

• 专家共识 •

部队眼部放射性损伤临床救治指南^{*}

陆军医院战创伤救治专科联盟(眼科)专家委员会

[摘要] 眼部由于裸露在外且缺乏保护,极易受到放射性损伤。相比其他类型的眼外伤,眼部放射性损伤常常起病隐匿、表现多样,可累及从前节到后节的多种眼部组织,如角膜、晶状体、脉络膜和视网膜等,造成烧灼伤、炎症、退行变性等损害,严重威胁视觉功能。军人因其职业特殊性,辐射暴露更加普遍,是日常训练和军事行动中致盲致残的重要因素。然而目前军队对眼部放射性损伤的认识水平有限,各级医疗保障单位对眼部放射性损伤缺乏统一而规范的诊疗方案,因此可能导致救治不当或贻误最佳治疗时机,造成伤员的视力损害和军队的战斗力损失。该文对眼部放射性损伤的特点与表现进行了总结,并结合我国军队目前卫勤保障实际对部队眼部放射性损伤的诊断与评估、管理与防护等临床救治工作提出建议。

[关键词] 眼部放射性损伤; 非电离辐射; 电离辐射; 诊疗原则

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.01.001

中图法分类号:R246.82;R852.7

文章编号:1009-5519(2025)01-0001-06

文献标识码:A

Guidelines for clinical treatment of ocular radiation injury in army^{*}

Army Hospital Trauma and Injury Treatment Specialized Alliance (Ophthalmology) Expert Committee

[Abstract] The eye is highly vulnerable to radiation damage due to its exposure and lack of protection. Compared with other types of ocular trauma, ocular radiation injury often has hidden origins and diverse manifestations, and can involve a variety of ocular tissues from the anterior to the posterior segment, such as cornea, lens, choroid and retina, causing burns, inflammation, degeneration and other damage, which seriously threatens visual function. Due to their occupational particularity, radiation exposure is more common in military personnel, which is an important factor causing blindness and disability in daily training and military operations. However, at present, the military has a limited understanding of ocular radiation injury, and medical security units at all levels lack a unified and standardized diagnosis and treatment plan for ocular radiation injury, which may lead to improper or delay treatment, resulting in visual impairment of the wounded and combat loss of the army. This paper summarized the characteristics and manifestations of ocular radiation injury, and put forward some suggestions on the diagnosis, evaluation, management and protection of ocular radiation injury in accordance with the actual medical service of Chinese army.

[Key words] Ocular radiation injury; Nonionizing radiation; Ionizing radiation; Practice guidelines

电磁波在空间中发射及传播会产生辐射,按照辐射粒子能否引起传播介质的电离,电磁辐射可分为两大类:非电离辐射[包括紫外线(UV)、可见光线、红外线、微波等]和电离辐射(包括 α 射线、 β 射线、中子射线、X射线和 γ 射线)。自然界中辐射源广泛存在,如日光、热源、宇宙射线及天然物质中的放射性同位素等,但总体水平较低。然而随着人类生产生活的不断发展,家用电子设备日趋普及,居住地大功率电子设备密集布设,以及医学诊疗、核技术应用等,使人工辐射愈发普遍,对人的影响也日益明显。

对于部队,军人的职业特殊性导致辐射暴露的机会更加普遍。相比机械性损伤,放射性损伤往往起病隐匿,有不同程度的潜伏期,无明显的致伤过程,多不能及时警觉和预防。而在体表的众多器官中,眼睛表

面缺乏保护,结膜及角膜直接暴露在外且组织含水量较高,因此最容易受到电磁辐射的损伤。长期遭受低强度电磁辐射的作用,可出现视觉疲劳、眼睛不舒适和干涩感等症状。过量的电磁辐射可导致眼表炎症、烧灼伤,甚至引起眼底损伤,造成永久性视力损害,导致战士的失能和伤残。因此眼部放射性损伤的诊治对维持军队战斗力、保障打赢具有十分重要的意义。

1 不同类型辐射对眼部的损伤

1.1 非电离辐射 电子能量小于 12 eV 的电磁辐射能使生物组织的分子旋转和颤动,但不足以引起组织电离,这类辐射称为非电离辐射,主要为低能电磁波,根据波长的大致范围分为 UV(100~400 nm)、可见光(400~780 nm)、红外线(0.78~1 000.00 μ m)、微波(1~1 000 mm)和射频无线电(1~3 000 m)。

^{*} **基金项目:**军队眼科学临床重点专科项目;重庆市眼科学临床重点专科项目;陆军特色医学中心人才创新能力培养计划项目(ZXZYTSYS04);重庆市科卫联合医学科研项目(2024QNXM008)。

