

光照性角結膜炎(photokeratoconjunctivitis) 職業疾病認定

參考指引

計畫主持人鄭天浚醫師 執筆郭浩然醫師 黃奕彰醫師

一、導論

光照性角結膜炎主要導因於角膜及結膜受到紫外線傷害，因為常見於電焊業，所以又稱為電弧眼(arc eye)或是焊工閃(welder's flash)[1]。除了人造的紫外線，日常生活環境中亦有天然的紫外線，如日常活動接受到陽光的照射，以及來自於地面、水面或雪面反射而來的紫外線[2]。一般而言，職業性光照性角結膜炎主要由電焊及紫外燈所發出之B段紫外線(UV-B)引起，另有少數個案是電線短路發出的火花所導致[1,3]。

在原有的職業病種類表中，針對職業原因導致的眼部病變，僅有提及使用、處理各種機械、設備暴露於各種光線下之工作場所而引起之疾病，如白內障、電光性眼炎、皮膚炎、視神經炎、充血、網膜炎等症。另依勞委會頒定之結膜炎及其他眼疾職業病診斷認定參考指引為：

1、主要基準

- (1) 工作環境中明顯有化學物質的散佈，粉塵的產生，紫外線的暴露。
- (2) 臨床症狀及裂隙燈檢查皆符合結膜炎的診斷。
- (3) 於工作場所的暴露和結膜炎的發生有正確的時序性。
- (4) 經合理排除其他可能之致病物質或原因。

2、輔助基準

- (1) 在同樣的工作場所，相類似工作性質的工作人員有同樣結膜炎的發生。
- (2) 當離開工作場所一段時間後，結膜炎症狀即告消失。

以上認定基準涵蓋太多的疾病群及不同的暴露，在診斷職業疾病時不容易引用。光照性角結膜炎是眼部受紫外線照射所致的角膜結膜炎，電焊作業人員及所有從事接觸非游離輻射的作業人員皆可發生，觀看焊接過程卻沒有配戴防護眼鏡也會產生傷害，暴露於紫外線燈光下以及目視電線短路引起的火花也會導致同樣的傷害[4]。事實上一項國內的研究發現，由於職業的電焊工比較注意防護，大多數的患者是偶爾使用電焊工作的人，例如廣告看板的裝置工[1]。此光傷害與其他原因所造成之結膜炎在客觀檢查上是否有不同發現，以提供認定，因此，針對光照性角結膜炎的診斷基準，實有獨立出來建立自成一套認定標準的必要性。

二、具潛在性暴露之職業[1,5,6,7,8,9]

- (一)電焊工作，或位於電焊作業附近工作的人，暴露於電焊電弧產生之紫外線。
- (二)可能會直接目視短路引起之電弧的工作，因短路引起瞬間火花而暴露於紫外線之下。
- (三)可能因職業因素而暴露於人造紫外線的行業：使用紫外線之實驗室、手術室等區域的工作人員，如醫師、護士、理髮師、美容業、廚師、印刷業、塑膠製造業、食物消毒業、木材切割工、實驗室技術人員等，使用特定醫療雷射的醫師。

(四)因職業因素而暴露於陽光下或會接觸到太陽反光的工作，如農夫、建築工人、漁夫、花農、高爾夫球童、救生員、露天採礦工人、伐木工人、軍人、油田工人、管線維修工人、郵差、鐵路修護工人、馬路修護工人、滑雪教練等。

三、醫學評估與鑑別診斷

角膜及結膜因紫外線暴露受傷害後會先產生異物感，之後發生畏光、流淚等，症狀逐漸加劇而導致眼部劇痛，甚至眼睛無法睜開。檢查時可發現結膜充血、眼瞼腫脹、結膜水腫(chemosis)，裂隙燈下可看到角膜有許多淺穿刺性傷口(superficial punctate lesions)。角膜及結膜的傷害程度與光的波長、強度、接觸時間與光源相關，若波長越小、強度越強、接觸時間越久、距離光源越近，則對角結膜的損傷就越大[3]。以電線短路發出火花所導致的個案為例，因多屬近距離發生(30公分左右)，即使是一瞬間的短暫少量暴露，作用不亞於站在數公尺外觀看電焊[1,3]。光照性角結膜炎是一種光化學反應的結果，需要一段時間作用，不會馬上發生症狀，許多患者因此持續暴露相當長的時間，增加暴露的劑量。通常由暴露開始到症狀發作約 3-12 小時，因此患者往往是在晚上就醫 [1,5]。

