

论著 DOI: 10.16369/j.oh.er.issn.1007-1326.2023.05.014

· 调查研究 ·

低强度激光长期暴露对女性工人职业健康的影响

郑红菊, 张方方, 冯文艇

深圳市职业病防治院, 广东 深圳 518020

摘要:目的 研究低强度激光长期暴露对女性工人的职业健康损害,为制定相应的职业病防护措施提供依据。方法 2021年11月,选择某大型通信设备制造企业的96名长期从事低强度激光作业的女性工人作为接触组,选择该企业不接触职业病危害因素的96名女性行政管理人员作为对照组,对所有研究参与者进行职业健康检查,并对结果进行分析。结果 接触组自述眼痛、眼部异物样刺激、畏光、流泪、眼球充血、视力下降等眼科症状的检出率高于对照组($P < 0.05$)。接触组角膜、结膜、晶状体和眼底检查结果的异常检出率高于对照组($P < 0.05$)。接触组自述头晕、恶心、心悸、失眠、食欲下降、全身酸痛、记忆力减退、多汗、易疲劳、烦躁等神经系统症状的检出率高于对照组($P < 0.05$)。接触组窦性心律不齐、T波抬高的检出率均高于对照组($P < 0.05$)。接触组月经异常的检出率高于对照组($P < 0.05$)。接触组和对照组血压、血常规、肝功能、尿常规和血脂的异常检出率差异均无统计学意义($P > 0.05$)。结论 低强度激光长期暴露可能会对女性工人的眼睛、神经系统、心血管系统和生殖系统等造成损害,接触激光的劳动者应注意加强个人眼部和皮肤防护。

关键词:低强度;激光;长期暴露;女职工;职业健康

中图分类号: R135 文献标志码: A 文章编号: 1007-1326(2023)05-0595-04

引用: 郑红菊, 张方方, 冯文艇. 低强度激光长期暴露对女性工人职业健康的影响 [J]. 职业卫生与应急救援, 2023, 41(5): 595-598.

Effects of long-term exposure to low-intensity laser on female workers' health condition ZHENG Hongju, ZHANG Fangfang, FENG Wenting (Shenzhen Prevention and Treatment Center for Occupational Disease, Shenzhen, Guangdong 518020, China)

Abstract: Objective To investigate the health damage caused by long-term exposure to low-intensity laser among female workers and provide a basis for the development of corresponding preventive measures. **Methods** Totally 96 female workers exposed to low-intensity laser in a large-scale communication equipment manufacturing company were selected as the exposed group, while another 96 female office staff without any exposure to occupational hazards in the same company were studied as the control group. Occupational health examinations were conducted for all study participants, and the relative results were analyzed. **Results** The prevalences of self-reported ophthalmic symptoms such as eye pain, foreign body-like irritation of the eye, photophobia, tearing, conjunctival congestion, and decreased visual acuity were higher in the exposed group than in the control group ($P < 0.05$). The prevalences of abnormalities in cornea, conjunctiva, lens, and fundus examinations were higher in the exposed group than in the control group ($P < 0.05$). The prevalences of self-reported dizziness, nausea, palpitation, insomnia, appetite loss, muscular stiffness, hypomnesia, hidrosis, feeling fatigued, and dysphoria were all significantly increased in the exposed group compared with the control group ($P < 0.05$). Rates of sinus arrhythmia and T-wave elevation in the exposed group were higher than those in the control group ($P < 0.05$). The menstrual abnormality in the exposed group was higher than that in the control group ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in abnormalities of blood pressure, blood routine examination, liver function, urine routine examination, and blood lipids between the exposed group and the control group ($P > 0.05$). **Conclusions** Long-term exposure to low-intensity laser could at least cause damage to the eyes, nervous system, cardiovascular system, and reproductive system of female workers. Workers occupationally exposed to laser should pay attention to strengthening personal eye and skin protection.