非电离辐射对机体的影响主要是辐射光子的能量转变为组织分子振动而导致的。光子能量不同其组织的反应亦不一致。红外线、微波的光子能量很小,主要产生热效应。UV 的光子能量大,可产生光化学反应。可见光主要可产生光化学反应,也有热效应^[1]。

1.1.1 UV UV 根据波长范围一般分为 UV-A(315~400 nm)、UV-B(280~315 nm)、UV-C(100~280 nm)^[2]。研究表明,眼部受到 UV 照射时,绝大部分被角膜上皮吸收,仅部分 UV-A 和少量 UV-B 可穿透角膜组织。进入眼内的 UV 主要被晶状体吸收,其次为玻璃体,极少的 UV-A 可到达视网膜。

UV 辐射的生物效应分为非随机效应和随机效应。其中非随机效应与辐射剂量直接相关,如 UV 对组织中水分子和细胞膜性物质造成的热效应和光化学作用诱产生活性氧簇造成的组织损伤。随机效应没有阈值,如 DNA 在 UV 作用下产生嘧啶二聚体导致复制出错和基因突变,乃至诱发肿瘤^[1]。

1.1.1.1 电光性眼炎 电光性眼炎是 UV 照射导致的眼表炎症反应,以角膜及结膜受累为主,一般认为主要与 UV-B 和 UV-C 有关,是最为常见的眼部辐射性损伤^[2]。引起电光性眼炎的诱因很多,如高纬度地区猛烈地日照、雪原或沙漠地区较强的日光反射,以及电焊弧光暴露等^[3]。由于 UV 穿透能力有限,故损伤一般只局限于浅层组织,可造成上皮细胞的凋亡、脱落和坏死^[4]。电光性眼炎的症状一般于暴露后 6~8 h 逐渐显现,常在晚上或夜间发生,以双眼发病为主,主要表现为眼部异物感、烧灼痛、畏光、流泪,裂隙灯下可见结膜充血、水肿及角膜上皮点状病损。病情严重者可角膜上皮大片剥脱,知觉减退甚至合并感染,但大部分患者经 6~8 h 可逐渐缓解,24~48 h 后可自愈。

1.1.1.2 睑裂斑与翼状胬肉 睑裂斑是一种常见的结膜退行性疾病,其特征是在睑裂区角巩膜缘附近形成的黄白色肥厚结膜斑块,多见于鼻侧。结膜固有层中胶原组织变性形成的无定形透明物质沉积是引起这种无害性结膜增厚的原因,UV-A 和 UV-B 与其发生密切相关。睑裂斑一般无明显症状,偶有轻微炎症反应,引起局部结膜充血、肿胀,造成眼部干涩不适。

翼状胬肉是一种向角膜表面生长的与结膜相连的纤维血管样组织,其病理特征与睑裂斑类似,因此有观点认为睑裂斑的进展与翼状胬肉的形成有关,但这一说法尚存争议。翼状胬肉一般无自觉症状或仅有轻度异物感,侵入角膜范围较大时会引起角膜散光或视物遮挡,甚至妨碍眼球运动^[5]。

1.1.1.3 眼表鳞状细胞瘤(OSSN) OSSN 是累及结膜、角膜、角膜缘的异型性增生改变,是眼表不同类型的良性、交界性和恶性上皮性肿瘤的总称,其发病与 UV 照射密切相关,如随着纬度的升高,OSSN 发病率显著下降^[6-7]。常见的 OSSN 有结膜鳞状细胞乳

头状瘤、日光性角化病、结膜上皮内瘤变及鳞状细胞癌等。

1.1.1.4 葡萄膜黑色素瘤 葡萄膜黑色素瘤是成人最常见的眼内原发恶性肿瘤,以脉络膜发病最为常见。研究表明,葡萄膜黑素细胞的恶变与长期 UV 暴露密切相关^[8]。眼底周边部的黑色素瘤早期可无症状,随病程进展可出现视力下降、视野缺损、视物变形等症状,并继发青光眼、眼底出血、视网膜脱离等并发症。其眼外蔓延可出现眼球突出,全身转移以肝脏为主,心肺次之。

1.1.1.5 白内障 波长 295 nm 以上的 UV 可穿透角膜并主要被晶状体吸收,短期大剂量暴露可直接引起晶状体皮质损伤,长期小剂量照射则引起晶状体的变性混浊,即白内障。UV 主要导致晶状体可溶性蛋白变性交联,聚集形成高分子蛋白质团块,造成晶状体混浊。早期晶状体混浊可始发于皮质、核或后囊下,多为点状或片状,随疾病进展混浊程度逐渐加重,颜色可由灰白色变为棕黄色乃至黑褐色。