光照性角結膜炎的症狀在於暴露 3-12 小時後產生，症狀包括眼部異物感、畏光、流淚、腫脹、劇痛等情形。裂隙光燈及螢光染色檢查可見角結膜表淺穿刺性傷口。若暴露時眼瞼是半閉狀況，會出現分界線(demarcation line)[3]。光照性角結膜炎預後不錯，一般經治療後 24-72 小時左右，症狀會減輕[3]。

需與之鑑別診斷的疾病包括有乾眼症、眼瞼炎、外傷、暴露性角膜病變、感染等。

四、流行病學證據

依據文獻[10,11]，紫外線的暴露會引起角膜及結膜的傷害，產生光照性角膜炎或光照性角結膜炎，症狀可由輕微不適到嚴重疼痛，甚至產生不可逆的傷害。

紫外線是一種不可見光，電磁波浦範圍由 100nm 至 400nm。依波長範圍可分為 UV-A(315 nm 至 400 nm)、UV-B(280 nm 至 315 nm)、UV-C(100 nm 至 280 nm)。UV-A 的穿透性最強，可以引起白內障的產生，而 UV-B 則是傷害性最強，最易造成角膜的損傷。因此，角膜及水晶體是眼睛最易受到紫外線傷害的兩個構造。

當暴露於過量的紫外線之下，角膜細胞即會產生損傷，且通常發生在紫外線暴露後的 3 至 12 小時左右。

眼球內構造對於紫外線的吸收，依照波長而有所不同，如以下表 1[11]

表 1 眼球各部位對各波長的紫外線吸收力

波長	角膜	房水	水晶體	玻璃體
100nm – 280nm	100%	0%	0%	0%
300nm	92%	6%	2%	0%
320nm	45%	16%	36%	1%
340nm	37%	14%	48%	1%

360nm	34%	12%	52%	2%
-------	-----	-----	-----	----

依據國內一份研究顯示，目前許多行業之作業場所均有可能使用人造紫外線的機會，如表 2[12]。

表 2 國內使用紫外線場所類別及使用用途

作業場所類別	使用用途	紫外線輻射型式
食品製造業	食品製程殺菌 使用器具殺菌 產品殺菌	UVC 殺菌燈(254nm)
飲料製造業	食品製程殺菌 使用器具殺菌 飲料產品殺菌	UVC 殺菌燈(254nm)
紡織業	纖維材料處理 紡織印染	UVA
家具製造業	木器、木材塗飾	UVA
汽車及其零件製造業	UV 固化塗料	UVA
環境衛生服務業	殺菌 光觸媒光源 廢水處理	UVC 殺菌燈(254nm)或 UVA
醫療保健服務業	醫療器材消毒	UVC 殺菌燈(254nm)
	皮膚疾病治療	UVA&UVB
	牙科補綴材料固化	UVA
電力設備製造業	紫外線燈管製造	
半導體產業	半導體製程	UVA 或 UVC
生物科技產業	UV 照膠系統 紫外線透照箱 誘發突變 無塵無菌操作櫃	UVC 殺菌燈(254nm)
銀行服務業	驗鈔機	UVA
精品服飾業	照明投射光源	UVA
運輸建築業	電鍍	UVA 或 UVB 或 UVC

而以不同行業之作業場所可能會使用到不同波長及強度的人造紫外線，如表 3[12]。

表 3 不同作業場所使用人造紫外線之波長及強度

作業場所類別	用途	紫外線種類及波長 (nm)	輻射強度範圍 (mW/cm ²)
電子產業	UV 接著劑固化	UVA(365)	200-8600
半導體產業	UV 固化	-	-

