

職業暴露非游離輻射引起之視網膜傷害認定參考指引
(視網膜光傷害等症)

勞動部職業安全衛生署

中華民國108年4月

【本參考指引由勞動部職業安全衛生署委託鍾國棟醫師主筆修訂】

一、導論

非游離輻射係指光譜中波長較長(> 100 nm)，能量較低(< 12.4 eV) 之各種電磁波[1]，主要包括紫外線、可見光、紅外線、微波及電磁波等。由於能量較低，受暴露物質組成之原子不會產生游離，但仍會產生熱能[2]。美國疾病管制局(CDC)和國家安全衛生研究所(NIOSH)仍建議避免不必要暴露，以免造成標的器官之可能傷害（主要是皮膚和眼睛）[2,3]。有關各種非游離輻射引起之職業病，皮膚部分另有專門指引。眼疾部分由於白內障及光照性角結膜炎另有個論，故本篇指引以探討非游離輻射所造成之視網膜傷害為主。

此外，有鑑於近年智慧型裝置盛行，除電磁波可能造成的健康危害之外，一般人雙眼接受藍光(blue light or blue-enriched white light)暴露的時間急遽增加，兩造議題均引起廣泛討論。電磁波方面，美國食品藥物管理署(FDA)茲援引國際癌症研究機構(IARC)報告，說明智慧型裝置所發出電磁波為2B類致癌物，即致癌效果證據不足。同時FDA亦持續追蹤相關大型研究，以利更新[4]。

藍光暴露的部分，NIOSH雖未有文件明確規範職場潛在之傷害，但有研究指出，藍光會影響褪黑激素分泌，進一步影響睡眠周期[5,6]，或可影響工作表現[7]。此外，實際狀況下，人類為自由活動個體，無法比照動物實驗固定光照度及時間，故目前仍無證據證實藍光對人類之危害。

根據前版指引[8]及Tosini G等人文獻整理[9]，各種非游離輻射光造成視網膜傷害的機轉，主要有3種：光機械性(photomechanical)，光熱能(photothermal)及光化學(photochemical)。雖然觀念上如此區分，但傷害往往為1種以上機轉所致，如雷射光造成脈絡膜視網膜組織的溫度上升而產生局部的凝固和斑痕化，即可以涉及光機械性和光熱能傷害。光

機械性傷害是由於視網膜色素皮層細胞在短時間(約10的負9至負12次方秒)急遽吸收能量，進而造成光受器不可逆傷害。其劑量反應關係取決於吸收能量，和光譜波長較不相關。

光熱能反應則大約發生在100毫秒到10秒之間，造成視網膜的溫度上升攝氏10度C以上所致。

光化學反應的傷害較為常見。傷害通常來自可見光譜(390-600nm)之射源，且又可細分為兩種。第1種暴露暴露時間短(少於12小時)但強度高。第2種強度稍弱、但暴露時間較長(12~48小時)，對錐細胞的傷害較大，且來自藍光(400-440nm)的暴露傷害較鉅。第2種光化學反應不僅會產生活性氧分子(reactive oxygen species)，且會阻斷眼睛組織的營養供應及產生毒性。

至於光所造成的視網膜傷害程度可分為兩級。輕度主要是由視覺色素吸收功能而產生。重度是進一步直接影響到神經視網膜及色素上皮。

二、具潛在暴露之職業

- (一) 電焊作業
- (二) 雷射儀器操作

三、醫學評估與鑑別診斷

(一) 視網膜光傷害的臨床症狀

最初患者的視網膜上的視小凹會出現小的黃白色病灶，經過1至2星期後，病灶逐漸消失。通常視小凹會遺留下凹陷或是層狀破洞，患者會感覺視力模糊，影像呈現紅色以及中心視力缺損等現象。

眼底視網膜螢光血管攝影檢查在症狀輕微者，大多沒有特殊發現，但是在症狀較嚴重者，則有可能出現視小凹下色素上皮的空窗效應。在患病初期，視力通常下

降到0.5~0.2，約經過半年後，視力通常恢復至0.5~1.0。

(二) 視網膜光傷害的鑑別診斷：

其他疾病可能產生類似的視網膜病變，例如：黃斑視小凹視網膜炎，眼球鈍傷，鞭繩挫傷，其他沒有光輻射暴露及機械性傷害的眼疾。其鑑別診斷主要依靠病史的獲得，暴露環境的評估(即暴露射源之組成。舉例來說，射源若同時涵蓋紅外線及紫外線區段，則受暴露者的視網膜傷害會疊加)[10]，以及是否合併其他疾病或是其他挫傷傷害。

其他疾病可能產生類似的視網膜病變。但在非游離輻射部分，慢性傷害的案例非常罕見，尚無相關研究或證據[11]。

四、 流行病學證據

電銲所造成的光輻射視網膜傷害，最早於1902年被注意到。電焊所造成的黃斑部病變，主要是由於眼睛長期暴露於電焊時產生的光輻射，這些光輻射的強度並無法真正增加視網膜的溫度而造成光凝固作用。患者多為年輕人，主要是因為其工作經驗不夠，及眼睛光學結構清澈透光。這些電焊時所產生的光包括藍光及更加危險的紫外線UVA和UVB(波長分別為315nm和400nm)。

