

· 基础研究 ·

维生素 E 对果蝇辐射氧化损伤机制的影响

贺特¹ 马云¹ 王五洲¹ 贺俊彦¹ 蒋雨薇¹ 曹旭琴² 何淑雅^{1,2}

¹南华大学衡阳医学院生物化学与分子生物学教研室 421001; ²南华大学公共卫生学院放射医学教研室, 衡阳 421001

通信作者: 何淑雅, Email: heshuya8502@163.com

【摘要】 目的 探索不同浓度维生素 E 对 γ 射线照射后果蝇幼虫敏感性的影响。方法 使用不同浓度(100、500、1000、1500 mg/L)维生素 E 处理 W1118 果蝇幼虫, ^{137}Cs γ 射线 50 Gy 进行照射, 测定果蝇幼虫的蛹化率和羽化率、羽化后 48 h 死亡率、过氧化氢酶(CAT)活性和谷胱甘肽(GSH)含量, 分析其抗氧化能力和氧化损伤状态。组间的比较采用 *LSD-t* 检验。结果 1000、1500 mg/L 维生素 E 组果蝇幼虫的蛹化率、羽化率、攀爬能力、CAT 活性、GSH 含量均明显比单纯照射对照组高, 且差异均有统计学意义($t=2.864\sim 16.462$, 均 $P<0.05$)。与未照射对照组比较, 1000 mg/L 和 1500 mg/L 维生素 E 组的果蝇幼虫羽化为成虫 48 h 内的死亡率分别从(54.0 \pm 5.0)%降低至(36.1 \pm 7.6)%和(37.5 \pm 5.8)%, 差异均有统计学意义($t=3.386$, $P=0.028$; $t=3.718$, $P=0.021$)。结论 维生素 E 通过减少氧化性应激来减缓果蝇幼虫辐照后的氧化损伤, 并能提高果蝇的辐射抗性。

【关键词】 维生素 E; γ 射线; 辐射防护; 黑腹果蝇; 氧化性应激

基金项目: 国家自然科学基金(81741143); 湖南省教育厅重点科研项目(17A186)

DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.03.010](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.03.010)

Effects of vitamin E on oxidative damage mechanism of gamma radiation in *Drosophila melanogaster*

He Te¹, Ma Yun¹, Wang Wuzhou¹, He Junyan¹, Jiang Yuwei¹, Cao Xuqing², He Shuya^{1,2}

¹Department of Biochemistry and Molecular Biology, Hengyang Medical College, University of South, Hengyang 421001, China; ²Department of Radiology Medicine, School of Public Health, University of South China, Hengyang 421001, China

Corresponding author: He Shuya, Email: heshuya8502@163.com

【Abstract】 Objective To explore the effects of different concentrations of vitamin E on the sensitivity of fruit fly larvae after gamma-ray irradiation. **Methods** Different concentrations(100, 500, 1000, and 1500 mg/L) of vitamin E were used to treat W1118 fruit fly larvae, and ^{137}Cs gamma-ray irradiation of 50 Gy was utilized. The pupation and eclosion rates, mortality rate after eclosion for 48 h, catalase activity(CAT), and glutathione(GSH) content of fruit fly larvae were measured, and the antioxidant capacity and oxidative damage status were analyzed. *LSD t*-test was used to compare groups. **Results** The pupation rate, emergence rate, climbing ability, CAT activity, and GSH content of fruit fly larvae in the vitamin E(1000 mg/L and 1500 mg/L) group were significantly higher than those in the control group, and the differences were statistically significant($t=2.864\sim 16.462$, all $P<0.05$). In comparison with the non-irradiated control group, the mortality rate of fruit fly larvae in the vitamin E group with concentrations of 1000 mg/L and 1500 mg/L significantly decreased from(54.0 \pm 5.0)% to(36.1 \pm 7.6)% and(37.5 \pm 5.8)%, respectively, within 48 h of emergence to adult($t=3.386$, $P=0.028$; $t=3.718$, $P=0.021$). **Conclusion** Vitamin E can slow down the oxidative damage of *Drosophila melanogaster* larvae after irradiation by reducing oxidative stress, as well as

improve the radiation resistance of *Drosophila melanogaster*.