	UV 乾燥	UVA(365)	60-150
	UV 印刻	-	-
光電產業 (LCD 製程)	光刻	UVA(365-405)	-
	光固化	UVA(365)	-
	UV 光沖洗	UVC(254, 185)	-
醫療院所 食品製造業 飲料製造業 生物科技產業 環境衛生服務業	紫外線殺菌、 光觸媒光源	UVC(254)	400
牙醫診所	補齒材料固化	UVA(365)	600-1000
精品服飾店	照明投射光源 (鹵素燈源)	UVA(360)	0.2
家具製造業 印刷產業	UV 塗料固化 UV 油墨	UVA(365)	60-150
皮膚科門診	皮膚疾病治療	PUVA(320-400)	0.25-4 J/cm ²
		UVA1(340-400)	20-130 J/cm ²
		BBUVB 寬譜 UVB (290-320)	0.4J/cm ²
		NBUVB 窄譜 UVB (311)	0.4-1.8 J/cm ²
紡織業	纖維材料處理、 紡織印染	UVA、UVB、UVC (180-380)	-

五、暴露證據收集之方法

測量暴露時間、與暴露光源之距離以及暴露強度及波長。波長小於 300 nm 之 UV-B 很容易被角膜所吸收，所造成的傷害比其他波長的紫外線嚴重[3]。依據美國政府工業衛生師協會(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)所規範，以紫外線光譜儀及紫外線照度計測量暴露現場不同波長的紫外線光度(irradiance)，並訂出了紫外線的暴露界限值(threshold limit values, TLVs)。依照以下公式訂定最大暴露時間[13,14]，不同波長同時暴露時，以各波長的輻照度 (irradiance, W/cm²/nm, E λ) 乘以相對於 270 nm 的有效值 (relative spectral effectiveness, S λ)，求出有效輻照度 (effective irradiance, E_{eff}, J/sec/cm²)，再利用它計算容許暴露時間(permissible exposure times, PET)。

$$E_{eff} = \sum E\lambda S(\lambda) \Delta\lambda; PET = 0.003 [J/cm^2] / E_{eff} [W/cm^2]$$

E_{eff}：相對於 270 nm 的有效輻照度(J/sec/cm²)

E λ ：特定波長輻照度(W/cm²/nm)

S(λ)：相對於 270 nm 之有效值

$\Delta\lambda$ ：波長(nm)

PET：容許暴露時間(sec)

表 4 為紫外線的暴露界限值(TLVs)與相對光譜效值之對應[13]：

$$1 \text{ mJ/cm}^2 = 10 \text{ J/m}^2$$

表 4 紫外線各波長之暴露限值及相對光譜效值

波長 (nm)	暴露限值		相對光譜效值 Relative Spectral Effectiveness S(λ)
	TLV (J/m ²)	TLV (mJ/cm ²)	
180	2500	250	0.012
190	1600	160	0.019
200	1000	100	0.030
205	590	59	0.051
210	400	40	0.075
215	320	32	0.095
220	250	25	0.120
225	200	20	0.150
230	160	16	0.190
235	130	13	0.240
240	100	10	0.300
245	83	8.3	0.360
250	70	7.0	0.430
254	60	6.0	0.500
255	58	5.8	0.520
260	46	4.6	0.650
265	37	3.7	0.810
270	30	3.0	1.000
275	31	3.1	0.960
280	34	3.4	0.880
285	39	3.9	0.770
290	47	4.7	0.640
295	56	5.6	0.540
297	65	6.5	0.460
300	100	10.0	0.300
303	250	25	0.120
305	500	50	0.030
308	1200	120	0.026
310	2000	200	0.015
313	5000	500	0.006
315	1.0 x 10 ⁴	1.0 x 10 ³	0.003
316	1.3 x 10 ⁴	1.3 x 10 ³	0.0024
317	1.5 x 10 ⁴	1.5 x 10 ³	0.0020
318	1.9 x 10 ⁴	1.9 x 10 ³	0.0016
319	2.5 x 10 ⁴	2.5 x 10 ³	0.0012
320	2.9 x 10 ⁴	2.9 x 10 ³	0.0010
322	4.5 x 10 ⁴	4.5 x 10 ³	0.00067
323	5.6 x 10 ⁴	5.6 x 10 ³	0.00054
325	6.0 x 10 ⁴	6.0 x 10 ³	0.00050
328	6.8 x 10 ⁴	6.8 x 10 ³	0.00044