Keywords: low-intensity; laser; long-term exposure; female employee; occupational health

基金项目: 深圳市科技计划项目(JCYJ20190808175601651)

作者简介: 郑红菊(1979—),女,大学本科,主管护师

激光(laser)作为一种新型光源,在军事、医学、工业和科研等许多领域得到了广泛的应用。根据波长的不同,激光的光谱范围包括紫外线、可见光、红外线和远红外线^[1]。在激光引起的职业健康损害中,以对眼睛的损害最为严重。激光可致视网膜的感光细胞层温度迅速升高,致使感光细胞凝固变性坏死而失去感光作用^[2-3]。紫外线已列入须进行职业健康监护的职业病危害因素^[4],关于其职业危害的报告已较多,但关于不同种类的低强度激光暴露对劳动者健康影响的研究不多。2021 年 11 月,本研究对某大型通信设备制造企业长期从事低强度激光作业的女性工人进行了调查,以探讨低强度激光长期暴露对人体健康的影响。

1 对象与方法

1.1 对象

选择某大型通信设备制造企业的 96 名长期从事低强度激光作业的女性工人作为接触组,主要工种为装配工和质检员;选择该企业不接触职业病危害因素的 96 名女性行政管理人员作为对照组。本次研究将未超过国家职业接触限值的激光辐射称为低强度激光。两组调查对象的纳入标准为:年龄 18 ~ 45 岁,入职时健康状况良好,无眼部疾病及慢性病,接触组女工接触低强度激光工龄 > 2 年。两组调查对象均签署知情同意声明,本次研究已通过深圳市职业病防治院医学伦理委员会审查。

1.2 方法

1.2.1 工作场所职业卫生学调查

该企业每年都委托职业卫生技术服务机构进行工作场所职业病危害因素检测、评价,通过查阅 2019—2021 年工作场所的职业病危害因素检测评价报告,获取激光作业场所中远红外线和紫外线两种激光的辐照度检测结果。除此之外,对调查对象的工作场所进行现场职业卫生学调查,主要调查工人的作业环境和个人防护措施。

1.2.2 职业健康检查

为接触组工人进行激光在岗期间职业健康检查,检查项目参照 GBZ 188—2014《职业健康监护技术规范》^[4]紫外线在岗职业健康检查进行。检查项目包括:脉率、血压、症状询问、内科检查、眼科检查(常规检查及角膜、结膜、晶状体和眼底检查)、心电图、肝功能 10 项、血常规、尿常规,另加做血脂 4 项。对照组参照接触组的检查项目进行健康体检。由富有经验的职业健康监护团队承担本研究的现场职业卫生调查、体格检查、样品采集、实验室项目

检测、疾病诊断工作。体格检查方法严格按照《职业健康监护技术规范》的要求执行。

1.2.3 统计学分析

采用 SPSS 19.0 统计软件进行分析。计数资料的组间比较采用 χ^2 检验。计量资料的组间比较采用单因素方差分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 工作场所职业卫生调查

该通信设备制造企业激光作业场所中,主要有远红外线和紫外线两种激光,职业病危害因素检测评价报告显示 2019—2021 年远红外线的辐照度范围为 0.051 ~ 0.082 W/cm²,未超过 0.1 W/cm² 的国家职业接触限值;紫外线的辐照度范围: $0.421 \times 10^{-3} \sim 0.633 \times 10^{-3}$ W/cm²,未超过 1×10^{-3} W/cm² 的国家职业接触限值,以上两种激光辐射均符合本文关于低强度激光的定义。作业场所激光防护措施较完善,绝大多数工人都有佩戴防护眼镜和穿着防护服。工人平均每天工作 10 h,每周工作 6 d。

