

光污染对人眼视觉质量的影响

陈 潇¹, 何书喜²

作者单位:¹(421001)中国湖南省衡阳市,南华大学医学院;²(410005)中国湖南省长沙市,湖南省人民医院眼视光学中心
作者简介:陈潇,女,在读硕士研究生,研究方向:屈光学。
通讯作者:何书喜,主任医师,主任,硕士研究生导师,研究方向:屈光手术学. shuxi9918@163.com
收稿日期:2009-11-11 修回日期:2009-12-17

Influence of light-pollution on visual quality

Xiao Chen¹, Shu-Xi He²

¹School of Medicine, University of South China, Hengyang 421001, Hunan Province, China; ²Ophthalmic and Optometric Center Hunan Provincial People's Hospital, Changsha 410005, Hunan Province, China

Correspondence to: Shu-Xi He. Ophthalmic and Optometric Center Hunan Provincial People's Hospital, Changsha 410005, Hunan Province, China. shuxi9918@163.com

Received:2009-11-11 Accepted:2009-12-17

Abstract

• Light is one of the most important environmental factors on which all living beings in nature rely to survive. With the changes in the environment, the light-pollution is worsening and its influence on the visual quality of the human eyes is deepening. The influence of light-pollution on human eyes damage and visual quality was summarized in this paper.

• KEYWORDS: light-pollution; visual quality

Chen X, He SX. Influence of light-pollution on visual quality. *Int J Ophthalmol(Guji Yanke Zazhi)* 2010;10(3):530-532

摘要

光是自然界一切生物赖以生存的环境中最重要的因素之一,随着环境的转变,光污染日益严重,对人眼视觉质量的影响不断加深。我们将就光污染对人眼的损伤及对视觉质量的影响进行综述。

关键词:光污染;视觉质量

DOI:10.3969/j.issn.1672-5123.2010.03.041

陈潇,何书喜.光污染对人眼视觉质量的影响.国际眼科杂志 2010;10(3):530-532

0 引言

光污染泛指影响自然环境,对人类正常生活、工作、休息和娱乐带来不利影响,损害人们观察物体的能力,引起人体不舒适感和损害人体健康的各种光。在眼部,光污染可致眼睑、泪腺、结膜、角膜、晶状体、葡萄膜和视网膜的损

伤。眼部疾病如年龄相关性黄斑变性,视网膜色素变性等视网膜进行性变性等已成为视力损害和致盲的常见病因,实验证明其发病与长时间光辐射损伤有关^[1]。近年来许多流行病学调查和实验研究表明,光污染对人眼视觉质量损害的发生率高,危害大,光污染越来越引起国内外学者的关注。我们将就光污染对眼的损伤部位及产生的相关疾病等方面进行综述。

1 光污染的构成

光污染国际上一般分为白亮污染、人工白昼和彩光污染。Draper指出凡是被表面组织反射的辐射光,对组织不会发生影响,只有吸收了的辐射光才能对组织产生影响^[2]。因此,根据不同波长电磁波对眼的损伤可分为非电离辐射损伤及电离辐射损伤^[3]。非电离辐射损伤包括红外线、可见光、紫外线、微波及激光损伤。电离辐射损伤包括X射线、 γ 射线、中子流等^[4]。

2 各种辐射对眼的影响

组织是否容易受损伤,取决于光在眼屈光间质内的传导能力,这与辐射光线的种类、波长、强度、照射时间和面积以及这些组织对辐射波段的吸收情况,即机体内细胞与组织对放射的敏感性等有密切关系。

2.1 电离辐射对眼的损伤 电离辐射对眼的损伤X射线、 γ 射线等电离射线,波长短,能量强,穿透力大,穿透组织的能力强,对组织的损伤也大。研究表明^[5]电离辐射早期对眼损伤仅为结膜炎,随着剂量加大角膜也有损伤,并有短暂的炎症反应,辐射后几周可以得到一定程度的恢复。60Gy以上的剂量将引起角膜溃疡,有穿孔、失明的可能。最易发生的晚期并发症是晶状体白内障。儿童的晶状体耐受程度更差。最严重的并发症是视网膜病及视神经病。这两者的发生是由于辐射引起微血管病变。50~60Gy的剂量就常会出现视野缺损,也有的完全失明。眼部组织中以晶状体上皮对射线最为敏感^[6],晶状体的损害亦称电离辐射性的白内障,习惯上称为放射线性白内障。Cogan等先后对电离辐射性白内障病例研究后发现电离辐射中X射线、 γ 射线及中子线等所产生的白内障其形态大致相同^[7]。Shields等^[8]发现视网膜接受了过大剂量照射,使得放射性视网膜病变的发生率显著增加。实验表明X-线辐射对视觉系统发育也有严重影响^[9]。