【Key words】 Vitamin E; Gamma rays; Radiation protection; *Drosophila melanogaster*; Oxidative stress

Fund programs: National Natural Science Foundation of China(81741143); Research Foundation of Education Bureau of Hunan Province(17A186)

DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.03.010](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.03.010)

辐射与各种化学物质结合造成的危害是现代生活不可避免的^[1]。在日本福岛核事故等核灾难发生后,由于环境受到放射性污染,公众对辐射暴露的健康风险越来越关注。在毒理学研究中,动物模型被广泛地应用。然而,其成本和许可等问题限制了其在大规模药物筛选过程中被使用^[2],为了尽量减少使用高等动物,替代模型变得非常重要。果蝇是一种无脊椎动物,基因组被广泛研究,且果蝇是一种完全变态的生物体,其毒性可在胚胎、幼虫、蛹和成虫的不同发育阶段表现出来^[3]。因此,果蝇适合作为动物模型而应用于大规模药物筛选。

电离辐射对果蝇的大部分有害影响主要是通过它的间接作用,即通过作用于水分子产生自由基,如羟自由基、超氧阴离子、过氧化氢等,从而使果蝇体内各种生物大分子(如DNA、RNA和蛋白质等)的结构和功能发生改变,最终导致致命性的细胞损伤,这是果蝇辐射损伤的主要形式^[4]。有报道线粒体是细胞内超氧化物产生的主要场所,且同时维生素E在线粒体中的浓度也是最高的,维生素E缺陷型动物的骨骼肌细胞最早出现的症状之一就是线粒体的损坏^[5]。线粒体中维生素E的存在对限制超氧化物的生成起着关键作用。维生素E可以通过降低细胞中线粒体超氧化物的生成、清除已生成的超氧化物和稳定线粒体膜,达到降低线粒体超氧化物水平的目的^[6]。本研究主要目的是评估维生素E是否能够提高果蝇幼虫的抗辐射损伤和抗氧化损伤的能力。鉴于维生素E具有抗氧化作用,确定维生素E是否可以作为哺乳动物的辐射保护剂具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试剂和仪器

试剂:3-羟基苯甲酸甲酯(上海生工生物工程有限公司),冰醋酸、无水乙醇、磷酸氢二钠、磷

酸二氢钾(湖南汇虹试剂有限公司),维生素E(北京博奥拓达科技有限公司),BCA蛋白浓度测定试剂盒(碧云天生物有限公司),过氧化氢酶(catalase, CAT)活力测定试剂盒、谷胱甘肽(glutathione, GSH)含量测定试剂盒(南京建成生物工程仪器有限公司)。仪器:¹³⁷Cs γ 生物辐照仪(HXFS-IA,中国核动力研究设计院设备制造厂),Synergy TMHT酶标仪(美国BIO-TEK公司),Eppendorf冷冻离心机(德国Eppendorf有限公司),-80℃超低温冰箱(美国Thermo scientific公司)。

1.2 果蝇幼虫的培养

W-118野生型果蝇由湖南师范大学生命科学院吴秀山教授惠赠。果蝇从胚胎发育到成虫大约需要10 d。收集受精的雌性果蝇,产卵限制在4 h,丢弃雌性果蝇,以获得均匀样品。卵在培养室中孵育72 h,用20%蔗糖溶液以梯度密度把幼虫从培养基中分离,获得第二龄幼虫。将幼虫放至装有蔗糖培养基溶液的玻璃瓶中,备用。

1.3 维生素E处理

在装有滤纸盘和在10%蔗糖溶液中添加3.5 mL浓度分别为0、100、500、1000、1500 mg/L维生素E溶液,对幼虫进行24 h处理。每12 h更换一次滤纸,24 h后收获第三龄幼虫。

1.4 分组及照射

将培养瓶中的三龄幼虫分为10组,每组3管,每管100只。将2个5组分别分为对照组和100、500、1000、1500 mg/L维生素E组,其中1个5组放置于生物辐照仪中进行照射,每分钟辐照剂量约为1.9 Gy,辐照50 Gy;另1个5组不进行照射,将未受照射和照射后的果蝇同时放在25℃的恒温箱中培养,每5 d更换一次培养基。

1.5 蛹化率和羽化率的测定

每隔6 h观察照射后幼虫的形态变化,以确定蛹化率和羽化率。蛹化率=蛹的总数/幼虫数 \times 100%,羽化率=羽化果蝇的总数/幼虫数 \times 100%。

