螢幕世代的護眼處方：藍光、睡眠與近視的實證證據更新

台北榮民總醫院 家庭醫學部 楊晴文 張雅婷

前言

在當今數位化社會中，螢幕已成為生活不可或缺的一部分，我們正處於由LED與數位顯示器主導的世代。日光燈、LED照明、電腦螢幕與智慧型手機的廣泛使用，使藍光無所不在。大眾對於藍光(blue light)是否影響睡眠與眼睛健康的關注也日益提高，市面上的護眼相關產品更是琳瑯滿目。然而，現有科學證據顯示，藍光並非全然的「健康威脅」，本文將依據目前的實證研究，整理不同族群在近視預防、睡眠品質改善與光環境(light environment)調整上的實際應用建議。

定義

藍光是可見光光譜中波長最短且能量最高的波段，波長範圍在介於380至500奈米(nm)之間，來源包含自然來源和人工來源。太陽是自然界中最強大的藍光來源，日光光譜中約有24%至30%屬於藍光[1]，而人工來源的藍光廣泛存在於LED燈具、日光燈以及各類數位裝置中，如智慧型手機、平板電腦與電腦螢幕。相關色溫(Correlated Color Temperature, CCT)是一種以絕對溫度開爾文(K)為單位的指標，用於描述非熱輻射光源（如LED、日光燈）的冷暖色調，也是衡量藍光比例的指標，高CCT（例如6500K至7000K）的光源通常包含更高比例的藍光波長[2]。

根據光譜特性與生理影響，藍光可進一步分為兩個主要類別：藍紫光和藍綠光。藍紫光(Blue–violet)波長範圍約380至450奈米，也被稱為高能紫光(High-energy violet, HEV)，此波段可抵達視網膜，造成視網膜的結構、感光細胞、Müller細胞因氧化壓力產生傷害。藍綠光(Blue–turquoise)的波長範圍約450至500奈米，此波段對於人體的非視覺成像功能(non-image forming(NIF) system)，如調節褪黑激素影響生物節律，以及刺激多巴胺、血清素的釋放調節情緒具有重要作用[1]。

在生理機制上，藍光與人體的黑視蛋白(Melanopsin)系統有關。黑視蛋白存在於視網膜的內在光敏視網膜神經節細胞(intrinsically photosensitive retinal ganglion cells, ipRGCs)中，對光的敏感峰值約落在480奈米，這使得藍光成為驅動非視覺成像功能最有效的光源[3]。

藍光對睡眠及認知的影響

藍光對認知表現的影響如同雙面刃，正負向影響主要取決於暴露的時機、強度與持續時間。在日間或工作環境中使用富含藍光的白光，能顯著提升警覺性、大腦效能與工作表現，藍光暴露能顯著縮短反應時間，使大腦處理資訊與做出動作的速度變快，刺激大腦認知活動，能提升工作記憶(working memory)的表現及正確性。此外，早晨暴露於富含藍光的白光能改善老人睡眠碎片化的問題，並增加日間活動量[4]。延遲型睡眠週期症候群(Delayed Sleep-Wake Phase Disorder, DSWPD)在青少年與年輕成人中最常見，盛行率估計約為7%至16%，早晨接受充足藍光或高色溫的白光可促進生理時鐘前移，有助於同步生理時鐘，對延

遲型睡眠週期症候群有幫助[5]。對於健康成人，藍光有助於提升正向情緒並降低易怒感[6]。

相對的，負面影響主要集中在晚間暴露。藍光會強烈抑制腦部松果體釋放與調節生理時鐘與入睡的關鍵荷爾蒙褪黑激素(Melatonin)[7]。睡前1小時使用電腦、手機或電視，以及課後每日使用螢幕總計超過4小時與睡眠不足有顯著關聯。觀察性研究顯示，青少年與學童晚間使用螢幕時，藍光會抑制褪黑激素，導致入睡時間延後，而過長的螢幕時間與較短的總睡眠時間顯著相關；過度依賴螢幕與社交媒體成癮，則會因高度心理與情緒刺激而增加失眠、憂鬱及焦慮風險[8]。高齡者晚間暴露藍光會增加入睡所需的睡眠潛伏期(Sleep latency)並降低睡眠效率(Sleep efficiency)，深夜（如晚上10點）接觸藍光會使睡眠碎片化，降低休息品質[4]。睡眠品質下降與時長不足，會影響隔天的認知表現與體力恢復[6]。

