



· 临床研究 ·

电磁脉冲复合  $\gamma$  射线照射对小鼠脑组织 SOD 和 MDA 的影响李木<sup>1</sup> 潘耀<sup>1</sup> 李豫蓉<sup>2</sup> 曾丽华<sup>2</sup> 郎海洋<sup>2\*</sup>

1 中国人民解放军第四军医大学 陕西西安 710032 2 第四军医大学军事预防医学系放射医学教研室 陕西西安 710032

**摘要:** 观测  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线和电磁脉冲联合作用对小鼠脑组织 SOD 活性和 MDA 含量的影响。雄性 Balb/c 小鼠按体重随机分为对照组、 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组、EMP 组、 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线 + EMP 组和 EMP +  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组。在照后即刻、6h、24h、48h、72h、1wk 取脑组织, 采用 NBT 羟胺法检测 SOD 活性, 采用 TBA 比色法检测 MDA 含量, 数据进行方差分析。在照后 6h~24h, 电磁脉冲复合  $\gamma$  射线辐照比单一电磁脉冲或  $\gamma$  射线辐照引发的小鼠脑 SOD 活性和 MDA 含量的改变更加剧烈, 但随着时间的延长, 影响逐渐消失。

**关键词:** 电离辐射 电磁辐射 MDA SOD 脑

**中图分类号:** Q691 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-5187 (2017) 04-166-01

本实验采用低剂量  $\gamma$  射线照射后 1h 再联合电磁脉冲照射, 以及电磁脉冲照射后联合  $\gamma$  射线照射, 观察其对脑组织 SOD 活性和 MDA 含量的影响, 探讨电离辐射和非电离辐射复合作用的生物效应, 为制定电离辐射和电磁辐射复合效应卫生防护标准提供实验依据。

## 1 材料和方法

## 1.1 动物分组

雄性 Balb/c 小鼠 240 只, 体质量 18~20g, 9~10wk, 按体质量随机分为 5 组, 即对照组、 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组、EMP 组、 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线 + EMP 组、EMP +  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组, 每组 48 只, 每组动物按照时间点 (即刻、6h、24h、48h、72h、1wk) 分为 6 小组, 每小组 8 只。实验设计如下 (表 1):

表 1: 实验动物分组

组别	照后时间及动物数量 (只)					
	即刻	6h	24h	48h	72h	1wk
对照组	8	8	8	8	8	8
$^{60}\text{Co}$ $\gamma$ 线组	8	8	8	8	8	8
EMP 组	8	8	8	8	8	8
$^{60}\text{Co}$ $\gamma$ 线 + EMP 组	8	8	8	8	8	8
EMP + $^{60}\text{Co}$ $\gamma$ 线组	8	8	8	8	8	8

1.2  $\gamma$  射线辐照

700 cGy  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线全身辐照, 剂量率为  $136.5 \text{ cGy} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

## 1.3 EMP 辐照

场强  $200 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$ , 400 次脉冲电磁脉冲 (EMP) 全身辐照, 小鼠在辐射场中呈自由体位。

## 1.4 联合辐照

$^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线 + EMP 组: 700 cGy  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照后 1h 进行  $200 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$ 、400 次脉冲 EMP 辐照; EMP +  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组:  $200 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$ 、400 次脉冲 EMP 辐照 1h 后再进行 700 cGy  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线辐照。对照组动物假照射同步进行。

## 1.5 样品制备及检测

小鼠于照后即刻、6h、24h、48h、72h、1wk 活杀, 取脑组织称重, 用  $4^\circ\text{C}$  预冷生理盐水清洗脏器组织, 匀浆,  $3000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$  离心 15 min, 取上清液, 采用 NBT 羟胺法测 SOD 活性, TBA 比色法测 MDA 含量。

## 2 结果

电磁脉冲复合  $\gamma$  射线对小鼠脑组织 SOD 活性和 MDA 含量的影响, 与对照组相比, 照后 6h、24h,  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组、EMP 组、 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线 + EMP 组和 EMP +  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组小鼠脑组织 SOD 活性显著下降 ( $p < 0.05$ )。与  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组或 EMP 组相比, 照后 6h、24h,  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线 + EMP 组和

\* 通讯作者: 郎海洋

EMP +  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组小鼠脑组织 SOD 活性均显著下降 ( $p < 0.05$ )。