2.2 眼科自述症状和眼科检查结果

结果显示:接触组平均年龄为 (29.1 ± 5.5) 岁(范围 19 ~ 37 岁),平均接触激光作业工龄为 (6.2 ± 2.8) 年(范围 2.5 ~ 15 年);对照组的平均年龄为 (28.7 ± 6.2) 岁(范围 21 ~ 42 岁)。两组调查对象年龄差异无统计学意义 ($t = 0.473, P = 0.637$)。接触组自述眼痛、眼部异物样刺激、畏光、流泪、眼球充血、视力下降等眼科症状的检出率明显高于对照组 ($P < 0.05$)。接触组角膜、结膜、晶状体和眼底检查的异常率高于对照组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 1、表 2。

2.3 神经系统自述症状情况

接触组人员自述头晕、恶心、心悸、失眠、食欲下降、全身酸痛、记忆力减退、多汗、易疲劳、烦躁等神经系统症状的检出率高于对照组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 1 两组人员眼科自述症状情况 ($n = 96$)

[检出人数(检出率/%)]

自述症状	对照组	接触组	χ^2 值	P 值
眼痛	8(4.17)	19(19.79)	5.215	0.022
眼部异物样刺激	5(5.21)	25(26.04)	15.802	< 0.001
畏光	3(3.13)	17(17.71)	10.940	0.001
流泪	5(5.21)	13(13.54)	3.923	0.048
眼球充血	6(6.25)	18(18.75)	6.857	0.009
视力下降	8(8.33)	22(22.92)	7.743	0.005

表2 两组人员眼科检查结果($n=96$) [检出人数(检出率/%)]

检查项目	对照组	接触组	χ^2 值	P 值
角膜异常	6(6.25)	27(28.13)	16.137	<0.001
其中:角膜炎	0(0.00)	12(12.50)	12.800	<0.001
结膜异常	8(8.33)	24(25.00)	9.600	0.002
其中:结膜炎	3(3.13)	17(17.71)	10.940	0.001
晶状体异常	5(5.21)	13(13.54)	3.923	0.048
眼底异常	4(4.17)	14(14.58)	6.130	0.013

注:由于涉及激光的职业性眼病主要是以结膜角膜炎为主要损伤的电光性眼炎,所以眼科医生只记录了角膜炎和结膜炎的病例数,其他更细分的异常未记录。

表3 两组人员神经系统自述症状情况($n=96$)

[检出人数(检出率/%)]

自述症状	对照组	接触组	χ^2 值	P 值
头晕	12(12.50)	29(30.21)	8.963	0.003
恶心	6(6.25)	15(15.63)	4.331	0.037
心悸	7(7.29)	17(17.71)	4.762	0.029
失眠	15(15.63)	33(34.38)	9.000	0.003
食欲下降	8(8.33)	25(26.04)	10.575	0.001
全身酸痛	11(11.46)	31(32.29)	12.190	<0.001
记忆力减退	13(13.54)	26(27.08)	5.438	0.020
多汗	6(6.25)	18(18.75)	6.857	0.009
易疲劳	14(14.58)	27(28.13)	5.241	0.022
烦躁	18(18.75)	35(36.46)	7.532	0.006

2.4 心电图异常的检出情况

接触组窦性心律不齐、T波抬高的检出率均高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);接触组与对照组窦性心动过缓检出率差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表4。

表4 两组人员心电图异常的检出情况($n=96$)

[检出人数(检出率/%)]

异常情况	对照组	接触组	χ^2 值	P 值
窦性心律不齐	11(11.46)	22(22.92)	4.428	0.035
窦性心动过缓	7(7.29)	14(14.58)	2.620	0.106
T波抬高	6(6.25)	15(12.50)	4.337	0.037
其他	8(8.33)	13(13.54)	1.337	0.248

2.5 月经异常情况

接触组月经过多、周期紊乱、经期异常和痛经的检出率高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表5。

表5 两组人员月经异常情况($n=96$) [检出人数(检出率/%)]

异常情况	对照组	接触组	χ^2 值	P 值
月经过多	8(8.33)	18(18.75)	4.449	0.035
周期紊乱	9(9.38)	21(21.88)	5.689	0.017
经期异常	6(6.25)	17(17.71)	5.977	0.014
痛经	10(10.42)	24(25.00)	7.005	0.008