1.6 羽化后 48 h 死亡率的测定

在幼虫羽化为成虫后，每隔 12 h 观察其存活数量直至 48 h，以确定死亡率。死亡率=死亡果蝇的总数/羽化果蝇的总数×100%。

1.7 果蝇攀爬能力的测定

收集羽化后 4~5 d 的成虫，轻拍培养管使果蝇置于培养管底部，果蝇攀爬的运动区域设定为培养管底部距顶部棉塞 5 cm 之间的区域，记录 10 s 内果蝇攀爬到 5 cm 的百分比。

1.8 氧化应激的标记检测

采用生化分析方法对三龄幼虫的氧化压力进行评价。每组设置 3 个重复，每个重复 50 只果蝇幼虫，加入 10 倍果蝇重量的 PBS，在冰上研磨制备幼虫组织匀浆，4 ℃ 下 3500 r/min 离心(半径为 7.8 cm) 15 min，采用 GSH 和 CAT 试剂盒测定 GSH 活力和 CAT 活力。

1.9 统计学分析

用 SPSS19.0 软件对数据进行统计学分析。果蝇幼虫的蛹化率、羽化率、CAT 活力、GSH 含量和成虫的攀爬能力、羽化后 48 h 内的死亡率在符合正态分布的情况下用 $\bar{x} \pm s$ 表示，在方差齐的条件下各组间的比较采用 LSD-t 检验。P<0.05 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同浓度维生素 E 对照射后果蝇幼虫蛹化率的影响

由图 1 可见，在 50 Gy γ 射线照射后，不同浓度维生素 E 处理后的果蝇幼虫的蛹化率与单纯照射对照组比较均明显升高，500、1000、1500 mg/L 的维生素 E 组的蛹化率分别从(43.00±2.00)% 增加至 (52.66±2.52) %、(67.00±3.61) % 和 (71.33±4.04) %，且差异均有统计学意义；而未受照射的果蝇幼虫，随着维生素 E 浓度的增加，其蛹化率随之降低，差异均有统计学意义。

2.2 不同浓度维生素 E 对受照后果蝇幼虫羽化率的影响

由图 2 可见，随着维生素 E 浓度的增加，果蝇幼虫在 50 Gy γ 射线照射后的羽化率与单纯照射的对照组比较明显增加，分别从(38.36±1.48)% 增加至 (44.33±2.08) %、(50.00±4.00) %、(62.67±2.08) %、(63.33±3.06) %，且差异均有统计学意义。

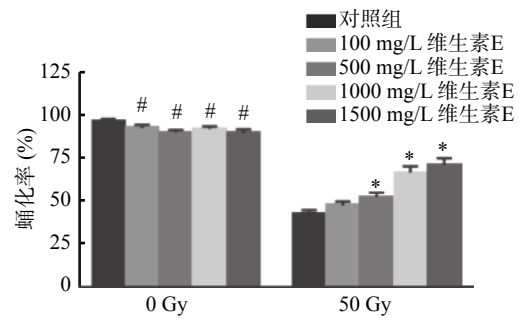


图 1 不同浓度维生素 E 对 γ 射线照射后果蝇幼虫蛹化率的影响 图中，#：与 0 Gy 对照组比较，差异有统计学意义 ($t=3.250, 6.325, 4.427, 4.690$, 均 $P<0.05$)；*：与 50 Gy 单纯照射对照组比较，差异有统计学意义 ($t=5.209, P=0.006$; $t=10.082, P=0.001$; $t=10.883, P=0.000$)。对照组为 10% 蔗糖溶液。

Fig. 1 Effect of different concentrations of vitamin E on pupation rate of gamma-ray irradiation on drosophila melanogaster larvae

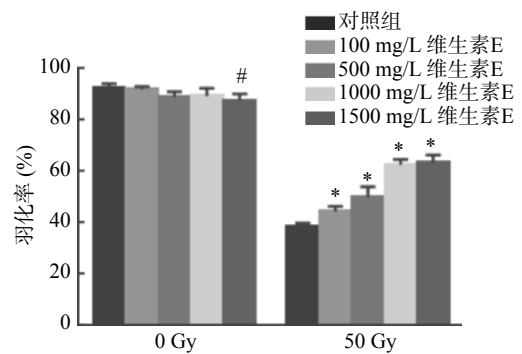


图 2 不同浓度维生素 E 对 γ 射线照射后果蝇幼虫羽化率的影响 图中，#：与 0 Gy 对照组比较，差异有统计学意义 ($t=2.942, P=0.042$)；*：与 50 Gy 单纯照射的对照组比较，差异均有统计学意义 ($t=4.402, P=0.016$; $t=4.723, P=0.009$; $t=16.462, P=0.000$; $t=12.732, P=0.000$)。对照组为 10% 蔗糖溶液。