330	7.3×10^4	7.3×10^3	0.00041
333	8.1×10^4	8.1×10^3	0.00037
335	8.8×10^4	8.8×10^3	0.00034
340	1.1×10^4	1.1×10^3	0.00028
345	1.3×10^5	1.3×10^3	0.00024
350	1.5×10^5	1.5×10^4	0.00020
355	1.9×10^5	1.9×10^4	0.00016
360	2.3×10^5	2.3×10^4	0.00013
365	2.7×10^5	2.7×10^4	0.00011
370	3.2×10^5	3.2×10^4	0.000093
375	3.9×10^5	3.9×10^4	0.000077
380	4.7×10^5	4.7×10^4	0.000064
385	5.7×10^5	5.7×10^4	0.000053
390	6.8×10^5	6.8×10^4	0.000044
395	8.3×10^5	8.3×10^4	0.000036
400	1.0×10^6	1.0×10^5	0.000030

而允許暴露時間與有效光度的對應如下表 5[13,14,15]

表 5 允許暴露時間與有效光度對應

每天暴露時間	有效光度(effective irradiance), $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
8 小時	0.1
4 小時	0.2
2 小時	0.4
1 小時	0.8
30 分鐘	1.7
15 分鐘	3.3
10 分鐘	5
5 分鐘	10
1 分鐘	50
30 秒	100
10 秒	300
1 秒	3000
0.5 秒	6000
0.1 秒	30000

如果實際上的測量不可行，可請患者提供證據證實曾目視電焊、紫外光、電線短路發生的火花等暴露源。

六、結論

光照性角結膜炎診斷指引建議如下：

光照性角結膜炎(photokeratoconjunctivitis) 職業疾病認定

參考指引

計畫主持人鄭天浚醫師 執筆郭浩然醫師 黃奕彰醫師

(一)主要基準

1.疾病診斷：需符合下列三條件

- (1)臨床症狀：眼部異物感、畏光、流淚、腫脹、劇痛等。
 - (2)身體檢查：結膜充血、眼瞼腫脹、結膜水腫等。
 - (3)實驗室裂隙燈檢查：角結膜表淺穿刺性傷口或出現分界線等。
- 2.工作環境中有紫外線的暴露。如短暫電弧暴露的證據，或是工作中可能暴露於紫外線環境之下，可依附表一及附表二調查可能暴露的人造紫外線來源。
- 3.正確的時序性。由暴露開始到症狀發作通常約 3-12 小時左右，一般情況治療後約 24-72 小時左右，症狀即會減輕，預後良好且少有後遺症。
- 4.經合理排除其他可能之致病物質或原因。

(二)輔助基準

- 1.在同樣的工作場所，相類似工作性質的工作人員有同樣光照性角結膜炎的發生。
- 2.暴露於人造紫外線的工作環境，可依照附表三及附表四美國政府工業衛生師協會的表格，調查是否超過暴露限值及容許暴露時間。

附表一 國內使用紫外線場所類別及使用用途

作業場所類別	使用用途	紫外線輻射型式
食品製造業	食品製程殺菌 使用器具殺菌 產品殺菌	UVC 殺菌燈(254nm)
飲料製造業	食品製程殺菌 使用器具殺菌 飲料產品殺菌	UVC 殺菌燈(254nm)
紡織業	纖維材料處理 紡織印染	UVA
家具製造業	木器、木材塗飾	UVA
汽車及其零件製造業	UV 固化塗料	UVA
環境衛生服務業	殺菌 光觸媒光源 廢水處理	UVC 殺菌燈(254nm)或 UVA
醫療保健服務業	醫療器材消毒	UVC 殺菌燈(254nm)
	皮膚疾病治療	UVA&UVB