2.2 非电离辐射对眼的损伤 红外线、可见光、紫外线、激光、微波等非电离射线,波长越长,能量越小,穿透力越弱,对组织损伤也小。

2.2.1 红外线对眼的损伤 红外线对眼睛的伤害主要是高温导致角膜基质蛋白损伤、角膜混浊,晶状体局部混浊引起白内障。也可导致慢性睑缘炎、结膜炎。在红外线下长期工作的工人,也可因为泪膜的不断蒸发,副泪腺分泌不畅而出现干眼的症状,有些还可以出现眼调节衰退的早老现象。

2.2.2 紫外线对眼的损伤 主要损伤部位为角膜及晶状体,还可损伤视网膜、玻璃体黄斑部等。紫外线对眼的伤

害主要是短波(远)紫外线引起的。波长在 285nm 时,易被角膜吸收,对角膜的损伤力最大。反复的紫外线照射,可引起慢性睑缘炎和急性角膜结膜炎^[10],还可促使翼状胬肉的形成^[11]。生活中发生的急性角膜、结膜炎(电光性眼炎)多为辐射 ultraviolet radiation B(UVB)和 ultraviolet radiation C(UVC)的人工源引起, ultraviolet radiation R(UVR)照射结束后,角膜基底层细胞再生,上皮细胞的脱落达到一个动态平衡,角膜炎随之消退^[12]。紫外线辐射对晶状体的损伤是长期的慢性蓄积作用结果。Lerman 将受紫外线照射的人眼晶状体变性,晶状体变为棕色,产生的皮质性白内障或后囊下白内障称为紫外线性白内障。紫外线辐射导致白内障发病机制尚未完全清楚。叶娟等^[13]已经证实晶状体发生混浊与近紫外线、微波辐射等相关因素导致晶状体上皮细胞受损,胞间通讯功能下降有关。有学者认为在评价紫外线引发白内障因素时年龄也要考虑在内^[14,15],Lofgren 等用 300nm 紫外线照射不同年龄及性别的 Sprague Dawley(SD)鼠。结果发现年龄较轻的鼠发生前囊下白内障、赤道部白内障及核性白内障,而年龄较大的鼠只发生前二种类型,且年轻的鼠损伤程度较其他明显。故得出结论年龄较轻的比较易受紫外线损伤。但性别之间对紫外线敏感性无差异。

2.2.3 可见光对眼的损伤 相关研究表明可见光可引起视网膜形态损害及功能改变^[16],可促使视网膜退行性变性恶化^[17]。可见光可以诱导培养的人视网膜色素上皮细胞凋亡^[18]。视网膜光感受细胞和色素上皮(RPE)细胞可被过量光照损伤^[19-21]。长期、低强度、间歇性的阳光辐射以及眼科常用诊疗器械的强光源照射都可造成视网膜光化学损伤,最终导致光感受器和视网膜色素上皮变性^[19],造成的视力障碍,如“日食性视网膜病变”。实验及临床病例报告均证实,视网膜黄斑中心凹上方及颞侧对光损伤高度敏感,视盘周围和锯齿缘的光感受细胞对光损伤的耐受性较强。重复光照射可照成视网膜累积性损伤,长期低强度间歇性可见光照射加速视网膜黄斑的老化过程,表现为色素上皮层色素脱失和光感受器进行性变性,老年性黄斑变性等为可见光长期照射有关的慢性眼部疾病^[22,23]。

2.2.4 微波对眼的损伤 微波对眼的损伤为晶状体、角膜、虹膜、睫状体、视网膜。微波可诱导视网膜神经节细胞凋亡,损伤程度与微波辐射强度呈正相关^[24]。微波导致的视网膜急慢性损伤可导致暂时和永久的视觉障碍。高功率微波可导致白内障学者们已达成共识,其机制可能为照射可干扰细胞正常的生长增殖周期进程^[25]。有研究表明^[26],低强度微波辐射可引起连接蛋白 Connexin43 损伤,抑制晶状体上皮细胞间隙连接通讯,从而导致晶状体内的渗透压不平衡,引发早期白内障。