1.1.1.6 玻璃体及黄斑损伤 UV-A 可以透过角膜和晶状体而进入玻璃体。玻璃体中的色氨酸、胶原纤维及糖胺聚糖成分等具有吸收 UV 的功能。这些物质经 UV 的光化学作用产生的自由基,使玻璃体发生氧化损伤,导致胶原交联结构的变性降解。正常情况下,由于角膜、晶状体及玻璃体的保护作用,照射眼部的 UV 只有不到 1% 能到达视网膜。然而眼球的屈光作用导致射入眼底的 UV 主要集中于黄斑区,同时黄斑中心凹结构特殊,缺少内层视网膜组织及毛细血管,故黄斑区感光细胞易发生辐射损伤,导致黄斑变性的发生,可表现为地图样萎缩、新生血管、黄斑水肿等。

1.1.2 可见光 可见光的波长范围为 380~780 nm。可见光经屈光间质特别是晶状体吸收后,约有 40% 到达视网膜,其中以红色光成分最大,紫色光最小。通常强烈的可见光刺激会使人本能地避开以保护眼部,然而强度超过 0.1 mW/cm² 光源的持续照射即可引发视网膜组织的光化学反应,对于强度超过 10.0 W/cm² 的光照,即使短暂暴露也可能导致视网膜,尤其是黄斑区灼伤^[1]。

1.1.3 红外线 波长范围在 0.78~1 000.00 μm 的电磁波被称为红外线,一般与可见光同时存在。太阳光辐射能量中红外线占半数以上,此外任何热源皆会向外辐射红外线。红外线穿透力随着波长的增大而减弱,1 μm 的红外线全部透过角膜; $>1\sim3\ \mu\text{m}$ 的红外线部分透过角膜,其透过部分主要被房水和晶状体吸收,少量到达视网膜; $>3\sim6\ \mu\text{m}$ 的红外线全部为角膜吸收,大于 6 μm 的红外线实际上无穿透力。红外线的光子能量低,主要对组织造成热效应,高强度照射可造成组织凝固坏死,类似烫伤。

角膜对热觉比较敏感,高强度红外线照射可引发角膜疼痛,造成角膜基质蛋白质损伤,甚至出现角膜

混浊。红外线还可以作用于晶状体,引起升温及蛋白质水解变性,造成晶状体混浊,早期易发生于后囊下皮质,初为空泡样变性,逐渐发展为不规则盘状或蛛网状混浊,并由视轴区向赤道部扩散。此外,虽然虹膜色素对红外线的吸收可以保护视网膜,但仍有短波红外线可到达眼底,造成脉络膜视网膜的灼伤,尤其多见于日食观察、航空观测等需要直视强红外光源的活动或操作红外激光设备被扫过等情况。红外线可破坏组织结构,造成黄斑水肿、变性乃至穿孔,最终引起永久性视力损害^[9]。

1.1.4 微波和射频 微波和射频辐射作为电磁频谱中的重要组成部分,已被广泛应用于雷达、电视、移动通信、无线广播、金属加工如焊接和熔化、家用电器(例如微波炉)及医疗领域(如透热疗法和高温症治疗)等多个领域。微波和射频可以穿透眼组织,穿透力随波长的增加而降低,其对组织的作用主要表现为热效应。在眼部,微波辐射主要对晶状体、视网膜和角膜产生影响。其中晶状体对微波辐射尤为敏感,因其含水量高,易于吸收微波辐射能量,同时缺乏血管,热量不易散失,因此容易发生烧灼损伤,诱发白内障^[10]。

1.1.5 激光 激光是在物质的原子、分子体系内,通过受激辐射,使光放大而形成的一种新型光。相比自然界中的普通光源,激光具有以下特点:(1)波段范围很窄,通常为单色光。(2)通常射向同一方向,散射较少,方向性强。(3)频率、振幅均匀连续,具有很好的相干性。这些特点使激光能量密度大、穿透性强,更易对组织造成损伤。

眼是人体最易受到激光损害的器官。因为眼表组织暴露在外缺乏保护,且眼球的屈光系统使激光进入眼内后汇聚于视网膜,并被眼底组织所吸收,因此激光对眼组织的损伤阈值远比其他器官要低,尤以黄斑区更敏感。