Fig. 2 Effects of different concentrations of vitamin E on the eclosion rate of drosophila melanogaster larvae after gamma irradiation

2.3 不同浓度维生素 E 对受照后果蝇幼虫 48 h 死亡率的影响

由图 3 可见，在 50 Gy γ 射线照射后，与未照射对照组比较，1000 mg/L 和 1500 mg/L 维生素 E 组的果蝇幼虫羽化为成虫 48 h 内的死亡率分别从(54.0±5.0)% 降低至(36.1±7.6)% 和(37.5±5.8)%，且差异均有统计学意义。

2.4 不同浓度维生素 E 对受照果蝇幼虫攀爬能力的影响

由图 4 可见，与单纯照射对照组比较，1000 mg/L 和 1500 mg/L 维生素 E 组果蝇幼虫

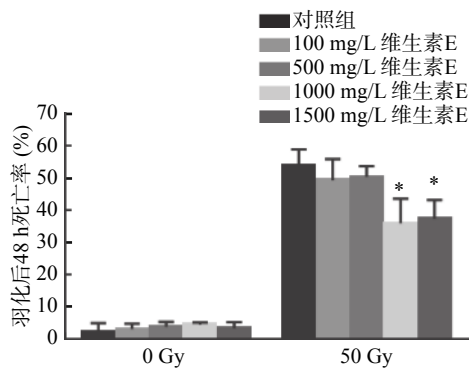


图 3 不同浓度维生素 E 对 γ 射线照射后果蝇幼虫 48 h 死亡率的影响 图中, *: 与 50 Gy 单纯照射的对照组比较, 差异有统计学意义 ($t=3.386, P=0.028$; $t=3.718, P=0.021$)。对照组为 10% 蔗糖溶液。

Fig. 3 Effects of different concentrations of vitamin E on mortality of drosophila melanogaster larvae at 48 h after gamma irradiation

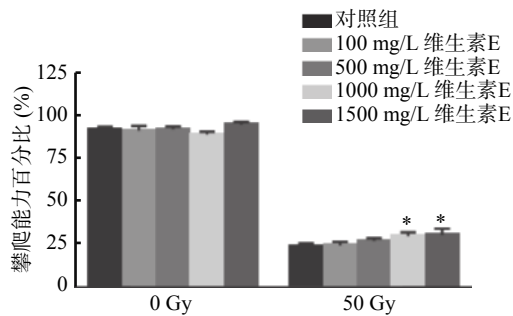


图 4 不同浓度维生素 E 对 γ 射线照射后果蝇幼虫攀爬能力的影响 图中, *: 与 50 Gy 单纯照射的对照组比较, 差异有统计学意义 ($t=3.900, P=0.018$; $t=2.864, P=0.046$)。对照组为 10% 蔗糖溶液。

Fig. 4 Effects of different concentrations of vitamin E on climbing ability of fruit fly larvae after gamma-ray irradiation at different doses

受照后攀爬能力百分比从 $(24.33 \pm 1.52)\%$ 升高至 $(30.00 \pm 2.00)\%$ 和 $(30.67 \pm 3.51)\%$, 差异均有统计学意义。

2.5 不同浓度维生素 E 对受照果蝇幼虫 GSH 含量的影响

由图 5 可见, 维生素 E 浓度分别为 500 mg/L、1000 mg/L、1500 mg/L 处理的果蝇幼虫在 γ 射线照射后 GSH 含量与单纯照射的对照组比较有明显增加, 从 $(47.43 \pm 2.06) \mu\text{mol/mg}$ 增加至 (57.00 ± 2.70) 、 (62.8 ± 1.71) 、 $(62.6 \pm 2.31) \mu\text{mol/mg}$, 差异均有统计学意义。这说明维生素 E 可影响到照射的果蝇幼虫 GSH 含量。

