

# 皮下出血类损伤的多波段光学检验

刘兆\*, 王晓宾, 安瞳

中国人民公安大学侦查学院, 北京 100038

**摘要** 探究多波段光源对皮下出血类损伤的显现效果,并对陈旧性皮下出血检验时限进行研究。利用多波段光源设备在 365 nm、415 nm、450 nm、CSS、490 nm、510 nm、530 nm、555 nm、570 nm、590 nm 及 610 nm 等不同波段光线对皮下出血部位进行照射并对比显现效果,对肉眼不可见的陈旧性皮下出血进行检验。在 365 nm 波段光源的照射下显现效果相对最为理想,检验对象中从皮下出血表现为肉眼不可见状态开始,最长 2 周内仍能检出皮下出血印迹。所提检验方法简便、快捷,为相应陈旧性皮下出血类损伤的司法鉴定提供了有效途径和科学依据。

**关键词** 医用光学; 法医学; 损伤检验; 皮下出血; 多波段光源

中图分类号 R89 文献标志码 A

DOI: 10.3788/LOP202259.1817002

## Multiband Optical Examination of Subcutaneous Hemorrhage Injury

Liu Zhao\*, Wang Xiaobin, An Tong

School of Criminal Investigation, People's Public Security University of China, Beijing 100038, China

**Abstract** In this study, we investigated the discernibility of subcutaneous hemorrhage injuries and the time limit of the examination for obsolete subcutaneous hemorrhage using a multiband light source. Different discernibility effects were compared through light irradiation at of 365-, 415-, 450-, CSS, 490-, 510-, 530-, 555-, 570-, 590-, and 610-nm wavelengths using a multiband light source. Moreover, an invisible, obsolete subcutaneous hemorrhage was examined. The effect was relatively ideal under the irradiation of the 365-nm-wavelength light. A subcutaneous hemorrhage mark was detected up to 2 weeks in the invisible state. The proposed method is simple and fast, and it can provide an effective way and scientific basis for the forensic identification of obsolete subcutaneous hemorrhage injuries.

**Key words** medical optics; forensic medicine; injury examination; subcutaneous hemorrhage; multiband light source

## 1 引言

近年来,一些虐待案件的曝光引发了强烈的社会反响,如北京发生的红黄蓝幼儿园虐童事件<sup>[1]</sup>、小潇然被继母虐待致死案<sup>[2]</sup>和郑州养老院虐老事件<sup>[3]</sup>等,类似事件在全国多个地区也时有发生。相关虐待手段多为钝性打击,如拳打脚踢、摔打或棍棒击打,也有针刺、捆绑及灼烫等方式,所形成损伤大多具有体表伤痕不明显且恢复较快的特点。同时,伤者年龄过小、过老和未能及时准确表达等原因往往导致错过最佳检验时机。鉴于以上情况,人体体表损伤鉴定中常规使用的目测检验对此类事件中的陈旧性损伤存在检验及取证困难的问题,而相关司法鉴定却又是解决此类事件的关键所在。

随着刑事科学技术及各相关学科的发展,一些光学检验设备因便携和无损等特点,在现场勘查和痕迹物证检验中发挥着越来越显著的作用。多波段光源在 20 世纪 80 年代末被研制出来,它是一种能在可见光、紫外和红外等光谱区域中具有多个波段并可进行单色光输出的激光器<sup>[4]</sup>。利用不同波长光源对生物物证、微量物证及痕迹物证的吸收与反射,易于发现肉眼难以查出的物证,为公安工作提供了极大的便利并得到广泛应用<sup>[5]</sup>。

国外曾有在法医学检验中利用紫外荧光技术来定位体表痕迹和皮肤损伤的研究<sup>[6]</sup>,而国内尚未见人体损伤鉴定中使用相关技术的报道。为应对上述相关司法鉴定问题,考虑到人体损伤中皮下残留血红蛋白等物质的吸收周期相对较长,可通过多波段光源设备来

收稿日期: 2021-06-07; 修回日期: 2021-07-02; 录用日期: 2021-07-20

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金(2020JKF201)

通信作者: liuzhao0610@163.com

显现体表无伤痕而皮下有残存血红蛋白物质的损伤,延长其检验时限并为相应司法取证工作提供参考依据。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料

#### 2.1.1 实验仪器

主要实验仪器为手持型 55 W 氙灯十三波段光源 (FGGY-V 型,北京毕思特联合科技有限公司),其光谱范围为 300~700 nm。还有单反相机 (D7100,尼康)、笔记本计算机及三脚架等常规图像设备。