2.2.5 激光对眼的损伤 激光器是基于受激辐射光放大产生的一类特殊光源。按其激光所致各种眼组织伤中,危害最大的是视网膜损伤,尤其是黄斑区损伤的后果更为严重。光凝的热效应主要作用点在视网膜色素上皮层,但温度的扩散,向上可波及内外颗粒层,向下波及脉络膜,甚至达到巩膜。经瞳孔和经巩膜的激光光凝治疗肿瘤时可有视网膜血管闭塞、视网膜前纤维增生、视网膜牵拉、视网膜脱离、肿瘤复发等副作用^[27]。

3 光污染对视觉质量影响

前文已述光污染对眼组织的影响,眼组织的损伤会影响视觉质量。如何评价光污染对视觉质量各方面的影响,

目前仍存在很多问题。

3.1 光污染对视力的影响 世界卫生组织在 1998 年的调查报告中指出,过量的电磁辐射可导致视力下降,严重者可导致视网膜脱离。视网膜的分辨率在整体范围内是不均匀的,黄斑区具有最强的分辨能力,视网膜可以被认为是眼光学系统的成像屏幕。视力主要反映黄斑区的视功能。可见光损伤所致的热和光化学作用可引起黄斑损伤,对视力有不同程度的影响^[28]。随着年龄的增加,黄斑区存在线粒体 DNA 和细胞色素氧化酶的功能异常,可能和光损伤有关^[29]。光损伤的动物模型一直被用来模拟老年性黄斑变性进行前期基础性研究^[30]。长期从事强光高温工作调节力有明显衰退。Hafezi 等^[31]观察到光损伤时鼠的视网膜视细胞形态改变较 DNA 裂解早,色素上皮细胞的形态改变与 DNA 裂解同时发生。有报道支持光损伤时,氧化物的堆积损伤了视杆细胞线粒体 DNA^[32],线粒体功能的失代偿最终导致了视杆细胞的死亡^[33]。视网膜的光损伤也可由眼科检查仪器的强光源或手术显微镜引起。另外,人眼的调节是为了对不同物距的目标成像而改变屈光力的过程。人眼的调节是通过晶状体曲率的改变而实现的。而晶状体曲率的改变又是通过睫状肌的收缩和舒张作用引起的。电脑、电视、游戏机等各种屏幕的闪烁,对眼睛是不好的刺激,久而久之造成视力下降,使睫状肌长时间得不到松弛,一直处于痉挛状态,形成近视^[34]。在成长过程中,近视受环境影响的重要性远远超过了其他因素。据测定,白粉墙光反射系数值 69%~80%,镜面玻璃光反射系数值 82%~88%,特别是光滑的粉墙和洁白的书籍纸张系数值高达 90%以上,这些光线导致了视力的下降。我国高中生近视率在 60%以上也说明了光污染对视力的损害。

3.2 光污染对对比敏感度的影响 视觉对比敏感度是一种形觉检查法,它反映视觉系统在明亮对比变化下对不同空间频率的正弦光栅的识别能力,可以间接反映外界物体在视网膜上的光学成像质量,代表了视网膜的功能状况,在一定程度上反映了人眼的视觉质量^[35]。在眼球任何部分的光学变化或神经视网膜系统的变化均可引起对比敏感度函数曲线的变化。在 85cd/m²的环境中分辨 6.0c/d 的视标时对比敏感度(contrast sensitivity,CS)值最高,即人眼分辨中空间频率视标的能力最强^[36]。视网膜神经系统的病变一般表现为低频段对比敏感度曲线下降,角膜等眼屈光介质的病变一般表现为高频段对比敏感度曲线的下降。早期白内障的对比敏感度功能(contrast sensitivity function,CSF)在低对比度下降较大,年龄相关性黄斑变性者,CSF 在所有对比度均下降。眩光经常用来描述对比度降低后引起的视觉不适现象,眩光可以分为不适眩光或失能眩光,前者不影响分辨力但可出现视疲劳等不适,后者则使成像的对比度降低,影响分辨力^[37]。眩光的外部因素主要为各种照明光源,包括太阳光、照明灯光、同时也包括间接反射、如雪地反射、水面反射、平滑路面反射等;眼内因素主要是由于眼内各屈光介质或各屈光界面问题出现对入射光产生漫反射而产生眩光现象:如角膜水肿、角膜瘢痕、白内障等^[38]。当人眼受到高亮度眩光的刺激时,眼睛瞳孔缩小,顺应状态变差,眼睛会明显感到不舒适。如果光亮度达到或超过人眼所能承受的最大亮度(约为 106cd/m²)时,还可能损伤人眼视网膜,而丧失明视能力。在实际生活中,当在台灯下看书时,由于纸张的弱镜面反射,眼睛会感到纸的表面上好像是覆盖上一层“光幕”。