2.6 不同浓度维生素 E 对受照果蝇幼虫 CAT 活力的影响

由图 6 可见, 随着维生素 E 浓度从 100 mg/L

至 1500 mg/L 的增加, γ 射线照射后 CAT 活力与单纯照射对照组比较明显增加, 从 $(39.70 \pm 0.95) \text{U/mg}$ 升高至 (344.7 ± 1.00) 、 (47.33 ± 2.72) 、 (54.43 ± 2.90) 、 $(51.00 \pm 3.25) \text{U/mg}$, 且差异均有统计学意义。这说明果蝇幼虫在受到照射后维生素 E 可使 CAT 的含量升高。

3 讨论

近年来, 随着放射治疗为基础的临床诊断和癌症放疗的增多, 辐射对人体的有害程度也有所增加。电离辐射在本质上是有害的, 会造成间接的

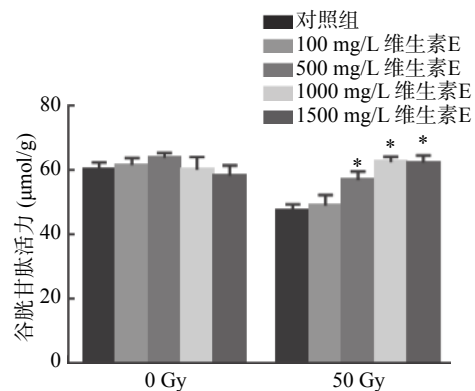


图 5 不同浓度维生素 E 对 γ 射线照射的果蝇幼虫谷胱甘肽含量的影响 图中, *: 与 50 Gy 照射的对照组比较, 差异均有统计学意义 ($t=4.911, P=0.008$; $t=9.955, P=0.001$; $t=8.611, P=0.001$)。对照组为 10% 蔗糖溶液。

Fig. 5 Effects of different concentrations of vitamin E on glutathione content in gamma-ray larvae irradiated with different doses of radiation

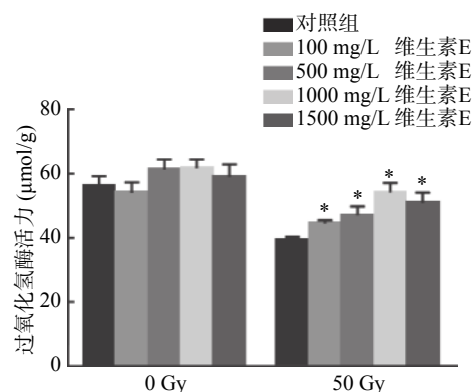


图 6 不同浓度维生素 E 对 γ 射线照射的果蝇幼虫过氧化氢酶活力的影响 图中 *: 与 50 Gy 照射的对照组比较, 差异均有统计学意义 ($t=6.303, P=0.003$; $t=4.913, P=0.008$; $t=8.357, P=0.001$; $t=5.820, P=0.004$)。对照组为 10% 蔗糖溶液。

Fig. 6 Effects of different concentrations of vitamin E on catalase activity of fly larvae exposed to gamma rays at different doses

DNA 损伤。目前, 辐射源广泛应用于治疗、诊断、能源、战争中。核恐怖主义、在外层空间或空中旅行等活动中, 利用药物提高辐射抗性, 是保护正常组织不受电离辐射的有害影响的一种方法, 特别是那些可以作为自由基清除剂和抗氧化剂的天然来源的化合物, 能够减少或减轻电离辐射带来的有害影响^[7]。

辐射防护剂是一种化合物, 具有减少辐射对正常组织的影响, 可以降低因电离辐射导致疾病的发病率和病死率。其在临床放射治疗中也有实际用途, 因为正常组织应受到保护, 防止辐射损伤, 大量化合物在体外实验中表现出良好的放射防护作用, 但由于急性毒性和不良反应, 大部分化合物不适合在体内应用^[3]。化学物质可以通过清除生物体内的自由基从而减少 DNA 链断裂的形成。其可以通过与自由基的反应来阻止自由基的形成或破坏自由基, 从而抑制自由基与生物体内分子的反应和辐射暴露时间^[8]。真核生物具有减少氧化损伤的抗氧化系统, 如限制自由基产生的酶(超氧化物歧化酶、过氧化氢酶和谷胱甘肽过氧化物酶)。这些物质的存在对真核生物的辐射防护具有重要意义^[9]。除了酶以外, 真核生物还可以通过饮食补充抗氧化剂来防止自由基的破坏, 包括维生素 A、维生素 C、维生素 E、多酚、花青素、黄酮类化合物和异硫氰酸酯等, 水果、蔬菜和饮料中的化学物质可以通过不同的机制提供细胞的抗氧化活性^[10]。有研究表明, 维生素 E 在提高免疫力、抗氧化、抗肿瘤和癌症、预防心血管疾病等领域均具有显著的作用^[11]。