与对照组相比, 照后 6h、24h,  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组、EMP 组、 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线 + EMP 组和 EMP +  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组小鼠脑组织 MDA 含量显著升高 ( $p < 0.05$ )。与  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组或 EMP 组相比, 照后 6h、24h,  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线 + EMP 组和 EMP +  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  线组小鼠脑组织 SOD 活性均显著升高 ( $p < 0.05$ )。

## 3 讨论

国内外研究显示, 电磁辐射可对中枢神经系统<sup>[1]</sup>、内分泌系统<sup>[2]</sup>、生殖系统<sup>[3]</sup>和心血管系统<sup>[4-5]</sup>等多系统、多脏器产生一定的生物学效应。多数学者认为, 电离辐射与非电离辐射的复合作用主要表现为协同效应, 但少数人持相反观点, 认为二者的复合效应主要以拮抗为主。本实验结果显示, 在照后 6h~24h, 电磁脉冲复合  $\gamma$  射线辐照比单一电磁脉冲或  $\gamma$  射线辐照引发的小鼠脑 SOD 活性和 MDA 含量的改变更加剧烈, 说明本实验采用的两种辐射在复合作用时, 即使强度较小, 也能够产生协同作用, 从而支持了上述的多数学者的观点。分析其机制可能为: (1) 一定强度的电磁辐射本身具有的损伤效应。(2) 机体经电离辐射照射后, 可能对电磁波暴露变得更为敏感。有学者曾发现睾丸组织经辐照后, SOD 的活性和 MDA 的含量无显著差异, 可能是随着照射后时间的延长, 氧化和抗氧化反应系统逐步平衡, 可使机体自由基代谢损伤逐渐恢复和相关性改变。这与机体自身的修复和代偿有关, 总之电离辐射和非电离辐射复合作用的生物效应对机体作用是复杂和多样性的, 要全面阐述电磁脉冲拮抗和协同  $\gamma$  射线辐照损伤作用的机制, 其作用机理还需要更进一步讨论和研究。

## 参考文献

- [1] 戴夕超, 韩正祥, 杜秀平, 张西志, 汪步海. 双氢青蒿素对大鼠照射后早期肺组织病理形态学的影响 [J]. 徐州医学院学报, 2008, 12:779-783.
- [2] 徐冰心, 李成林, 史煜华, 谢京波, 陈阿鑫, 高娇, 任晔, 李建忠, 刘志国. 白藜芦醇对  $(^{60}\text{Co})\gamma$  射线照射小鼠氧化损伤的防护 [J]. 解放军药学学报, 2012, 04:289-291.
- [3] 李子蓉, 谭娟, 王晋, 徐胜龙, 郭军. 红芪胶囊对  $^{60}\text{Co}-\gamma$  射线辐照后大鼠脑、肺、血清 SOD 活性和 MDA 含量的影响 [J]. 陕西中医, 2010, 03:363-364.
- [4] 张鹏程, 曹永珍, 于程程, 姜恩海. KGF 及其联合 G-CSF 对  $(^{137}\text{Cs})\gamma$  射线 5.0Gy 照射小鼠重要脏器的放射防护作用 [J]. 中国辐射卫生, 2014, 01:7-11.
- [5] 任雪玲, 汤宁, 白丽, 陈斌, 李莹辉, 赵玉芬. 丙谷二肽对  $\gamma$  射线致小鼠肺组织损伤的防护作用 [J]. 郑州大学学报 (医学版), 2014, 04:487-490.

(上接第 165 页)

[1] 赵剑, 刘璠, 潘丞中, 等. 颈椎屈曲牵张性损伤的前路手术复位与固定 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2014, 6(11):1214-1217.

[2] 金大地, 鲁凯伍, 王吉兴, 等. 下颈椎骨折脱位合并脊髓损伤的外科手术入路选择 [J]. 中华外科杂志, 2014, 42(21):1303-1306.

[3] 郝定均, 贺宝荣, 许正伟, 等. 下颈椎骨折脱位并关节突交锁的手术方式选择 [J]. 中华创伤杂志, 2010, 26(8):687-690.

[4] Doran SE, Papadopoulos SM, Ducker TB, et al. Magnetic resonance imaging documentation of coexistent traumatic locked facets of the cervical spine and disc herniation [J]. J Neurosurg, 2013, 79(3): 341-345.