又如軍事或工業上使用的雷射儀器(如測距用雷射或目標導引雷射等)，亦會造成視網膜損傷。

值得注意的是，醫療作業雖有非游離輻射暴露之場合(如雷射、磁振造影和超音波)，然相關研究資料有限，未有充分證據指出任何潛在健康危害[12]。

五、 暴露證據收集方法

工作場所如焊接，熔接工業或其產生大量紫外線的環

境如高、低壓水銀燈，雷射切割、測距、和導引等，均有可能產生光輻射傷害。紫外線的測量方式有許多種，如光電管(photoelectric cell)，光電導管(photoconductive cell)，光伏板(photovoltaic cell)，光化學檢測儀(photochemical detector)等。必須留意，這種非游離輻射造成之傷害通常為急性，暴露時間極短(至多只有一兩秒)，且有明確射源在場，慢性效應罕見[13]。

六、結論

各種非游離的光輻射所引起的視網膜傷害，在臨床診斷時，必須有視網膜病灶的產生，同時職業上的可能情況也必須存在。再者其他者能引起類似病灶的疾病也要予以排除。

(一) 主要基準：

1. 工作場所中有明顯的電焊或是可能產生紫外線的暴露。
2. 工作場所中使用雷射儀器。
3. 影底檢查顯示在黃斑部有小的黃白色的病灶，同時眼底螢光血管攝影顯示色樹上皮空窗現象。
4. 明顯排除其他引起黃斑部病變的原因。

(二) 輔助基準：

在同樣的工作場所，類似工作性質的作業人員，有視網膜損傷的情形。

參考文獻

- [1] World Health Organization. Non-Ionizing Radiations – Sources, Biological Effects, Emissions and Exposures 20-22 Oct 2003. Web. 10 Aug 2017. (Available from: URL:<http://www.who.int/peh-emf/meetings/archive/en/keynote3ng.pdf>)
- [2] National Institute for Occupational Safety and Health. Non-Ionizing Radiation Web. 10 Aug, 2017. Web. 10 Aug 2017. (Available from: URL:https://www.osha.gov/SLTC/radiation_nonionizing/)
- [3] Centers for Disease Control and Prevention. Non-ionizing Radiation. Radiation Studies 7 Feb, 2017. Web. 10 Aug, 2017. (Available from: URL:https://www.cdc.gov/nceh/radiation/nonionizing_radiation.html)
- [4] U.S. Food & Drug Administration. Current Research Results. Radiation-Emitting Products 1 Oct 2014. Web. 10 Aug 2017. (Available from: URL:<https://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/HomeBusinessandEntertainment/CellPhones/ucm116335.htm>)
- [5] West KE, Jablonski MR, Warfield B, Cecil KS, James M, Ayers MA, et al. Blue light from light-emitting diodes elicits a dose-dependent suppression of melatonin in humans. *Journal of Applied Physiology* 2011; 110(3): 619-26.
- [6] Najjar RP, Wolf L, Taillard J, Schlangen LJ, Salam A, Cajochen C, et al. Chronic artificial blue-enriched white light is an effective countermeasure to delayed circadian phase and neurobehavioral decrements. *PLoS One* 2014; Jul 29;9(7):e102827.
- [7] Motamedzadeh M, Golmohammadi R, Kazemi R, Heidarimoghadam R. The effect of blue-enriched white light on cognitive performances and sleepiness of night-shift workers: A field study. *Physiology & Behavior* 2017; Aug 1;177:208-214.

- [8] 陳建同：各種非游離輻射引起之疾病認定參考指引。勞動部職業安全衛生署 - 職業病認定參考指引；2017。取自：<https://www.osha.gov.tw/media/1208/%E5%90%84%E7%A8%AE%E9%9D%9E%E6%B8%B8%E9%9B%A2%E8%BC%BB%E5%B0%84%E5%BC%95%E8%B5%B7%E4%B9%8B%E7%96%BE%E7%97%85%E8%AA%8D%E5%AE%9A%E5%8F%83%E8%80%83%E6%8C%87%E5%BC%95.pdf>
- [9] Tosini G, Ferguson I, Tsubota K. Effects of blue light on the circadian system and eye physiology. *Molecular Vision* 2016; Jan 24;22:61-72. eCollection.
- [10] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP Guidelines on Limits of Exposure to Incoherent Visible and Infrared Radiation. *Health Physics* 2013; 105(1):74-96.
- [11] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP Guidelines on Limits of exposure to Laser Radiation of Wavelength between 180nm and 1000um. *Health Physics* 2013; 105(3):271-295.
- [12] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP Statement on Diagnostic Devices Using Non-ionizing Radiation: Existing Regulations and Potential Health Risks. *Health Phys.* 2017; 112(3): 305–321.
- [13] European Commission. Information notices on occupational diseases: a guide to diagnosis. Luxembourg; 2009. p. 228-9.