有研究结果发现, 高剂量的 X 射线导致果蝇的蛹化率和羽化率降低, 从而抑制果蝇的发育^[12], 果蝇生殖细胞暴露于 X 射线和 γ 射线会诱导致死突变, 同时也会干扰活性氧(ROS)的稳态, 导致活性氧的过度产生, 从而导致 DNA 损伤^[13]。本研究结果发现, 果蝇幼虫在受到照射后蛹化率和羽化率、攀爬能力均降低, 羽化后 48 h 的死亡率升高, 体内 GSH 含量和 CAT 活力减少, 与之前的研究结果相符^[12-14]。这表明 γ 射线辐照诱发的自由基氧化损伤机制可能是通过降低果蝇体内抗氧化酶活力和非酶组分等增加了活性氧和脂质过氧化物的生成, 使氧化损伤不断加剧, 从而影响果蝇抵抗氧化损伤的能力, 造成果蝇蛹化率和羽化率的下降、死

亡率的上升。对于未受到照射的果蝇, 维生素 E 组与对照组的 GSH 含量和 CAT 活力相比较没有显著的变化, 造成此现象的原因可能是本研究选取的实验对象与其他文献报道的不同, 其次因为果蝇在不同的生长发育时期各种蛋白的表达可能具有时空性, 故其潜在的机制还需进一步的研究。本研究结果表明, 维生素 E 预处理可以缓解高剂量辐射对果蝇造成的氧化应激和 DNA 损伤, 提高受照后果蝇幼虫的蛹化率和羽化率, 维生素 E 通过减轻氧化应激从而改善果蝇的抗辐射能力, 验证了维生素 E 具有辐射防护作用。本研究为辐射防护剂的研发提供了参考。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展, 不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 贺特负责所有实验的实施、论文的撰写; 马云负责论文的修订; 王五洲负责辐照的处理; 贺俊彦负责数据的整理和分析; 蒋雨薇负责培养基的配制和论文的撰写; 曹旭琴负责果蝇的培养; 何淑雅负责研究命题的提出与设计。

参 考 文 献

- [1] Kim JK, Han M, Nili M. Effects of N-acetyl-L-cysteine on fish hepatoma cells treated with mercury chloride and ionizing radiation[J]. *Chemosphere*, 2011, 85(10): 1635-1638. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2011.08.029.
- [2] Botas J. *Drosophila* researchers focus on human disease[J]. *Nat Genet*, 2007, 39(5): 589. DOI: 10.1038/ng0507-589.
- [3] González E, Cruces MP, Pimentel E, et al. Evidence that the radioprotector effect of ascorbic acid depends on the radiation dose rate[J]. *Environ Toxicol Pharmacol*, 2018, 62: 210-214. DOI: 10.1016/j.etap.2018.07.015.
- [4] Munteanu AC, Uivarosi V, Andries A. Recent progress in understanding the molecular mechanisms of radioresistance in *Deinococcus* bacteria[J]. *Extremophiles*, 2015, 19(4): 707-719. DOI: 10.1007/s00792-015-0759-9.
- [5] Singh PK, Krishnan S. Vitamin E Analogs as Radiation Response Modifiers[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015, 2015: 741301. DOI: 10.1155/2015/741301.
- [6] Ryan JF, Burton PM, Mazza ME, et al. The cnidarian-bilaterian ancestor possessed at least 56 homeoboxes: evidence from the starlet sea anemone, *Nematostella vectensis*[J]. *Genome Biol*, 2006, 7(7): R64. DOI: 10.1186/gb-2006-7-7-r64.
- [7] Singh MP, Reddy MMK, Mathur N, et al. Induction of *hsp70*, *hsp60*, *hsp83* and *hsp26* and oxidative stress markers in benzene, toluene and xylene exposed *Drosophila melanogaster*: role of ROS generation[J]. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2009, 235(2): 226-243. DOI: 10.1016/j.taap.2008.12.002.