	牙科補綴材料固化	UVA
電力設備製造業	紫外線燈管製造	
半導體產業	半導體製程	UVA 或 UVC
生物科技產業	UV 照膠系統 紫外線透照箱 誘發突變 無塵無菌操作櫃	UVC 殺菌燈(254nm)
銀行服務業	驗鈔機	UVA
精品服飾業	照明投射光源	UVA
運輸建築業	電鍍	UVA 或 UVB 或 UVC

張振平。作業環境非游離輻射-紫外線危害評估技術探討。台北：勞工安全衛生研究所，2008。

附表二 不同作業場所使用人造紫外線之波長及強度

作業場所類別	用途	紫外線種類及波長 (nm)	輻射強度範圍 (mW/cm ²)
電子產業	UV 接著劑固化	UVA(365)	200-8600
半導體產業	UV 固化	-	-
	UV 乾燥	UVA(365)	60-150
	UV 印刻	-	-
光電產業 (LCD 製程)	光刻	UVA(365-405)	-
	光固化	UVA(365)	-
	UV 光沖洗	UVC(254, 185)	-
醫療院所 食品製造業 飲料製造業 生物科技產業 環境衛生服務業	紫外線殺菌、 光觸媒光源	UVC(254)	400
牙醫診所	補齒材料固化	UVA(365)	600-1000
精品服飾店	照明投射光源 (鹵素燈源)	UVA(360)	0.2
家具製造業 印刷產業	UV 塗料固化 UV 油墨	UVA(365)	60-150
皮膚科門診	皮膚疾病治療	PUVA(320-400)	0.25-4 J/cm ²
		UVA1(340-400)	20-130 J/cm ²
		BBUVB 寬譜 UVB (290-320)	0.4J/cm ²
		NBUVB 窄譜 UVB (311)	0.4-1.8 J/cm ²
紡織業	纖維材料處理、 紡織印染	UVA、UVB、UVC (180-380)	-

張振平。作業環境非游離輻射-紫外線危害評估技術探討。台北：勞工安全衛生研究所，2008。

附表三 紫外線各波長之暴露限值及相對光譜效值

波長 (nm)	暴露限值 TLV (J/m ²)	暴露限值 TLV (mJ/cm ²)	相對光譜效值 Relative Spectral Effectiveness S(λ)
180	2500	250	0.012
190	1600	160	0.019
200	1000	100	0.030
205	590	59	0.051
210	400	40	0.075
215	320	32	0.095
220	250	25	0.120
225	200	20	0.150
230	160	16	0.190
235	130	13	0.240
240	100	10	0.300
245	83	8.3	0.360
250	70	7.0	0.430
254	60	6.0	0.500
255	58	5.8	0.520
260	46	4.6	0.650
265	37	3.7	0.810
270	30	3.0	1.000
275	31	3.1	0.960
280	34	3.4	0.880
285	39	3.9	0.770
290	47	4.7	0.640
295	56	5.6	0.540
297	65	6.5	0.460
300	100	10.0	0.300
303	250	25	0.120
305	500	50	0.030
308	1200	120	0.026
310	2000	200	0.015
313	5000	500	0.006
315	1.0 x 10 ⁴	1.0 x 10 ³	0.003
316	1.3 x 10 ⁴	1.3 x 10 ³	0.0024
317	1.5 x 10 ⁴	1.5 x 10 ³	0.0020
318	1.9 x 10 ⁴	1.9 x 10 ³	0.0016
319	2.5 x 10 ⁴	2.5 x 10 ³	0.0012
320	2.9 x 10 ⁴	2.9 x 10 ³	0.0010
322	4.5 x 10 ⁴	4.5 x 10 ³	0.00067
323	5.6 x 10 ⁴	5.6 x 10 ³	0.00054
325	6.0 x 10 ⁴	6.0 x 10 ³	0.00050
328	6.8 x 10 ⁴	6.8 x 10 ³	0.00044

