

电离辐射对放射工作人员的影响

李 超

四川世阳卫生技术服务有限公司 四川 成都 610000

摘 要：随着核技术、放射诊疗等领域的飞速发展，电离辐射在医疗、工业、科研等众多行业的应用愈发广泛，放射工作人员的数量也随之增多。本文聚焦电离辐射对放射工作人员的影响。首先阐述电离辐射的生物学效应，包括确定性与随机性效应。接着深入剖析电离辐射对放射工作人员健康的多方面影响，涵盖血液、免疫、生殖等系统，以及晶状体、皮肤等器官，还涉及辐射致癌问题。最后介绍电离辐射的防护措施，如时间、距离、屏蔽防护，个人防护用品使用及健康监护等，旨在为保障放射工作人员健康提供全面的理论依据与实用指导。

关键词：电离辐射；放射工作；人员影响

引言：在医疗、科研、工业等诸多领域，放射工作人员发挥着不可或缺的作用。然而，他们在工作过程中不可避免地会接触到电离辐射。电离辐射具有强大的能量，能穿透物质并与生物体内的分子相互作用，引发一系列复杂的生物学变化。这种变化可能对放射工作人员的健康产生潜在威胁，从短期的身体不适到长期的严重疾病，甚至危及生命。了解电离辐射对放射工作人员的影响，并采取有效的防护措施，不仅关乎工作人员自身的健康与安全，也关系到相关行业的稳定发展以及社会的整体利益，因此具有极其重要的现实意义。

1 电离辐射的生物学效应

1.1 确定性效应

确定性效应是指辐射剂量达到一定阈值后，必然会出现的效应，且其严重程度与剂量大小相关。当人体受到较高剂量的电离辐射照射时，体内细胞大量死亡或发生严重损伤，进而影响器官的正常功能。例如，短期内受到大剂量照射，可能引发急性放射病，出现恶心、呕吐、腹泻、脱发等症状，严重时可导致造血功能障碍、感染、出血等，甚至危及生命。对于皮肤，高剂量辐射可造成皮肤红斑、水肿、溃疡等损伤。确定性效应存在明确的剂量阈值，只要控制辐射剂量低于阈值，一般不会发生此类效应。

1.2 随机性效应

随机性效应不存在剂量阈值，其发生概率与辐射剂量成正比，但严重程度与剂量无关。这意味着即使受到很小的剂量照射，也存在发生随机性效应的可能性，只是概率较低。随机性效应主要包括辐射致癌和遗传效应。辐射可损伤细胞的DNA，导致基因突变和染色体畸变，这些异常改变可能使细胞失去正常调控，发生恶性转化，最终引发癌症，如白血病、肺癌、甲状腺癌等。

遗传效应则是指辐射引起的基因突变和染色体畸变传递给后代，可能导致后代出现遗传性疾病或畸形。由于随机性效应的不可预测性，即使接受低剂量辐射，也不能忽视其潜在危害，需采取综合防护措施降低辐射风险^[1]。

2 电离辐射对放射工作人员健康的影响

2.1 血液系统

电离辐射对放射工作人员血液系统影响显著。从作用机制看，辐射会直接损伤骨髓造血干细胞，干扰其增殖与分化，破坏血细胞生成的正常进程。同时，辐射产生的自由基会攻击血细胞，导致细胞膜、DNA等结构受损。在临床表现上，初期多出现白细胞减少，尤其是淋巴细胞下降明显，这使得工作人员感染风险增加，易出现咽痛、发热等症状。随着辐射暴露持续，血小板也会减少，引发皮肤瘀斑、鼻出血等出血倾向。长期低剂量辐射暴露还可能造成红细胞生成障碍，导致贫血，出现乏力、头晕等情况。此外，电离辐射是血液系统恶性肿瘤的潜在诱因，长期接触可能增加白血病等疾病的发病几率。

2.2 免疫系统

电离辐射对放射工作人员免疫系统的影响不容小觑。在作用机制方面，辐射可直接损伤免疫细胞，如淋巴细胞，破坏其细胞膜、细胞器及DNA，影响细胞的正常功能与存活。同时，辐射还会干扰免疫细胞的增殖、分化过程，导致免疫细胞数量减少、活性降低，破坏免疫系统的平衡与稳定。从临床表现来看，放射工作人员受辐射影响后，免疫功能下降，身体抵抗力变弱。他们更容易遭受细菌、病毒等病原体的侵袭，频繁出现感冒、呼吸道感染等疾病，且病程往往较长、症状较重。此外，伤口愈合速度也会变慢，因为免疫系统在伤口修复过程中起着关键作用，辐射导致的免疫抑制会延缓这