2.6 其他项目的异常检出情况

接触组和对照组血压、血常规、肝功能、尿常规和血脂异常检出率的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表6。

表6 两组人员其他项目的异常检出情况($n=96$)

[检出人数(检出率/%)]

检查项目	对照组	接触组	χ^2 值	P 值
血压	10(10.42)	9(9.38)	0.058	0.809
血常规	15(15.63)	18(18.75)	0.329	0.566
肝功能	19(19.79)	14(14.58)	0.915	0.339
尿常规	13(13.54)	12(12.50)	0.046	0.830
血脂	21(21.88)	18(18.75)	0.290	0.590

3 讨论

低强度激光的慢性暴露可导致眼损伤。流行病学调查中发现,很多长期从事激光作业的人员出现眼睛干涩、疼痛、易疲劳、视物模糊、视力下降、飞蚊症等症状。眼科检查有结膜充血、角膜点状着色改变,晶体混浊发生率显著增高,且眼晶体混浊的发生率与接触时间有关^[3]。

远红外线对人体健康的影响主要是眼和皮肤损伤。长时间的远红外线暴露使得富含水分的眼组织(特别是角膜)局部温度升高,若散热不及时,易发生局部组织热损害。若组织内蛋白质变性,引发细胞坏死脱落,可出现临床症状,常见为慢性充血性睑缘炎。结膜、角膜位置表浅,其组织细胞易受损伤。虹膜睫状体组织血管和色素丰富,易吸收热量和辐射能,促使部分色素细胞损伤、血管扩张、通透性增高,引起色素膜炎。长期暴露于远红外线,可引起局部皮肤色素变化,这与反复暴露后局部炎症反应和色素细胞代谢异常有关^[5-6]。与远红外线相似,紫外线对机体的影响主要也是眼和皮肤。波长为250~320 nm的紫外线可被角膜和结膜上皮大量吸收,引起急性角膜结膜炎,称为“电光性眼炎”。早期、轻度电光性眼炎的临床表现仅有双眼异物感或轻度不适,重度则有眼部烧灼感或剧痛,伴高度畏光、流泪和视物模糊。短期暴露于强烈紫外线可引起皮炎,表现为红斑,有时伴有水疱和水肿,也可引起皮肤灼伤并残留色素沉着。长期暴露于紫外线,由于结缔组织损害和弹性丧失,可致皮肤皱缩和老化,更严重的是诱发皮肤癌^[7-8]。本研究中通信设备制造激光作业场所工作人员有穿着保护效果很好的防护服和手套,因此,长期暴露于激光的主要健康损害表现为眼部损伤。

本研究发现接触组自述眼痛、眼部异物样刺

激、畏光、流泪、眼球充血和视力下降等眼科症状的检出率高于对照组($P < 0.05$);眼科检查时,接触组角膜、结膜、晶状体和眼底检查的异常率高于对照组($P < 0.05$),其中角膜炎与结膜炎的检出率也高于对照组,与严茂胜等^[9]研究结论相符。低强度激光对眼睛的损伤可能与眼晶状体内微量元素含量的平衡状态遭到破坏以及黄斑区和周边部分视觉细胞受激光损伤产生的酶失活导致的代谢障碍致色素沉着等机制有关^[10]。

本研究发现接触组人员自述头晕、恶心、心悸、失眠等以神经衰弱综合征为主的神经系统症状的检出率明显高于对照组($P < 0.05$),引起这种改变的作用机制可能与低强度激光本身直接刺激神经,强闪光长期对眼反复刺激,反射性地引起大脑神经功能异常,紫外激光阻断神经传导等多种因素有关^[11]。

对月经异常情况进行分析发现,低强度激光的职业接触可导致月经过多、周期紊乱、经期异常和痛经的检出率明显升高($P < 0.05$),可能是由于长期低剂量多次激光照射的累加作用,影响丘脑下部和垂体的分泌功能,引起女性激素的变化,影响卵巢对垂体激素的反射功能,从而使月经失去正常的规律^[12]。