總結來說，晚間暴露藍光，會透過抑制褪黑激素分泌干擾人體的生物節律，破壞睡眠品質與效率，間接損害認知功能，也會造成視覺疲勞與不適。而早晨的藍光暴露是有益的，可提升警覺性與專注力、縮短反應時間、強化認知與記憶表現，能穩定休息–活動節律(rest-activity rhythms)並增加日間活動量，因此建議在日間增加光照，特別是自然戶外光線。晚間時段，特別是睡前2-3小時應減少數位螢幕暴露，保護睡眠品質，以維持大腦的長期認知效能[4,6]。

藍光對眼睛健康的影響

藍光對於近視的影響也具有雙向性，自然界與特定療效的藍光有助於預防近視，但與數位螢幕使用相關的藍光暴露則被視為近視加深的風險因素。

(1) 自然光的優勢：戶外活動的保護力

每日至少40分鐘的戶外活動是降低近視盛行率的重要保護因子，相較於其他可調整的風險因子，例如近距離用眼與數位螢幕使用時間（其與近視的相關性多為中等或較弱），戶外活動被認為對近視發展具有較為明顯且一致的保護效果。保護機制在於視網膜中的內在光敏視網膜神經節細胞含有對藍光峰值波長約480nm高度敏感的黑視蛋白。強烈的戶外自然光能促進視網膜釋放多巴胺，多巴胺能調節眼球生長，抑制眼軸的過度增長，是預防近視加深的重要生理機制[9]。因此適量的藍光暴露，特別是來自陽光，對於抑制近視發展非常重要。

(2) 藍光刺激盲點(BluSpot)

根據目前的科學研究，特定形式的藍光暴露，特別是刺激視網膜盲點處的「藍光刺激盲點」，被認為可觸發多巴胺釋放、增加脈絡膜厚度，進而抑制眼軸增長及縮短眼軸長度，可預防近視加深。盲點區域沒有視錐與視桿細胞，但分布有大量內在光敏視網膜神經節細胞的軸突，因此藍光刺激盲點可以在不干擾視覺、近乎不可見的情況下精確活化多巴胺系統、抑制眼軸增長。相較於傳統以高強度可見

表一　區分藍光來源對於近視影響的機轉

類型	對近視的影響	機轉
自然藍光（陽光）	預防/延緩	高強度光線刺激多巴胺釋放，抑制眼軸拉長
醫療藍光(BluSpot)	預防/治療	精確刺激黑視蛋白，觸發多巴胺釋放、增加脈絡膜厚度
螢幕藍光（數位設備）	間接導致惡化	常伴隨近距離用眼及戶外時間不足，成為近視風險因子

光照射的方式，此策略亦可降低眩光與視覺不適的風險。此外，脈絡膜變薄通常與近視進展相關，短暫的藍光刺激能顯著增加脈絡膜厚度被視為有效的抗近視指標。研究發現，在近視兒童接受特定藍光刺激後的1到4週內可觀察到脈絡膜短暫增厚，並可以預測長期6至24個月減緩眼軸增長的效果。目前已有研究團隊開發結合虛擬實境裝置的數位應用程式，針對近視兒童進行每日數分鐘的盲點藍光刺激訓練，期望產生長期的近視控制效果[9]。藍光刺激盲點技術目前仍屬於實驗階段，尚未商品化做為臨床常規應用。