这种特殊的眩光,人们对它的感知甚少,当它并不十分明显时,对人眼造成的刺激作用也不很强烈。正是这种对视觉刺激不很显著的特殊眩光,在书写照明中人们往往轻视了它对眼睛的危害性。但是,如果视觉长期处在这种光环境下,即使是很弱的眩光,日积月累,不经意间,也会使人经常感到轻度的头晕目眩,使视力逐渐下降。严重时便会引起眼睛酸痛、流泪、视力急速减退^[39]。相关研究结果表明,眩光对海军飞行员暮视视觉功效有明显影响,使得正确辨认目标的距离缩短30%,正确率下降约20%,反应时延长了约7%^[40]。

3.3 光污染对色觉及双眼视觉功能的影响 人类的三原色感觉由视锥细胞的光敏色素决定,三原光等量刺激锥状感光细胞,可产生全频白色,使其锥状细胞失去调色功能,使睫状肌收缩增加或迟缓障碍,构成一个‘强光弱色’的视觉环境,这种环境全频反光很强,却没有色彩,眼睛受到强刺激,色觉功能受到抑制,使人眼产生视觉疲劳^[41]。立体视是双眼单视三级功能,产生的主要原因是:两眼对空间的某一物体具有相对性双眼视差,使该物体在两眼视网膜上所成的像形成微细的水平性侈开,再经双眼视中枢的融像作用而产生三维空间感觉。观察目标的亮度与背景亮度相同,同两者反差,目标亮度——背景亮度,背景亮度最大时,前者的立体视阔是后者的三倍,后者的立体视锐度是前者的三倍。双眼照度不平衡对立体视影响甚小,双眼颜色不平衡能引起立体视下降^[42]。

综上所述,各种光污染对人眼损伤部位各有不同,影响程度大小不一,这需要我们对其做更深入的探讨和研究,从而根据影响提出有利的预防和治疗措施,给人们带来更佳的视觉质量。

参考文献

- 1 孟岩,牛膺筠,曲红. 重组人促红细胞生成素对人视网膜色素上皮细胞光化学损伤保护性作用的研究. 中华眼科杂志 2008;44(1):50-55
- 2 蔡舒用. 创伤眼科学. 北京:人民军医出版社 1988;466
- 3 范军. 电离与非电离辐射对眼部的损害. 中国眼镜科学杂志 2005;5(5):79-83
- 4 宋秀君. 眼外伤. 西安:第四军医大学出版社 2007;323-325
- 5 Hempel M, Hinkelbein W. Eye sequelae following external irradiation. *Recent Results Cancer Res* 1993;130:231-236
- 6 李凤鸣. 中华眼科学. 中册. 北京:人民卫生出版社 2005;1422
- 7 张卯年. 眼创伤. 北京:军事医学科学出版社 2007;391
- 8 Shields CL, Shields JA, Minelli S, et al. Regression of retinoblastoma after plaque radiotherapy. *Am J Ophthalmol* 1993;115(2):181-187
- 9 Inagaki S, Kotani T. Lens formation in the absence of optic cup in rat embryos irradiated with soft X2ray. *Vet Ophthalmol* 2003;6(1):61
- 10 潘刚雷,翁阿宝,房家安,等. 一起紫外线致急性角膜结膜炎调查. 浙江预防医学 2008;18(2):20-21
- 11 彭云,张明昌. 紫外线与翼状胬肉形成. 中国热带医学 2006;6(1):160-162
- 12 金希鹏. 紫外线对人体健康的不利影响. 环境与职业医学 2002;2:144-148
- 13 叶娟,姚克,鲁德强,等. 两种低强度微波辐射致兔晶状体上皮细胞改变的定量研究. 中华眼科杂志 2003;39(6):361-364
- 14 Dong X, Ayala M, Lofgren S, et al. Ultraviolet radiation induced cataract: age and maximum acceptable dose. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44(3):1150
- 15 Lofgren S, Michael R, Soderberg PG. Impact of age and sex in ultraviolet radiation cataract in the rat. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44(4):1629
- 16 Iso MOM. Experiment on Visual cell by nature and men; in search of treatment for photoreceptor degeneration. *Invest Ophthalmol Vis Sci*