激光按光谱波长可分为紫外激光(200~400 nm)、可见激光(400~780 nm)和红外激光(780 nm至1 mm),其对组织的损伤以热效应为主,但不同波长的激光穿透能力不同。远紫外激光几乎全部被角膜和结膜吸收,并对其造成损伤,而近紫外激光主要被晶状体所吸收,可导致白内障;可见激光绝大部分透过眼屈光间质到达眼底,主要引起视网膜烧灼伤;近红外激光依据波长不同对角膜、晶状体、视网膜和眼底均有作用,而中、远红外激光,主要被角膜吸收,引起角膜损伤。

1.2 电离辐射 当辐射中的单一粒子能量超过 12 eV,可使被照射物质中原子或分子中的电子从束缚状态中放出,即发生电离,这类辐射被称为电离辐射。电离辐射分为粒子辐射和高能电磁波,粒子辐射包括 α 粒子、 β 粒子和中子等;高能电磁波主要为X射线和 γ 射线。不同电离辐射因其电离能力和穿透力的差异,对机体损伤的特点也不同。中子辐射的电离能力

和穿透力均较强,因此危害性最大。 α 粒子电离能力极强,但穿透能力最弱,外照射可被轻易阻挡,但内照射对组织的局部损伤最大;X射线和 γ 射线电离能力较弱,但穿透力最强,可以穿透人体组织导致深层组织损伤。

电离辐射对生物体的作用主要通过直接和间接2种方式影响细胞。直接作用是指辐射能量直接与DNA等生物分子发生作用,导致化学键断裂等分子结构的改变,从而损害其生物活性。间接作用则是辐射首先与细胞内的水分子作用产生自由基,这些自由基再去攻击DNA、蛋白质等分子,造成氧化损伤和物质变性等。

1.2.1 电离辐射性白内障 电离辐射性白内障是眼部最常见的放射性损伤。晶状体是对电离辐射最敏感的器官之一,国际放射防护委员会(ICRP)认为电离辐射对晶状体的损伤剂量阈值仅为0.5 Gy,长期低剂量暴露也会增加晶状体混浊的风险^[11]。电离辐射性白内障与红外线、微波等引起的白内障在形态特征上类似,不易区别,早期多表现为后囊下皮质内环形或盘状混浊且伴有空泡,并逐渐向皮质深层及赤道部进展^[12]。

1.2.2 电离辐射的其他眼部损伤 电离辐射可引起眼睑损伤,造成睫毛和眉毛脱落、皮肤溃疡、放射性皮肤炎甚至癌变;角膜、结膜损伤剂量为15 Gy,可出现炎症、水肿及坏死;葡萄膜血管及视网膜损害为30 Gy,虹膜及睫状体可发生虹膜睫状体炎、虹膜萎缩,放射性视网膜损伤可出现急性一过性暗适应功能下降,也可在潜伏一段时间后出现以毛细血管和小动脉损害为主的血管病变,甚至累及视网膜中央动脉及静脉。眼底表现有视乳头充血,视网膜动脉变细,静脉扩张及节段性闭塞,视网膜可见出血、渗出及水肿,晚期呈纤维化改变及色素紊乱^[11-12]。

1.3 核爆炸 核爆炸是辐射损伤最为集中、强烈的表现形式。核武器对生物的杀伤效应主要有光辐射、冲击波、早期核辐射和放射性沾染。前3种为瞬时杀伤因素,在核爆炸后立即产生,而反射性沾染的作用时间较长。光辐射是核爆炸火球形成的强光和高温辐射,其能量释放的第一阶段为核闪光,主要成分是UV,亮度极高,持续时间极短;第二阶段为核火球,主要是可见光和红外线,持续时间较长,占释放能量的99%。冲击波是由核爆炸的高压急剧挤压周围空气形成的高压气浪,主要通过动压和超压造成机体损伤,负压也有一定的致伤作用。早期核辐射指核爆炸后最初10余秒内释放出的 γ 射线和中子。放射性沾染指爆炸产生的裂变产物、剩余核材料和各种射线感生的放射性物质四散飘落形成的沾染区,可长期存在,伤害区域内生命体。不同效应对眼部造成的损伤也有所区别,主要包括:(1)核闪光造成的闪光盲效应。(2)光辐射造成的角膜、晶状体及视网膜烧灼伤。(3)冲击波或飞散碎片引起的机械眼外伤,包括眼挫

伤、眼球破裂等。(4)早期核辐射造成的角膜、晶状体及视网膜损伤,如化脓性角膜溃疡、前房积脓、白内障及视网膜水肿、出血等。(5)放射性沾染引起的角结膜炎。(6)全身放射病继发眼部病变,如葡萄膜炎、脉络膜视网膜炎、眼底出血等。