有研究^[3]显示,激光使左室射血前期指数值(pre-ejection period index, PEPI)、等容舒张期(isovolumic relaxation period, IRP)显著延长,左室射血前期/左室射血时间(PEP/LVET)比值明显增加,而二尖瓣曲线EF斜率显著降低,提示长期接触低强度激光对心功能有影响。本研究发现接触组窦性心律不齐、T波抬高的检出率均明显高于对照组,亦证明长期接触低强度激光可导致心电图改变。

据报道激光作业可引起工人血脂代谢紊乱,甘油三酯和总胆固醇水平升高,工人患冠心病的风险增加^[3],亦有研究^[13]称激光对职业人员血脂的危害影响不明显。本研究结果发现激光未对接触组工人的血脂水平造成明显影响,这可能是因为研究对象接触的激光种类和辐照度的差异所致。

刘海峰等^[14]对国内6家具有典型激光作业环境的企业中专门从事工业、医疗和军用激光器研究、生产和使用的人员进行血压、血常规等方面检

查。结果显示,激光接触组与对照组血压和血常规检查结果的异常率相近,差异无统计学意义($P > 0.05$),本研究结果与其一致。

综上所述,低强度激光长期暴露可能会对女性工人的眼睛、神经系统、心血管系统和生殖系统等造成损害,接触激光的劳动者应注意加强针对眼部和皮肤的个人防护。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] 楼祺洪. 激光技术新进展及其在光伏产业中的应用[J]. 红外与激光工程, 2012, 41(12): 3187-3192.
- [2] 李振峰. 激光对豚鼠视觉电生理功能的影响[D]. 西安: 第四军医大学, 2012.
- [3] 刘海峰. 激光作业对人体健康的影响[J]. 工业卫生与职业病, 2004, 30(5): 315-317.
- [4] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 职业健康监护技术规范: GBZ 188—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [5] 李石林, 孙悦, 潘华平, 等. 远红外线的临床应用研究进展[J]. 红外技术, 2020, 42(9): 909-914.
- [6] WANG J L, LIN Y C, YOUNG T H, et al. Far-infrared ray radiation promotes neurite outgrowth of neuron-like PC12 cells through AKT1 signaling [J]. J Formos Med Assoc, 2019, 118(2): 600-610.
- [7] 达清琛, 何丽华, 张保洲, 等. 工作场所紫外辐射对作业人员的健康影响及测量标准进展[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2022, 40(6): 466-470.
- [8] 余金铭, 车静, 陈聪颖, 等. 紫外线致皮肤光老化及光癌变机制的研究进展[J]. 中华整形外科杂志, 2021, 37(2): 220-224.
- [9] 严茂胜, 王怡, 陈青松, 等. 激光辐射对作业人员眼睛健康影响因素分析[J]. 中国职业医学, 2015, 42(4): 408-411.
- [10] 许勤, 丁凤, 李巧玲. 激光对人体危害的流行病学调查[J]. 职业医学, 1997, 24(3): 15-17.
- [11] 胡翠卷, 罗振坤, 孙嵘, 等. 低强度激光照射对神经系统的作用及临床应用[J]. 中国激光医学杂志, 2010, 19(5): 318-322.
- [12] 郭泽华, 唐仕川, 何丽华, 等. 激光职业接触危害研究进展[J]. 工业卫生与职业病, 2015, 41(6): 474-477.
- [13] 刘海峰, 高光煌. 激光职业人体危害的初步研究——激光对血脂的影响[J]. 激光杂志, 2002, 23(4): 76-78.
- [14] 刘海峰, 高光煌, 陈红霞, 等. 激光职业危害研究——激光对心血管的影响[J]. 现代预防医学, 2002, 29(6): 751-753.

收稿日期: 2022-11-10