈折発達に影響し得ることが示されており、狭帯域光や単色光は実験的近視モデルで屈折変化を誘導し得る。ただし、その結果は種によって異なり、生理学的差異が関与していると考えられる。新たな光を用いた近視進行抑制治療も検討されているが、有効性および／または安全性に関するエビデンスはまだ十分に確立していない。太陽光と人工光源では網膜光受容体の活性化パターンが異なり、これも近視リスクに関与する可能性がある。また「白色光」は均一なものではなく、スペクトル出力やオプシン活性化への影響は光源により異なる。したがって、LEDやスクリーンなど人工照明が主体となった現代環境がヒトの近視リスクに及ぼす影響についても、さらなる研究が必要である。

睡眠とスクリーン使用時間

正常な眼球成長は概日（日内）リズムによって調節され、光はその主要な外的同調因子である。持続的な明所・暗所環境や睡眠パターンの変化によって概日リズムが乱れると、動物モデルでは異常な屈折発達が生じる。睡眠の質低下や睡眠時間帯の変化（過度なスクリーン使用や夜間の光曝露などに起因する可能性がある）と小児の近視発症との関係は明確ではないものの、関与する可能性がある。電子機器の使用が近視発症および進行に及ぼす影響については、現時点のエビデンスでは結論が得られていない。

作用機序と知識のギャップ

動物研究では高照度光曝露の保護的作用が支持されているが、その知見をヒトへ直接適用することは容易ではない。ヒトに最適な保護効果をもたらす正確な照度閾値、曝露時間、スペクトル構成、時間的パターンについては重要な知識のギャップが存在する。また環境は多因子的であり、自然の屋外環境では、屋内とは異なる視覚刺激（屈折力の範囲、周辺ぼけ、時間的視覚手掛かりなど）が与えられる。

エビデンスに基づく臨床推奨

近視発症を遅らせる方策として、小児に少なくとも1日2時間の屋外活動を勧めるという現在の臨床推奨は引き続き維持される。最適な光条件（強度、スペクトル、タイミング）の定義にはなお課題が残るものの、屋外活動時間を増やすことは、近視発症を遅らせるエビデンスに基づく方策として強いコンセンサスが得られている。

- 主に色の操作（赤色光療法など）を利用した複数の光療法が、現在臨床研究の対象となっている。初期研究の一部では近視進行抑制に有益である可能性が示されているが、これらは依然として実験的治療であり、安全性および長期的影響に対する懸念がある。IMIは、エビデンスと安全性データの蓄積に伴い、これらの治療法を継続して監視・評価している。
- 臨床医は、晴天・曇天を問わず通常の条件下で屋外活動が有益であり、帽子やサングラスの着用によってその保護効果が失われるわけではないことを保護者に説明できる。

今後の展望

近視の予防と管理における光曝露の役割と作用機序（強度、スペクトル、タイミングを含む）を明らかにするため、厳密な方法、標準化された測定、ウェアラブル技術を用いたさらなるランダム化比較試験が必要である。こうしたエビデンスを構築することで、IMIおよびより広い臨床コミュニティは、現在の「屋外活動時間を増やす」という推奨を超えて、光曝露に関するより精密でエビデンスに基づく指針を示せるようになる。

最後に、本要約では2025年IMIホワイトペーパーの臨床医向け指針を総括した。すなわち、小児の近視発症を遅らせるために検証された公衆衛生対策として、屋外活動時間を最大限確保するとともに、今後は特定の光曝露条件を対象としたより詳細な推奨を策定し、より広い視環境へと焦点を拡大する必要がある。

謝辞

IMIタスクフォースメンバーの全リストおよびIMIホワイトペーパー全文は myopiainstitute.org で閲覧できる。本臨床要約の出版および翻訳費用は、BHVI、ZEISS、EssilorLuxottica、CooperVision、Alcon、HOYA、Théa、Oculusからの寄付によって支援された。

参考文献

Ashby R, Harb EN, Ostrin LA, et al. IMI—The Role of Light in Refractive Development and Myopia: Evidence from Animal and Human Studies. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 2025

連絡先

Brien Holden Vision Institute Ltd
Level 4, North Wing, Rupert Myers Building, Gate 14 Barker Street,
University of New South Wales, UNSW NSW 2052