2 眼辐射损伤的诊断与评估

2.1 病史 决定眼部辐射损伤严重程度的最重要因素是造成伤害的辐射类型、剂量、时间及暴露时的情况。因此,详细询问病史的主要目的就是患者的叙述中获取与上述内容相关的信息,并由此初步评估潜在的损伤风险和确定后续关注的重点。建议在询问病史时重点关注以下信息^[13-14]:暴露发生的时间、地点、原因、环境特点、患者行为、距光源距离、是否使用了保护措施、是否有全身其他部位受伤,既往眼部手术史、目前的主观不适症状及正在使用的药物等。

2.2 全身情况判断 首先要观察伤员意识,检查呼吸、脉搏、血压等基础生命体征。若生命体征不平稳,即使眼外伤严重,也须先行查找并处置危及生命的全身性伤情,如气道阻塞、出血性休克、脑出血颅内压增高等。对于生命体征平稳、未合并全身其他部位严重损伤的伤员,可行眼部检查^[13]。

2.3 眼部检查

2.3.1 视力 视力检查是眼科诊疗的基础,若患者因疼痛、眼睑肿胀等原因睁眼困难,可视情况使用眼表麻醉药物及棉签或眼睑拉钩辅助工具拉开眼睑,进行视力粗查,但应注意避免过度挤压眼球。

2.3.2 外眼 在手电辅助下,观察眼睑皮肤及眼表暴露在外的结膜和角膜有无破损或烧灼伤,表面有无异物残留,眉毛及睫毛有无缺失^[13-15]。通常情况下,眼部辐射损伤较少引起眼球破裂或眼眶损伤,但仍需检查眼球整体外形,有无突出或凹陷,转动有无疼痛或受限,以初步排除合并眼眶骨折、眼球破裂等可能,内眦部眼睑损伤还需关注泪小点。对于眼外肌,单纯辐射伤患者一般正常,可协助排除眼外肌嵌顿、颅内损伤,动眼神经损伤等情况。

2.3.3 瞳孔 瞳孔包括形状、大小、对称性和直接、间接对光反射。相对性瞳孔传入障碍(RAPD)对判断视网膜、视神经等视觉传导通路是否存在损伤具有重要意义,但玻璃体积血、眼底出血等可导致 RAPD 假阳性,待出血吸收或清除后瞳孔可恢复^[16]。

2.3.4 裂隙灯 在硬件条件具备及患者可以配合的情况下,所有患者都应进行裂隙灯检查,以对眼前节伤情进行评估,重点在于角结膜炎症反应,有无破损或烧灼伤,有无合并感染迹象,眼表有无新生物,角膜上皮有无脱落(必要时可行荧光染色),前房有无积血或炎症反应,虹膜有无脱色素或萎缩,以及晶状体混浊度。单纯辐射暴露较少引起眼球开放性外伤,但对于复杂伤者也应进行眼球壁隐匿伤口及眼内异物等可能性进行筛查。

2.3.5 眼压 辐射损伤累及房角或前房炎症反应渗

出造成房角关闭、小梁网阻塞、虹膜粘连等情况时会引起继发性青光眼,此外眼内出血、眼内炎等也可能导致眼压升高^[17]。因此应进行眼压检查排除相关问题,避免因遗漏高眼压症状造成视神经萎缩等不可逆损害。

2.3.6 眼底 若屈光间质允许,应完善眼底检查,评估辐射造成的视网膜损伤,重点观察黄斑区形态及反射,以及视盘及视网膜水肿,血管炎症或闭塞、眼底出血或渗出等表现。

2.3.7 影像学检查 眼眶 CT 有助于明确眼眶炎症、视神经及颅内损伤、异物残留等情况;眼部 B 超检查可用于玻璃体积血、晶状体后脱位、视网膜脱离、脉络膜出血等诊断,特别是对于前房积血、晶状体混浊、玻璃体变性或积血等屈光间质混浊严重导致无法观察眼后节情况的患者具有重要作用,但对眼表受损严重或怀疑眼球开放性损伤患者应慎重。光学相干断层扫描(OCT)可为眼底特别是黄斑区视网膜的细微病变、结构性损伤等提供确切证据。