330	7.3×10^4	7.3×10^3	0.00041
333	8.1×10^4	8.1×10^3	0.00037
335	8.8×10^4	8.8×10^3	0.00034
340	1.1×10^4	1.1×10^3	0.00028
345	1.3×10^5	1.3×10^3	0.00024
350	1.5×10^5	1.5×10^4	0.00020
355	1.9×10^5	1.9×10^4	0.00016
360	2.3×10^5	2.3×10^4	0.00013
365	2.7×10^5	2.7×10^4	0.00011
370	3.2×10^5	3.2×10^4	0.000093
375	3.9×10^5	3.9×10^4	0.000077
380	4.7×10^5	4.7×10^4	0.000064
385	5.7×10^5	5.7×10^4	0.000053
390	6.8×10^5	6.8×10^4	0.000044
395	8.3×10^5	8.3×10^4	0.000036
400	1.0×10^6	1.0×10^5	0.000030

Ultraviolet Radiation Guide. Navy Environmental Health Center. April, 1992.

附表四 允許暴露時間與有效光度對應

每天暴露時間	有效光度(effective irradiance), $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
8 小時	0.1
4 小時	0.2
2 小時	0.4
1 小時	0.8
30 分鐘	1.7
15 分鐘	3.3
10 分鐘	5
5 分鐘	10
1 分鐘	50
30 秒	100
10 秒	300
1 秒	3000
0.5 秒	6000
0.1 秒	30000

1. Ultraviolet Radiation Guide. Navy Environmental Health Center. April, 1992.
2. 黃百榮、范豪益、蘇千田、吳衣均、林玟璣。紫外線與白內障：個案報告，中華民國環境職業醫學會會訊。2009;12:5-10。
3. Guidelines for Protecting the Safety and Health of Health Care Workers. National Institute for Occupational Safety and Health. September 1988.

七、參考文獻

1. Yen YL, Lin HL, Lin HJ, et al. Photokeratoconjunctivitis caused by different light sources. Am J Emerg Med 2004;22:511-515.
2. Environmental Protection Agency. Prevent Eye Damage--Protect Yourself from UV Radiation August, 2010. from <http://www.epa.gov/sunwise/doc/eyedamage.pdf>
3. 嚴元隆、張國輝、林幸臨、林宏榮、郭浩然。電線短路火花引起之光照性角結膜炎，中華職業醫學雜誌 2003;10:21-24。
4. 郭育良、許昺奇、郭浩然等。職業病概論。台北：華杏出版社 2007。
5. 劉卓文、林鴻儒、陳宣志、陳俊傑。門診個案報告—紫外線輻射傷害，基層醫學。2005;20:174-178。
6. Daxecker F, Blumthaler M, Ambach W. Ultraviolet exposure of cornea from sunbeds. Lancet 1994;344:886.
7. Centers for Disease Control and Prevention. NIOSH Workplace Safety and Health Topic--UV Radiation. August 9, 2010, from <http://www.cdc.gov/niosh/topics/uvradiation/>
8. 劉卓文、林鴻儒、陳宣志、陳俊傑。紫外線輻射傷害個案報告。中華民國環境職業醫學會訊 2007;01:4-9。
9. 謝靜茹、劉秀雯。眼用雷射與環境衛生之關係。中華民國醫用雷射光電學會電子期刊 2003。
10. World Health Organization. Ultraviolet Radiation as a Hazard in the Workplace. 2003. from http://www.who.int/uv/publications/en/occupational_risk.pdf
11. Jo MC. Ultraviolet (UV) Radiation Safety. Environmental Health and Safety, University of Nevada Reno April, 2005. from <http://www.americanairandwater.com/UV-pdf/ultraviolet-radiation-safety.pdf>
12. 張振平。作業環境非游離輻射-紫外線危害評估技術探討。台北：勞工安全衛生研究所 2008。
13. Ultraviolet Radiation Guide. Navy Environmental Health Center April, 1992. from <http://www-nehc.med.navy.mil/downloads/ih/UVDOC.PDF>
14. 黃百榮、范豪益、蘇千田、吳衣均、林玟璣。紫外線與白內障：個案報告。中華民國環境職業醫學會會訊。2009;12:5-10。
15. Guidelines for Protecting the Safety and Health of Health Care Workers. National Institute for Occupational Safety and Health. September 1988. from <http://www.cdc.gov/niosh/docs/88-119/control.html>
http://www.lasermed.org.tw/magzine/2003/200307_2.pdf