- 1989;30(12):2430-2450
- 17 王红云,牛膺筠,王培嵩,等. 重组人促红细胞生成素对小鼠视网膜光损伤的防护作用. 中华眼科杂志 2005;41(5):434-438
- 18 周咏东. 可见光照射对培养的人视网膜色素上皮细胞的影响. 中华眼底病杂志 2002;18:227-230
- 19 王雨生,严密. 可见光对原代培养人视网膜色素上皮细胞的光化学损伤. 中华眼底病杂志 1996;12(3):174-176
- 20 Ang J, Seko Y, Tokoro T, et al. Observation of ultrastructural changes in cultured retinal pigment epithelium following exposure to blue light. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1998;36(9):696-701
- 21 Gorgels Tgmf, Van Norren D. Ultraviolet and green light cause different types of damage in rat retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995;36(5):851-863
- 22 West SK, Rosenthal FS, Bressler NM, et al. Exposure to sunlight and other risk factors for age-related macular degeneration. *Arch Ophthalmol* 1989;107(6):875-879
- 23 Taylor HR, Munoz B. The long-term effects of visible light on the eye. *Arch Ophthalmol* 1992;110(1):99-100
- 24 石峰,马春杨. 高功率微波致视网膜神经节细胞损伤的研究. 黑龙江医学 2008;32(3):178-181
- 25 姜涛,王德文,张建,等. 高功率微波对兔眼晶状体上皮细胞 P21WAF1 及 Cyclin E 表达的影响. 中华物理医学与康复杂志 2004;6:324-327
- 26 Ye J, Yao K, Zeng Q, et al. Changes in gap junctional intercellular communication in rabbits lens epithelial cells induced by low power density microwave radiation. *Published in: Chin Med J (Engl)* 2002;115(12):1873-1876
- 27 Scheffler AC, Ciciarelli N, Feuer W, et al. Macular retinoblastoma: evaluation of tumor control, local complications and visual outcomes for eyes treated with chemotherapy and repetitive foveal laser ablation. *Ophthalmology* 2007;114(1):162-169
- 28 赵堪兴,杨培增. 眼科学. 北京:人民卫生出版社 2008;292-293
- 29 Barron MJ, Johnson MA, Andrews RM, et al. Mitochondrial abnormalities in ageing macular photoreceptors. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42:3016-3022
- 30 Marc RE, Jones BW, Watt CB, et al. Extreme retinal remodeling triggered by light damage: implications for age related macular degeneration. *Mol Vis* 2008;42(14):782-806
- 31 Hafezi F, Marti A, Munz K, et al. Light-induced apoptosis: differentiating in the retinal and pigment epithelium. *Exp Eye Res* 1997;64:963-970
- 32 Godley BF, Shamsi FA, Liang FQ, et al. Blue light induces mitochondrial DNA damage and free radical production in epithelial cells. *J Biol Chem* 2005;280:21061-21066
- 33 Carmody RJ, McGowan AJ, Cotter TG. Reactive oxygen species as mediators of photoreceptor apoptosis *in vitro*. *Exp Cell Res* 1999;248:520-530
- 34 梁杰仁. 中小生视力下降的原因及防治对策. 地方病通报 2009;24(2):53
- 35 Howe JW, Mitchell KW. The objective assessment of contrast sensitivity function by electrophysiological means. *Br J Ophthalmol* 1984;68(9):626-638
- 36 宋伟琼,谭浅,夏朝华. 正常人对比敏感度的特征. 国际眼科杂志 2007;7(4):1060-1062
- 37 董喆,王宁利,李树宁,等. 眩光发生因素对有晶状体眼人工晶状体选择的影响. 眼科 2008;17(5):316-321
- 38 瞿佳. 视光学理论和方法. 北京:人民卫生出版社 2004;182-183
- 39 赵庶. 书写照明中反射眩光对视觉的影响. 企业标准化. 2008;2:33-34
- 40 时粉周,王钰,鲁毅钧. 眩光对海军飞行员暮视视觉工效的影响. 海军医学杂志 2007;28(1):16-17
- 41 唐永连,谷静芝,李少白,等. 视觉环境中的光与色觉机理-防光污染与防近视. 中国眼镜科技杂志 2003;3:58-59
- 42 李乐平. 立体视觉研究及其临床意义. 眼科新进展 1995;15(1):57-59