3 部队眼辐射损伤的处置

3.1 眼辐射损伤的治疗原则 眼部辐射性损伤表现多样、情况复杂,因此一般根据患者症状的不同予以相应的对症治疗,主要应遵循以下原则:(1)对于一般不引起严重视力损害的急性损伤,如电光性眼炎、眼表烧灼伤、虹膜睫状体炎等,虽然通常具有自限性,但症状一般比较强烈,需立即予以局部抗炎、抗感染等治疗,同时观察病情,避免并发症出现,患者预后往往较好。(2)对于可能造成不可逆严重视力损害的急性损伤及并发症,如继发性青光眼、眼内炎、脉络膜视网膜损伤、眼底出血等,应在局部应用眼药的基础上考虑全身应用抗炎、抗感染治疗及球后或球内注射药物治疗,必要时予以手术治疗,如青光眼手术、玻璃体视网膜手术等。(3)对于辐射造成的慢性损伤,如白内障、翼状胬肉、OSSN 等,一般起病隐匿,通过及时筛查、脱离环境、适当防护等方法可以延缓或中止病情进展,并定期监测病情,可考虑择期手术。

3.2 眼辐射损伤的管理 由于医疗资源的稀缺性,以及战场、灾难现场和驻地环境对于卫勤保障力量的配置部署带来的诸多限制,目前我军对于伤病员统一采取分级诊疗、逐级后送的方法进行管理。根据这一现况,不同级别的医疗保障机构应对眼部辐射性损伤采取分级处置原则(图 1)。

3.2.1 院前管理 根据目前我军卫勤保障力量配置,此环节主要由营卫生所、团卫生队、旅卫生连一级医疗卫生勤务人员完成,首先必须对患者全身情况进行评估,对危及生命的创伤予以处理。如果确定存在眼部辐射损伤,管理应包括^[18-19]:(1)对眼部伤情进行评估。(2)对于眼睑及眼表损伤,如炎症反应及烧灼伤等,给予局部抗炎、抗感染治疗,如非甾体抗炎药、短效激素、抗生素眼药水或眼膏等。(3)对于怀疑或明确存在严重并发症,如开放性眼外伤、眼内异物等

患者,应使用眼罩或纱布遮盖后及时后送,并视情况建立静脉通道,全身或局部应用抗生素预防感染^[20]。(4)对于需进一步检查眼部伤情、病情或症状严重和需要手术治疗患者及时进行转诊。

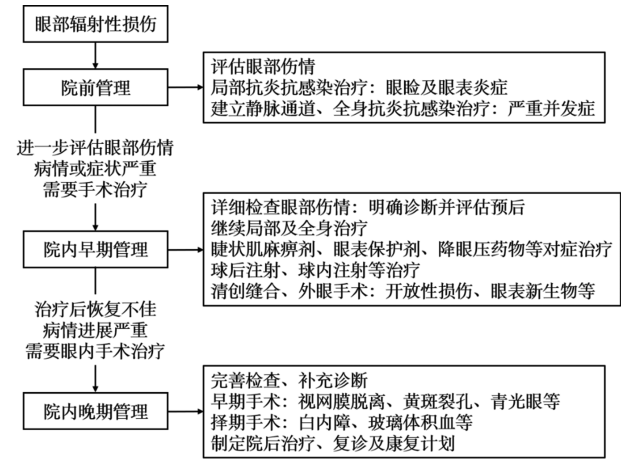


图 1 部队眼辐射损伤患者的管理

3.2.2 院内早期管理 此环节主要由中心级医院或队属保障医院完成,目前我军此级卫生机构的大部分单位具有眼科相关从业人员,具备基本显微外科缝合能力,可达到开放性眼外伤早期救治及外眼手术的基本要求。眼外伤接诊的相关环境、设备、药品和流程建设标准建议参照《中国眼外伤急诊救治规范专家共识(2019 年)》执行^[13]。对于辐射性眼部损伤,本级管理应包括:(1)接到通知后做好接诊伤员接诊准备,必要时前接伤员。(2)结合硬件条件对眼部情况进行更为详细地评估,包括病史、视力、裂隙灯、眼底、眼压、影像学检查等,对伤员眼部病情明确诊断并对预后进行评估。(3)继续局部激素、抗生素、非甾体抗炎药物治疗,对于眼后节损伤可行结膜下及球旁注射,必要时可考虑玻璃体腔注射或全身治疗。同时可根据患者伤情予以其他对症治疗,如睫状肌麻痹剂、眼表保护剂、降眼压药物等^[17]。(4)对于存在开放性损伤的患者应早期行清创缝合术,对于翼状赘肉、结膜瘢痕、新生物等可视情况择期进行外眼手术。(5)全身及局部抗感染治疗,包括静脉输液、玻璃体腔注药、结膜下注射、局部抗生素点眼,建议根据微生物学培养+药敏试验调整用药方案^[21]。(6)对于病情严重、治疗后恢复不佳及需要无法处理的眼内手术的患者,如辐射性白内障、眼底出血、视网膜脱离、脉络膜脱离、玻璃体腔积血、眼内炎、继发性青光眼等情况,则需尽快向上级医疗机构转诊。