#### 2.1.2 实验对象

男性志愿者 3 人,年龄为 19~21 岁,均因运动中崴脚于右脚脚踝处产生皮下出血。经详细说明实验情况,征得同意后,签署知情同意书。

#### 2.1.3 实验环境

具备日光灯光源的暗室实验室。

### 2.2 实验方法

#### 2.2.1 损伤情况记录

对伤者损伤时间、损伤原因、治疗情况等基本信息进行登记。在以日光灯作为普通光源条件下,确定伤者皮下出血部位,将固定于三脚架的单反相机正对损伤部位约 20~40 cm 处进行拍照记录。

#### 2.2.2 皮下出血的多波段光学检验

在暗室环境下,调节手持十三波段光源波长至 365 nm、415 nm、450 nm、CSS、490 nm、510 nm、530 nm、555 nm、570 nm、590 nm、610 nm 等 11 个波段,照射损伤部位的同时进行拍照记录,其中 CSS 波段为常规多波段光源设备所具备的一种从紫外光至蓝色光,波长为 400~500 nm 的一种较大范围输出,适合初期筛查而未必能使皮下出血呈现最佳显现效果。另外随机邀请 25 名视力正常的青年志愿者组成评分组,年龄分布在 19~23 岁之间,男女比例为 17:8。评分标准按照皮下出血的显现效果分为无法辨认、模糊、较清晰及清晰四个等级并分别计 0~3 分。

#### 2.2.3 陈旧性皮下出血的多波段光学检验

随着三位伤者损伤的治疗与恢复,对其持续进行随访。当发现原皮下出血在普通光源下无法目测识别时,及时按照上述方法重新进行多波段光学检验并拍照记录。此后以 3 天为周期进行观察与检验,至多波段光源下亦无法分辨后,再尝试两次检验为止。显现效果同样由上述评分组进行分级评价。

#### 2.2.4 编号方式

三名伤者分别编号 A、B、C,其中 C 的右脚脚踝外

侧和脚踝后侧分别编为 C1 和 C2;拍照日期为受伤第几天用“d+数字”表示,“-”后标记照射光源波长,其中日光灯波长范围较大标记为 0。如“C2d5-415”表示伤者 C 于受伤第 5 日在 415 nm 波段光源照射下右脚脚踝后侧的显现结果。

## 3 结 果

### 3.1 皮下出血的多波段光学检验

伤者 A 于伤后第 2 日进入实验并接受检验。在日光灯下,其右脚内侧有沿脚面方向走行的浅淡皮下出血带,如[图 1 Ad2-0]所示,其面积约 18 cm×2 cm。加上通过多波段光源 11 个波段的光线照射后,共有 12 种显现结果,具体如图 1 所示,其中 365 nm 波长光源下对损伤的显现效果如[图 1 Ad2-365]所示。评分组按上述方法对其损伤在不同光源下的显现效果加以评分并进行汇总,结果如图 2 所示。暗室中对 365 nm 波长光源下显现效果的评分相对最高,其次为 CSS 波段,再次为 415 nm 和 450 nm,其他波段评分极低。同样,对伤者 B 右脚外侧及伤者 C 的右脚脚踝外侧和脚踝后侧的皮下出血进行了检验,评分组对伤者 B 与 C 所显现效果的评分与图 2 类似。

### 3.2 陈旧性皮下出血的多波段光学检验

伤者 A 和 B 的皮下出血,自从在普通光源下目测无法识别开始 1 周内通过多波段光源照射仍然能被检出,1 周后无法检出。伤者 C 右脚脚踝外侧及后侧两个的部位的皮下出血在目测无法识别开始两周(伤后第 2~3 周)内仍能通过多波段光源照射检出,伤后第 3 周后无法检出。针对伤者 C 右脚脚踝外侧的损伤,在伤后第 3、9 和 16 天,即以周为周期分别在日光灯、365 nm、415 nm、450 nm、CSS 几个波段(上述实验中效果明显的几种)光源下进行检验,并对显现结果进行对比,结果如图 3 所示,其中前两周内为估算损伤面积而在损伤旁边粘贴了黑色标尺,第 3 周时因为损伤显现较浅淡,为避免干扰而未加标尺。

评分组对伤者 C 右脚脚踝外侧检验结果的评分中,在伤后第 3 天的损伤明显,各波段光源显现效果的评分均较高。在伤后第 9 及第 16 天,其体表损伤在肉眼下已基本无法辨别,对应评分为 6 和 0,而利用 365 nm、415 nm、450 nm、CSS 几种波段光源的检出结果与第 3 天相比无明显变化,如图 4 所示。在第 4 周检验结果的评分中,因为评分组有半数以上给出无法辨认或模糊的判定结果,被视为无效检验并不再继续。