一进程。长期低剂量辐射暴露还可能引发自身免疫性疾病,使免疫系统错误地攻击自身组织和器官。为减轻辐射对免疫系统的损害,放射工作人员应加强个人防护,定期进行免疫功能检测,以便及时发现问题并采取相应措施。

2.3 生殖系统

电离辐射对放射工作人员生殖系统有着多方面的不良影响。对于男性而言,辐射会损害睾丸中的生精细胞,影响精子的生成过程。这可能导致精子数量减少、活力降低,甚至出现精子畸形率升高的情况,进而降低生育能力,增加后代遗传缺陷的风险。而且,辐射还可能干扰男性内分泌系统,影响性激素的分泌,对性功能产生一定程度的损害。对于女性,电离辐射可损伤卵巢中的卵泡细胞,破坏卵子的发育和成熟,影响月经周期和生育能力。长期或高剂量辐射暴露可能引发卵巢早衰,导致提前绝经。怀孕期间的妇女若接触辐射,还可能增加胎儿畸形、流产、早产等不良妊娠结局的发生几率。为保护生殖系统健康,放射工作人员尤其是育龄期人员,应严格做好辐射防护,遵循相关安全操作规范,尽量减少不必要的辐射暴露,同时定期进行生殖系统相关检查。

2.4 晶状体

电离辐射对放射工作人员晶状体的损害不容忽视。晶状体主要由晶状体纤维构成,其细胞分裂活动极为缓慢,一旦受损,自我修复能力极差。当放射工作人员长期处于电离辐射环境中,射线会穿透眼部组织直接作用于晶状体。辐射能量可使晶状体蛋白质发生变性,导致晶状体纤维结构紊乱、断裂。初期,可能仅表现为轻微的视力模糊,容易被忽视。但随着辐射暴露时间的延长和剂量的累积,晶状体混浊逐渐加重,可发展为典型的放射性白内障。患者会出现明显的视力下降,严重时仅剩光感,甚至失明,极大地影响生活质量和工作能力。由于晶状体损伤具有不可逆性,预防尤为关键。放射工作人员在工作时必须严格佩戴防护眼镜,减少眼部辐射暴露。

2.5 皮肤

电离辐射对放射工作人员皮肤的损害较为常见且多样。皮肤作为人体与外界接触的第一道屏障,直接暴露在辐射环境中,极易受到伤害。在急性辐射暴露情况下,皮肤会出现红斑反应,表现为局部皮肤发红、瘙痒,类似轻度晒伤。随着辐射剂量增加,红斑会加重,进而出现水疱、溃疡,疼痛明显,愈合后可能留下瘢痕,影响皮肤外观和功能。长期低剂量辐射暴露则会导

致皮肤慢性损伤,如皮肤干燥、脱屑、粗糙,弹性降低,出现皱纹和色素沉着,加速皮肤老化进程。此外,电离辐射还可能诱发皮肤恶性肿瘤,如基底细胞癌、鳞状细胞癌等,严重威胁工作人员的健康。为减少辐射对皮肤的伤害,放射工作人员工作时应穿戴好防护服,尽可能减少皮肤暴露面积。

2.6 辐射致癌

电离辐射是明确的致癌因素,对放射工作人员的癌症风险构成潜在威胁。其致癌机制主要在于辐射的电离作用,它可直接损伤细胞内的DNA,导致基因突变、染色体断裂与重排等遗传物质改变。这些异常若未被细胞修复机制纠正,就可能使正常细胞转化为癌细胞,开启不受控的增殖过程。放射工作人员长期接触低剂量电离辐射,患多种癌症的风险增加,如白血病、肺癌、甲状腺癌、乳腺癌等。其中,白血病与辐射的关联尤为密切,骨髓对辐射高度敏感,辐射引发的基因突变易导致造血系统恶性病变。而且,辐射致癌存在潜伏期,可能在工作接触辐射多年后才发病,这增加了追踪和预防的难度。为降低辐射致癌风险,放射工作场所应严格落实防护措施,工作人员要规范使用防护设备,减少不必要的辐射暴露^[2]。

3 电离辐射的防护措施

3.1 时间防护

时间防护是电离辐射防护的重要原则之一,其核心在于尽可能缩短人体受照射的时间。在辐射环境中,人体接受的辐射剂量与照射时间成正比,减少接触时间能有效降低辐射累积剂量,从而减轻对健康的潜在危害。在实际工作中,放射工作人员需提前做好充分准备,熟悉操作流程,提高工作效率,避免因操作不熟练而延长在辐射场中的停留时间。例如,在进行放射性物质操作或放射诊疗时,精准规划每一步操作,快速完成既定任务。同时,合理安排工作与休息时间,避免长时间连续作业。对于一些非必要的现场观察,可采用远程监控等方式替代。通过严格把控时间因素,能在不影响工作质量的前提下,最大限度地降低辐射暴露风险,保障工作人员的安全与健康。