(3) 數位螢幕藍光：近視與數位視覺疲勞

儘管目前仍缺乏長期證據證明低強度、長時間的數位螢幕藍光暴露是否會產生光毒性損傷[1]，但長時間近距離盯著數位螢幕、眨眼次數減少及螢幕亮度眩光產生的數位視覺疲勞(Digital Eye Strain, DES)可能導致視線模糊、頭痛及專注力下降等症狀。研究估計全球數位視覺疲勞的盛行率約為70.7%，惟各國數據差異極大。針對學童的分析發現，每日使用數位裝置超過5小時是DES的獨立風險因子，而對25,025名6-18歲兒童的統合分析顯示，每週每增加1小時的近距離用眼，近視機率會增加2%[7]。長時間盯著數位設備通常伴隨短距離用眼與戶外接觸自然光的時間減少，這兩者是導致近視加深的風險因素[9]，因此，建議透過增加戶外活動與適度減少螢幕使用時間，作為預防與控制近視的生活型態調整方案。

總結來說，藍光本身並非全然對眼睛有害。特定波長與強度的藍光，尤其是針對視網膜黑視蛋白系統的刺激，是預防近視的潛在重要因子。對於數位螢幕產生的藍光是否「直接」導致近視仍有爭議，更關鍵的問題在於螢幕使用時間往往取代了原本具保護作用的戶外活動時間。

防藍光的實證

大多數高品質隨機對照試驗指出，使用防藍光眼鏡(blue-blocking lenses)與普通透明鏡片相比，在減輕電腦工作後的眼睛疲勞、痠澀或頭痛方面沒有統計學上的顯著差異；視覺清晰度、對比敏感度或色彩辨識能力上也與標準鏡片表現相當[10]。目前缺乏一致的臨床證據支持防藍光鏡片的療效，因此不支持將防藍光鏡

片作為治療視覺疲勞的常規處方[7]。此外，目前沒有臨床研究證明配戴防藍光眼鏡能預防或延緩年齡相關性黃斑部病變的進展。目前藍光對黃斑的長期影響仍不確定且結果不一致[1]，需更多的長期研究來進一步確定防藍光眼鏡對黃斑健康是否有潛在的保護作用。對於患有失眠症、延遲型睡眠週期症候群或特定情緒障礙（如躁鬱症）的族群，晚間配戴橘色防藍光眼鏡可能具有輔助療效[11]。

數位設備的螢幕「夜覽模式」(night shift)或「深色模式」(dark mode)雖會減少藍光，但對改善睡眠品質或減輕眼部負擔的證據仍有限且結果不一[7]。對於青少年與兒童的睡眠健康，減少睡前螢幕時間比單純依賴防藍光產品更具實證效果[8]。

不同族群如何調整光環境

根據實證資料，光環境可以根據個人的年齡與特定健康需求（如近視預防、乾眼症或心理情緒健康）做調整。

按年齡層調整建議

(1) 兒童與青少年：近視預防

1. 極大化戶外活動：每天至少40分鐘的戶外活動是降低近視發生率、盛行率的最有效因素[9]。
2. 控制數位設備使用：智慧型手機的近距離使用與小字體閱讀與近視進展密切相關，應保持適當距離並定時休息[7]。

(2) 青年與成年人[6]：

1. 日間提升警覺性：工作環境中使用藍色豐富的光源可改善工作表現、反應速度與警覺。
2. 睡前限制藍光：建議睡前2-3小時減少數位螢幕暴露，以免抑制褪黑激素分泌而干擾睡眠。

(2) 高齡者[4]

1. 早晨增加藍光日照：隨年齡增長，晶狀體逐漸變黃且混濁、瞳孔縮小，加上感光細胞減少，導致進入眼睛的光線總量下降進而影響生理時鐘。研究顯示，早晨暴露於富含藍光的白光（如：色溫17,000K）約2小時，且於上午11點前結束，能有效穩定老人的休息–活動節律，減少睡眠碎片化。
2. 戶外活動：每日增加在強光下的時間，有助於提升日間活動量並使入睡時間提前。
3. 晚間避免藍光：晚間強光暴露會延長老年人的入睡潛伏期並降低睡眠效率，應嚴格限制藍光照射。

按健康狀況調整建議

(1) 數位視覺疲勞(DES)與乾眼症患者[7]