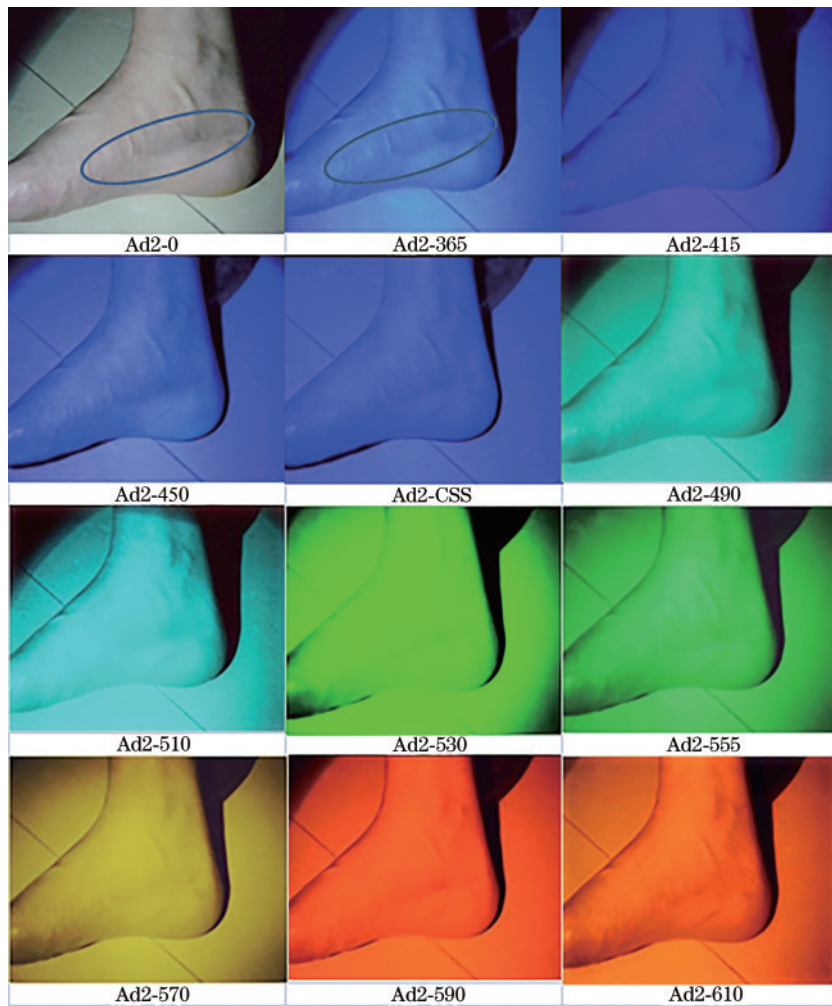


图 1 伤者 A 右脚内侧皮下出血在不同光源下的显现结果

Fig. 1 Results of subcutaneous hemorrhage on left side of A's right foot under different light sources

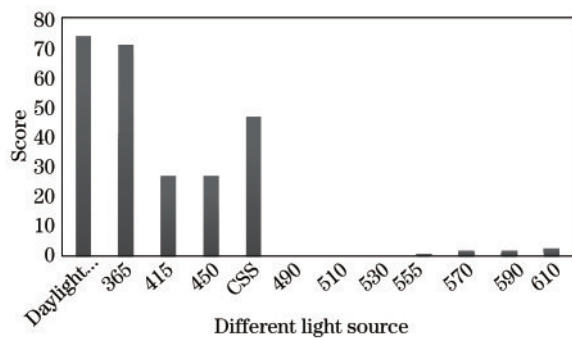


图 2 评分组对伤者 A 在不同光源下损伤显现效果的评分

Fig. 2 Scoring group's evaluation of showing effect on A's injure under different light sources

## 4 讨 论

皮下出血在恢复过程中会呈现红色、青紫色、绿色和黄褐色等一系列变化,这是由于血红蛋白被分解为胆红素、胆绿素和含铁血黄素等物质<sup>[7-9]</sup>。特别是在后期所呈现的黄色与黄种人肤色相近,而人眼恰恰对黄色的分辨力较弱<sup>[9]</sup>,从而导致时间较长的皮下出血无

法被人眼识别。然而在现场勘查时,即使肉眼无法识别的血痕也可在黑暗环境下利用 415 nm 左右的紫光检测出来。因此,利用血红蛋白分解产物的特性使其在暗环境中被类似光源提取出来,才使此项研究成为可能。对于实验中不同时期损伤在不同波长光源下的不同显现效果,考虑是因为不同代谢产物在不同光源下的摩尔吸光系数不同。因此,选择性吸收的介质在可见光区显色反应的灵敏度也有所不同。