3.2 距离防护

距离防护是降低电离辐射危害的关键手段,其依据是辐射强度随距离的增加而迅速衰减的规律。对于点状辐射源,辐射剂量率与距离的平方成反比,这意味着距离增加一倍,辐射剂量率将降至原来的四分之一。在实际工作场景中,放射工作人员应尽可能增大与辐射源的距离。比如,在操作放射性同位素或使用X射线设备时,

借助机械臂、长柄工具等延长操作距离，避免直接近距离接触。在放射诊疗中，医护人员可在控制室通过遥控设备操作，与患者（辐射源）保持安全距离。此外，合理规划工作区域布局，将辐射源放置在特定区域，限制人员进入近距离范围。通过遵循距离防护原则，能有效减少人体接受的辐射剂量，保障工作人员的辐射安全。

3.3 屏蔽防护

屏蔽防护是电离辐射防护中极为关键的一环，其原理是利用屏蔽材料对射线的吸收和散射作用，降低辐射强度，从而减少人体受到的辐射剂量。不同类型射线需选用合适的屏蔽材料。对于X射线和 γ 射线，常用铅、混凝土等高密度材料，它们能有效吸收射线能量； β 射线则可使用有机玻璃、铝板等进行屏蔽；中子射线防护较为复杂，需采用含氢材料（如水、石蜡）结合硼化合物等。在实际应用中，要根据辐射源的特点和工作场景合理设置屏蔽体。例如，在放射诊疗室安装铅门、铅玻璃观察窗；放射性实验室用铅罐储放放射性物质。同时，要确保屏蔽体完整无破损，定期检查维护。通过科学的屏蔽防护，能大幅降低辐射对工作人员和周围环境的危害，保障辐射安全。

3.4 个人防护用品的使用

个人防护用品是电离辐射防护的最后一道防线，正确使用能有效降低工作人员的辐射暴露。常见的个人防护用品包括铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜和铅手套等。铅衣可对躯干进行防护，减少胸部、腹部等重要器官接受的辐射剂量；铅帽保护头部，防止射线对大脑的损伤；铅围脖守护颈部甲状腺，降低甲状腺癌发病风险；铅眼镜能阻挡射线对眼睛晶状体的伤害；铅手套则用于手部防护，避免在操作放射性物质时直接接触。使用时，要确保防护用品穿戴正确、完整，无破损、漏洞。工作结束后，应按规定妥善存放，避免折叠、挤压造成损坏。同时，定期对防护用品进行检测和维护，保证其防护性能。通过规范使用个人防护用品，能最大程度保障放射工作人员的辐射安全。

3.5 健康监护

健康监护是保障放射工作人员免受电离辐射过度危害的重要举措。它通过系统的健康检查和监测，能早期发现辐射对身体的潜在影响，及时采取干预措施。上岗前健康检查可确定工作人员是否适合从事放射工作，排除患有某些疾病而不宜接触辐射的人员。在岗期间定期健康检查，包括常规体检和特殊项目检查，如血常规、染色体分析、晶状体检查等，能动态观察辐射对血液系统、遗传物质、眼睛等的影响。离岗时健康检查则可评估工作人员在岗期间累积的辐射损伤情况。此外，建立个人健康档案，详细记录每次检查结果，便于追踪健康变化。一旦发现异常，及时安排进一步诊断和治疗，并调整工作岗位，减少辐射暴露，切实维护放射工作人员的身体健康^[3]。

结束语

电离辐射于放射工作人员而言，是时刻相伴的潜在威胁。它悄无声息地侵蚀着身体的各个系统，从引发血液成分的异常改变，到影响生殖功能、损伤晶状体与皮肤，甚至埋下癌症的隐患，严重威胁着工作人员的身心健康与生活质量。但值得庆幸的是，我们拥有科学有效的防护手段。通过合理运用时间、距离、屏蔽防护，正确使用个人防护用品，并严格落实健康监护制度，能够最大程度降低辐射危害。放射工作人员是守护健康的重要力量，只有保障好他们的安全，才能让他们毫无后顾之忧地投身工作，为人类健康事业筑牢坚实防线。

参考文献

- [1]杨勇,王强,俞爱青,等.低剂量电离辐射对放射工作人员影响[J].中国卫生检验杂志,2022,32(03):354-358.
- [2]郭新峰,郭玉萍,张素华,等.低剂量电离辐射对放射工作人员的分析[J].中国工业医学杂志,2021,34(06):524-527.
- [3]王莉莉,刘继文.低剂量电离辐射对放射工作人员的影响[J].中国工业医学杂志,2021,34(02):147-148.