1. 螢幕位置、使用時間調整：將螢幕放置在低於眼平線的位置，以誘導向下注視，縮小瞼裂張開的面積，減少淚液蒸發與眼部乾燥，並限制螢幕使用時間至每天4-5小時內。
2. 環境光優化：減少螢幕反射與眩光，調整螢幕亮度使其與周圍環境光相當。

3. 改善環境溼度：可在工作區使用桌面加濕器或防風護目鏡，以維持淚膜穩定性。
4. 遵循20/20/20原則：每用眼20分鐘，就看20英呎（約6公尺）外物體20秒以緩解視覺疲勞。

(2) 失眠症

日間應強化光照以穩定生理節律，建議每天至少暴露在戶外自然採光90分鐘[11]；睡前遠離螢幕藍光暴露，避免使用手機、平板與電腦[8]。晚上9點以後強光暴露會導致生理時鐘延後並增加醒覺次數，建議可降低環境亮度[12]，將居家照明切換成低強度、長波長的暖色光（色溫低於3000K）[1]，此外，在焦慮失眠的認知行為治療中，於睡前90分鐘配戴橘色防藍光眼鏡，可顯著降低焦慮感與穩定晝夜節律，對改善睡眠品質可能有益[11]。

(3) 延遲型睡眠週期症候群

建議在早晨使用強烈藍光或高色溫（如6500K以上）的白光以促進生理時鐘前移，增加日間警覺性，並在睡前3小時嚴格限制藍光，避免抑制褪黑激素分泌而延遲入睡[5]。

(4) 憂鬱症（包括季節性情緒障礙Seasonal affective disorder, SAD）

日間使用藍光或藍色豐富的光源具有抗憂鬱效果，能抑制前額葉皮層與情緒調節的相關區域過度活躍，可以做為重度憂鬱症症狀的有效輔助手段[3]。

(5) 躁鬱症（雙向情緒障礙）

對於躁期的患者，晚間（如夜間6點至翌日上午8點）佩戴橘色防藍光眼鏡有助於穩定睡眠、減輕躁症症狀並減少過度活動與亢奮行為，可作為藥物治療以外的輔助介入措施[11]。

(6) 偏頭痛

藍光是偏頭痛的觸發因素之一，使用過濾480-500nm波段的特殊濾光鏡片，降低對內在光敏視網膜神經節細胞的過度刺激能有效減少頭痛天數及畏光(photophobia)症狀[11]。

(7) 白內障手術後

若植入的是僅過濾紫外線、未過濾藍光的人工晶體，眼睛對藍光的敏感度會高於自然老化的晶狀體，在特定強光環境下使用防藍光眼鏡可能會提升視覺舒適度[10]。

(8) 年齡相關性黃斑部病變(Age-related Macular Degeneration, AMD)

目前無明確證據顯示配戴防藍光眼鏡能有效預防或延緩年齡相關性黃斑部病變，著名的AREDS2(Age-Related Eye Disease Study 2)多中心隨機對照實證研究結果，建議補充AREDS2配方可降低「由中度進展到晚期AMD」的風險約25%；對於沒有AMD或只有早期AMD的人，研究顯示無法預防AMD的發生。AREDS2常用建議配方包含葉黃素10mg與玉米黃素

表二　不同族群的調整光環境摘要

對象	目標	光環境調整建議
兒童與青少年	近視預防 睡前限制藍光	極大化戶外活動，每日至少 40 分鐘，強度越高越佳 睡前 2-3 小時減少數位螢幕暴露 控制數位設備使用，保持適當距離並定時休息
青年與成年人	日間提升工作專注力、反應速度與警覺性 睡前限制藍光	日間工作環境中使用藍色豐富的光源 睡前 2-3 小時減少數位螢幕暴露
高齡者	增加早晨光照 控制休息 – 活動節律	日間使用富含藍光的白光 增加在強光下的戶外活動時間，提升日間活動量 晚間避免藍光
失眠症	改善睡眠品質	日間強化光照、結合認知行為治療 睡前遠離螢幕藍光、調整居家照明 睡前 90 分鐘配戴橘色防藍光眼鏡
延遲型睡眠週期症候群	促進生理時鐘前移	早晨使用強烈藍光或高色溫的白光 睡前 3 小時嚴格限制藍光
乾眼症、數位視覺疲勞	減少角膜暴露 降低眩光負擔	螢幕位置調整低於眼平線 限制螢幕使用時間至每天 4-5 小時內 環境光優化、改善環境溼度、休息遵循 20/20/20 原則
憂鬱症	輔助治療重度憂鬱症症狀	早晨使用藍光或藍色豐富的光源
雙向情緒障礙	晚間阻隔藍光	晚間 6 點後佩戴橘色濾藍光眼鏡
偏頭痛	減少臨床症狀	過濾特定 480-500nm 波段的特殊濾光鏡片