从相关文献中发现,波长约为 400~450 nm 的紫光 and 蓝光是在可见光中波长短且能量大的光线,可能会对视觉器官造成危害<sup>[10-11]</sup>,所以参加实验人员均佩戴与仪器配套的有色护目镜,并尽量缩短照射时间。

本研究中使用的便携式多波段光源设备是为现场勘查所开发的,其输出光源波长固定在几个挡位而无法微调。此外,开展研究伊始,恰逢新冠疫情到来,因封闭、假期等原因,只取得了 3 例有效样本,且性别和年龄单一。考虑到对于新陈代谢旺盛的男性青年仍能在损伤轻微的情况下,为陈旧性皮下出血在目测无法检验时仍能扩大大约 2 周的检出时限,想必对于其他人

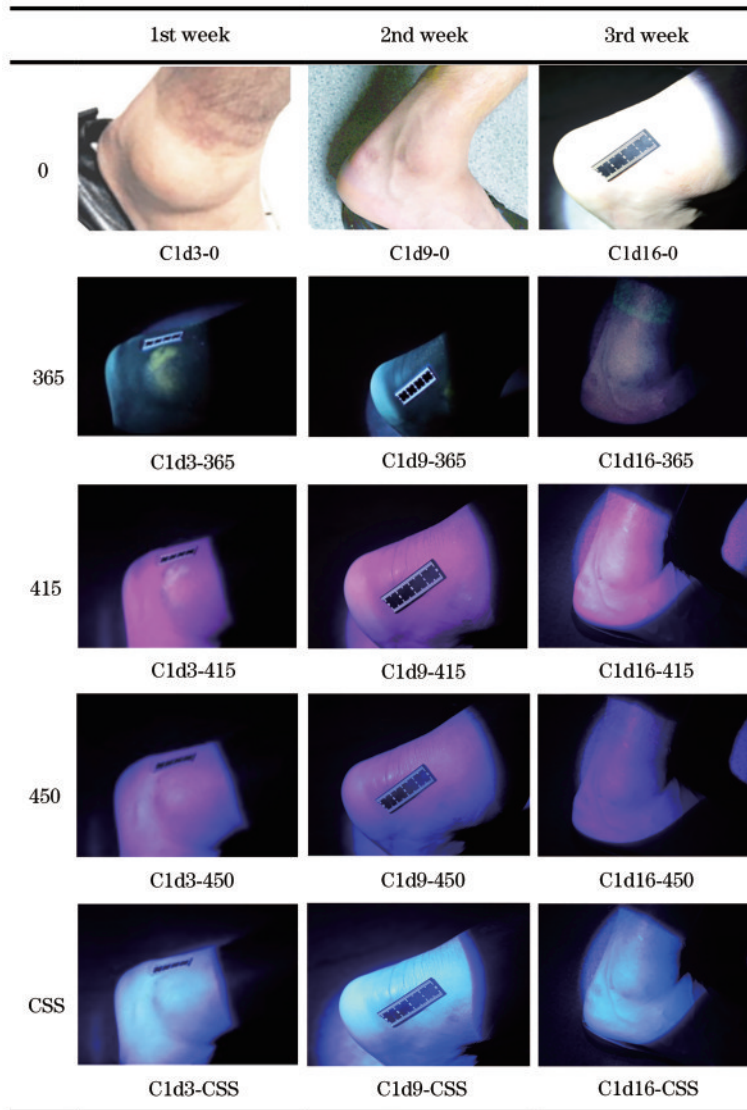


图 3 伤者 C 右脚踝外侧损伤在不同波段光源下于 1~3 周的显现结果

Fig. 3 Results of the injury on right side of C's right ankle at 1-3 weeks under different light sources