- [8] Pisoschi AM, Pop A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: a review[J]. *Eur J Med Chem*, 2015, 97: 55-74. DOI: [10.1016/j.ejmech.2015.04.040](https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2015.04.040).
- [9] Weiss JF, Landauer MR. Protection against ionizing radiation by antioxidant nutrients and phytochemicals[J]. *Toxicology*, 2003, 189(1/2): 1-20. DOI: [10.1016/s0300-483x\(03\)00149-5](https://doi.org/10.1016/s0300-483x(03)00149-5).
- [10] Chow CK, Ibrahim W, Wei ZH, et al. Vitamin E regulates mitochondrial hydrogen peroxide generation[J]. *Free Radic Biol Med*, 1999, 27(5/6): 580-587. DOI: [10.1016/S0891-5849\(99\)00121-5](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(99)00121-5).
- [11] Brigelius-Flohé R, Kelly FJ, Salonen JT, et al. The European perspective on vitamin E: current knowledge and future research[J]. *Am J Clin Nutr*, 2002, 76(4): 703-716. DOI: [10.1093/ajcn/76.4.703](https://doi.org/10.1093/ajcn/76.4.703).
- [12] Kim J, Kim J, Park CG. X-ray radiation and developmental inhibition of *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae)[J]. *Int J Radiat Biol*, 2016, 92(12): 849-854. DOI: [10.1080/09553002.2016.1230236](https://doi.org/10.1080/09553002.2016.1230236).
- [13] Nagpal I, Abraham SK. Protective effects of tea polyphenols and β -carotene against γ -radiation induced mutation and oxidative stress in *Drosophila melanogaster*[J]. *Genes Environ*, 2017, 39: 24. DOI: [10.1186/s41021-017-0084-x](https://doi.org/10.1186/s41021-017-0084-x).
- [14] 何淑雅, 蒋雨薇, 王五洲, 等. 不同剂量¹³⁷Cs γ 射线照射对雌果蝇的辐射损伤和氧化效应[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2018, 42(2): 143-147. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.02.008](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.02.008).
- He SY, Jiang YW, Wang WZ, et al. Irradiation damage and oxidative effects of different doses by ¹³⁷Cs gamma ray on female *Drosophila melanogaster*[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2018, 42(2): 143-147. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.02.008](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.02.008).

(收稿日期: 2018-11-22)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于 2019 年中华医学会系列杂志编排规范修订的通知

根据国家有关法规和中华医学会系列杂志未来数字化、自动化出版的要求,结合本刊实际情况,从 2019 年第 1 期起编排规范修订如下。

1. 整体版式: 将作者信息(包括作者、作者单位、通信作者、作者单位变更、同等贡献等)置于文题之下。

2. 中文作者: 要求在作者名后用上角码编号,同时作者单位前均冠上编号,作者与作者单位通过编号对应。

3. 中文作者单位: 中文作者单位需著录全称,如作者为同一机构的不同科室,要全部著录,不做缩略处理。作者单位名称不能体现单位所在地者,在邮政编码前给出单位所在地。

4. 英文作者和作者单位: 修改同中文,均不做删减。英文作者单位必须补全,且与作者一一对应。英文作者不使用缩略名(如 Song NL),而采用全称。

5. 英文摘要: 英文摘要要表述的项目原则上与中文摘要一致。包括: 主标题、副标题、作者、作者单位、摘要/提要、关键词、基金项目、通信作者、DOI 编号、作者同等贡献说明、作者工作地址变更说明。为方便英文读者,结果项内容可适当扩充。为避免提取数据丢失信息,建议英文摘要中不要出现需造字的特殊字符,比如牙位,建议用文字描述;(均值 \pm 标准差)建议用(Mean \pm SD),不再使用($\bar{x} \pm s$)。

6. 图、表的双语问题: 要求先出现中文,后出现英文。包括: 图题、表题、图说明、表注。

7. 指南共识类文献: 包括专家组名单、执笔、学术秘书等内容属于正文部分,直接排在正文后,参考文献前。

8. 利益冲突声明: 利益冲突信息应为稿件的一部分,有或无利益冲突均需在文章中报告。要求在文后、参考文献前注明利益冲突。

本刊编辑部