2mg，維生素C 500mg，維生素E 400IU，鋅80mg（氧化鋅），銅2mg（氧化銅；用來避免高鋅誘發缺銅），透過降低氧化壓力來預防光化學性眼部損傷[1]。

結語

綜合而言，長時間暴露於藍光，特別是在夜間，會影響不同年齡層的睡眠品質與入睡時間。適當的光環境調整能夠改善各族群的睡眠品質。此外，數位設備的廣泛使用與乾眼症及眼睛疲勞風險增加相關，透過減少螢幕使用時間與增加戶外活動等生活方式調整，有助於降低視覺不適。而藍光刺激在青少年近視的角色以及藍光濾鏡眼鏡在視覺表現、黃斑健康方面的效益尚需進一步研究，未來研究應持續關注其長期影響與個體差異，以建立更全面、具實證基礎的護眼策略。

參考文獻

1. A Cougnard-Gregoire, BMJ Merle, T Aslam, et al: Blue Light Exposure: Ocular Hazards and Prevention-A Narrative Review. Ophthalmol Ther 2023; 12(2): 755-88.
2. SA Charkhabi, Z Sharifi, R Janizadeh, et al: The effect of blue light on cognitive function at workplaces: A systematic review. Physiol Behav 2025; 289: 114758.
3. I Campbell, R Sharifpour, G Vandewalle: Light as a Modulator of Non-Image-Forming Brain Functions-Positive and Negative Impacts of Increasing Light Availability. Clocks Sleep 2023; 5(1): 116-40.
4. D Barroggi Constantino, KA Lederle, B Middleton, et al: The bright and dark side of blue-enriched light on sleep and activity in older adults. Geroscience 2025; 47(3): 3927-39.
5. NW Gentry, LH Ashbrook, YH Fu, et al: Human circadian variations. J Clin Invest 2021; 131(16): e148282.
6. MI Silvani, R Werder, C Perret: The influence of blue light on sleep, performance and wellbeing in young adults: A systematic review. Front Physiol 2022; 13: 943108.
7. JS Wolffsohn, G Lingham, LE Downie, et al: TFOS Lifestyle: Impact of the digital environment on the ocular surface. Ocul Surf 2023; 28: 213-52.
8. RL Silva, BPC Gonçalves, MHL Ferreira, et al: Consequences of Screen Time on Sleep Quality in Children and Adolescents: A Scoping Review. J Pediatr Health Care 2026; 40(1): 79-97.
9. A Amorim-de-Sousa, R Chakraborty, MJ Collins, et al: Blue light stimulation of the blind spot in human: from melanopsin to clinically relevant biomarkers of myopia. Bioelectron Med 2024; 10(1): 26.
10. S Singh, PR Keller, L Busija, et al: Blue-light filtering spectacle lenses for visual performance, sleep, and macular health in adults. Cochrane Database Syst Rev 2023; 8(8): CD013244.
11. M Khorrami-Nejad, SA Naroo, A Oklla, et al: Blue-light-filtering spectacle lenses in managing vision-related symptoms: an updated review. Ther Adv Ophthalmol 2026; 18: 25158414251412798.
12. I Robertson-Dixon, MJ Murphy, SG Crewther, et al: The Influence of Light Wavelength on Human HPA Axis Rhythms: A Systematic Review. Life (Basel) 2023; 13(10): 1968.