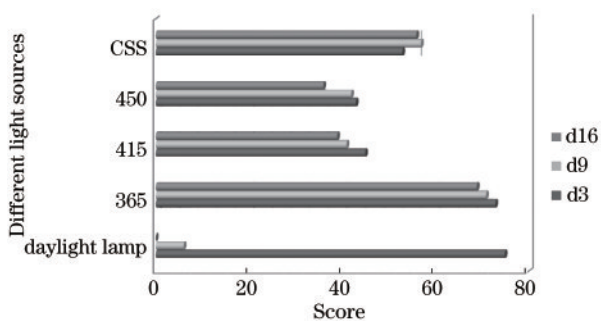


图 4 评分组对图 3 不同显现效果的评分

Fig. 4 Scoring group's evaluation on different showing effects of Fig. 3

群或直接钝性损伤也应适用。具体结果有待于通过进一步扩大实验对象范围和优化实验条件来加以验证。

## 5 结 论

对伤者皮下出血类损伤进行持续性目测及多波段

光学检验,并对不同时期的不同显现效果进行对比。实验结果表明,利用多波段光源在 365 nm、415 nm、450 nm 及 CSS 几个波段光源的照射下,对于皮下出血类损伤的显现效果明显,尤其在肉眼已无法辨别的程度下仍可在一段时间范围内检出。此方法简便快捷,成本低廉,为法医损伤检验鉴定提供了新的途径,也为相关司法取证工作提供了参考依据。后续还需进一步扩大样本量,考核不同年龄、不同类损伤的适用范围以及实际应用效果,不断拓展并完善类似光学技术在人体损伤检验鉴定领域的应用。

## 参 考 文 献

- [1] 红黄蓝幼儿园虐童事件[EB/OL]. (2017-11-22)[2021-02-06]. <https://baike.baidu.com/item/%E7%BA%A2%E9%BB%84%E8%93%9D%E5%B9%BC%E5%84%BF%E5%9B%AD%E8%99%90%E7%AB%A5%E4%BA%8B%E4%BB%B6/22220134?fr=Aladdin>. Red yellow blue nursery child abuse incident[EB/OL].

- (2017-11-22)[2021-02-06]. <https://baike.baidu.com/item/%E7%BA%A2%E9%BB%84%E8%93%9D%E5%B9%BC%E5%84%BF%E5%9B%AD%E8%99%90%E7%AB%A5%E4%BA%8B%E4%BB%B6/22220134?fr=Aladdin>.
- [2] 虐待致死[EB/OL]. [2021-02-06]. <https://baike.baidu.com/item/%E8%99%90%E5%BE%85%E8%87%B4%E6%AD%BB/15404318?fr=aladdin>. Abuse death[EB/OL]. [2021-02-06]. <https://baike.baidu.com/item/%E8%99%90%E5%BE%85%E8%87%B4%E6%AD%BB/15404318?fr=aladdin>.
- [3] 河南郑州养老院虐老事件 [EB/OL]. (2011-05-31)[2021-02-06]. <https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%B3%E5%8D%97%E9%83%91%E5%B7%9E%E5%85%BB%E8%80%81%E9%99%A2%E8%99%90%E8%80%81%E4%BA%8B%E4%BB%B6/5295487?fr=aladdin>. Elder abuse in Zhengzhou nursing home in Henan Province [EB/OL]. (2011-05-31)[2021-02-06]. <https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%B3%E5%8D%97%E9%83%91%E5%B7%9E%E5%85%BB%E8%80%81%E9%99%A2%E8%99%90%E8%80%81%E4%BA%8B%E4%BB%B6/5295487?fr=aladdin>.
- [4] 刘静. 浅谈多波段光源原理[J]. 刑事技术, 2004(3): 49-51. Liu J. On the principle of multi band light source[J]. Forensic Science and Technology, 2004(3): 49-51.
- [5] 杨任伟. 多波段光源在现场勘验中的应用[J]. 刑事技术, 2002(4): 47-48. Yang R W. Application of multi band light source in crime scene investigation[J]. Forensic Science and Technology, 2002(4): 47-48.
- [6] Lynnerup N, Hjalgrim H, Eriksen B. Routine use of ultraviolet light in medicolegal examinations to evaluate stains and skin trauma[J]. Medicine, Science, and the Law, 1995, 35(2): 165-168.
- [7] 刘技辉. 法医临床学[M]. 4版. 北京: 人民卫生出版社, 2017. Liu J H. Clinical forensic medicine[M]. 4th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2017.
- [8] Harris T L, Flaherty E G. Bruises and skin lesions[J]. Child Abuse and Neglect, 2011: 239-251.
- [9] Hughes V K, Ellis P S, Langlois N E I. The perception of yellow in bruises[J]. Journal of Clinical Forensic Medicine, 2004, 11(5): 257-259.
- [10] Turner P L, van Someren E J W, Mainster M A. The role of environmental light in sleep and health: effects of ocular aging and cataract surgery[J]. Sleep Medicine Reviews, 2010, 14(4): 269-280.
- [11] Eto N, Tsubota K, Tanaka T, et al. Development of a monitor for quantifying personal eye exposure to visible and ultraviolet radiation and its application in epidemiology [J]. Nihon Eiseigaku Zasshi, 2013, 68(2): 118-125.