3.2.3 院内晚期管理 此级医疗力量主要由战区总医院、军种总医院、军医大学附属医院及解放军总医院等单位构成,具有比较完善的眼科专业人才、设备、技术保障。管理应包括:(1)直接接收院前转诊伤员或接诊下级医疗机构转诊伤员。(2)进一步评估伤情,尤其应关注疾病进展情况,对下级单位无法开展的检查进行完善。(3)对于辐射损伤造成视网膜脱离、黄斑裂孔、青光眼等患者应尽快安排手术治疗^[21]。

(4)对于辐射性白内障、玻璃体积血等,根据情况择期行手术治疗。(5)做好伤员出院后的治疗、复查随访、康复建议及下一步诊治安排。

4 眼部辐射损伤的防护

由于目前对于眼部辐射损伤的了解仍然较少,治疗手段有限,因此有效防护,减少暴露对于降低辐射造成的眼部伤害、保护视力、保存有生力量、维持部队战斗力具有重要作用。主要可以考虑以下措施:(1)在可能接触到辐射的环境中,应佩戴能够防护特定类型辐射的防护眼镜或面罩,如防 UV 眼镜、防激光眼镜等。(2)尽量减少在辐射环境中的停留时间,以降低辐射暴露的累积剂量。(3)与辐射源保持一定的安全距离,以减少辐射的直接影响。(4)使用适当的屏蔽材料,如铅板、混凝土墙等,来阻挡辐射。(5)定期进行眼部健康检查,以及使用辐射监测设备来监测工作环境中的辐射水平。(6)对可能接触到辐射的工作人员进行必要的培训和教育,提高他们对辐射危害的认识和自我保护能力。(7)了解并掌握在辐射事故中的紧急应对措施,如立即撤离、洗消等。(8)在辐射环境中工作的人员应佩戴个人剂量计,以监测和记录个人接受的辐射剂量。(9)对于有潜在辐射风险的仪器设备严格遵守安全操作规程,也可参考国家或国际机构的相关指南,如国际原子能机构(IAEA)和世界卫生组织(WHO)等。

5 总 结

眼部辐射损伤表现多变、情况复杂、视力威胁大,在日常的军事训练和未来战争中有可能成为致盲致残的重要因素之一。因此,加强辐射防护,提高眼辐射伤的专科救治水平,特别是优化从院前急救、院内早期救治到院内后期救治的全部流程,对挽救患眼视力、帮助伤员重返战场、维持军队战斗力具有十分重要的作用。

指南专家组(按姓氏拼音字母排序)

组长

刘 蕊[△] 陆军特色医学中心
李崇义[▲] 陆军特色医学中心

专家组成员

白宗禧 西藏军区总医院
卞白士姣 陆军第九五三医院五官科,创伤与化学中毒
 全国重点实验室
蔡 岩 新疆军区总医院
陈 奇 陆军第七十七集团军医院
陈春林 陆军特色医学中心
陈 康 陆军第九五八医院
杜振伟^{*} 陆军特色医学中心
樊壮卿^{*} 陆军特色医学中心
高 亮 陆军第九四七医院
顾培林^{*} 陆军特色医学中心
贺 玲 陆军第八十三集团军医院
胡德科 陆军第九五五医院
黄观辉 陆军第七十五集团军医院
李洪涛 陆军第九四六医院

李建国
李 颖
李永杰
刘志华
洛 桑
梅 林[#]
邱金龙^{*}
瞿玲辉
王 玲
吴 楠
徐海伟
徐 莉
杨 民
杨永德
张 劲
张 丁
张昊翔
张顺立
郑建华
郑鹏飞^{*}
朱建文
朱强如[#]
^{*}
[△]

解放军三二一八三部队医院
陆军特色医学中心
陆军第九五〇医院
陆军第九五五医院
西藏军区总医院
解放军三二一八三部队医院
陆军特色医学中心
陆军第七十四集团军医院
陆军第七十九集团军医院
陆军军医大学第二附属医院
陆军军医大学第一附属医院
陆军第七十二集团军医院
陆军第八十一集团军医院
陆军第九五二医院
陆军军医大学士官学校附属医院
陆军第八十二集团军医院
陆军第九五四医院
陆军第九五六医院
陆军第七十三集团军医院
陆军军医大学药检系
陆军厦门特勤疗养中心
陆军第九五四医院
指南编写组组长
指南编写组成员

通信作者, E-mail: liuting0727@tmmu. edu. cn。 ▲ 共同通信作者, E-mail: lichongyi@tmmu. edu. cn。

参考文献

[1] 李凤鸣,谢立信. 中华眼科学[M]. 北京:人民卫生出版社,2014.

[2] YAM J C S, KWOK A K H. Ultraviolet light and ocular diseases[J]. Int Ophthalmol, 2014, 34(2):383-400.

[3] CHAN J Y Y, CHOW V W S, CHAN C K M, et al. Photokeratitis in outdoor event participants exposed to UV radiation display[J]. JAMA Ophthalmol, 2024, 142(6):568-571.

[4] IZADI M, JONAIID-JAFARI N, POURAZIZI M, et al. Photokeratitis induced by ultraviolet radiation in travelers: a major health problem[J]. J Postgrad Med, 2018, 64(1):40-46.

[5] CORONEO M. Ultraviolet radiation and the anterior eye[J]. Eye Contact Lens, 2011, 37(4):214-224.

[6] DELIC N C, LYONS J G, DI GIROLAMO N, et al. Damaging effects of ultraviolet radiation on the cornea[J]. Photochem Photobiol, 2017, 93(4):920-929.

[7] HÖLLHUMER R, WILLIAMS S, MICHEL-OW P. Observational study of ocular surface squamous neoplasia: risk factors, diagnosis, management and outcomes at a tertiary eye hospital in South Africa[J]. PLoS One, 2020, 15(8):e0237453.

[8] JU X J, ROKOHL A C, LI X T, et al. A UV-related risk

analysis in ophthalmic malignancies; increased UV exposure May cause ocular malignancies[J]. Adv Ophthalmol Pract Res, 2024, 4(2):98-105.

[9] OKUNO T, KOJIMA M, HASANOVA N, et al. Threshold ocular exposure to near infrared radiation for causing acute opacification in the rabbit lens[J]. Photochem Photobiol, 2022, 98(4):945-948.

[10] YU Y, YAO K. Non-thermal cellular effects of lowpower microwave radiation on the lens and lens epithelial cells[J]. J Int Med Res, 2010, 38(3):729-736.

[11] STEWART F A, AKLEYEV A V, HAUER-JENSEN M, et al. ICRP publication 118: ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs; threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context[J]. Ann ICRP, 2012, 41(1/2):1-322.

[12] HAMADA N, AZIZOVA T V, LITTLE M P. An update on effects of ionizing radiation exposure on the eye[J]. Br J Radiol, 2020, 93(1115):20190829.

[13] 中华医学会眼科学分会眼外伤学组. 中国眼外伤急诊救治规范专家共识(2019 年)[J]. 中华眼科杂志, 2019, 55(9):647-651.

[14] MESSMAN A M. Ocular injuries: new strategies in emergency department management[J]. Emerg Med Pract, 2015, 17(11):1-21.

[15] LIPKE K J, GÜMBEL H O C. Emergency treatment of ocular trauma[J]. Facial Plast Surg, 2015, 31(4):345-350.

[16] TABATABAEI S A, SOLEIMANI M, ALIZADEH M, et al. Predictive value of visual evoked potentials, relative afferent pupillary defect, and orbital fractures in patients with traumatic optic neuropathy[J]. Clin Ophthalmol, 2011, 5:1021-1026.

[17] 中华医学会眼科学分会角膜病学组. 中国眼烧伤临床诊疗专家共识(2021 年)[J]. 中华眼科杂志, 2021, 57(4):254-260.

[18] RITSON J E, WELCH J. The management of open globe eye injuries: a discussion of the classification, diagnosis and management of open globe eye injuries[J]. J R Nav Med Serv, 2013, 99(3):127-130.

[19] 全军眼科学专业委员会. 我军眼战伤专科前救治专家共识[J]. 解放军医学杂志, 2019, 44(9):721-723.

[20] BLANCH R J, BINDRA M S, JACKS A S, et al. Ophthalmic injuries in British Armed Forces in Iraq and Afghanistan[J]. Eye(Lond), 2011, 25(2):218-223.

[21] 中华医学会眼科学分会眼外伤学组. 中国外伤性感染性眼内炎防治专家共识(2023 年)[J]. 中华眼科杂志, 2023, 59(2):90-95.

(收稿日期:2024-04-26 修回日期:2024-09-23)