

综述

1983—1984年抗辐射药物研究概况

黄明欣

(北京放射医学研究所)

摘要 本文综述 1983—1984 年可以看到的有关辐射防护剂主要文献 66 篇。包括含硫化合物、杂环化合物、胺类、抗氧化剂、含羟基物质和糖、性激素、抗菌素和维生素、生物生化制剂、微生物制品和免疫调节药、多糖和其他天然药物、金属及其络合物等,并获得如下印象:(1) 1983—1984 年间国内外关于抗辐射药物的研究继续取得良好的进展,主要表现在对抗放作用机制的深入研究和抗放药物的临床应用(包括放疗及其他疾病)两方面。(2) 关于新的辐射防护剂的探索,范围仍是十分广泛的,但仍待有重点、有选择地研究其中一些化合物或制剂应用于临床的可能性。

关键词 辐射防护剂 抗辐射药物

前言

从国内外于 1983—1984 年间发表的文献看来(国外包括 1983 年后才能看到的 1982 年前的文献),近年来抗辐射药物的研究获得了可观的进展。由于文献数量较大,本文只能择其要者加以介绍。

美国恢复执行口服预防药物的研究计划以来,两年中继续有进展情况的报道。并对 WR 2721 应用于放射治疗继续进行研究。

据报道,苏联个人三防急救盒除胱胺外,尚有磺胺二甲氧嘧啶和止吐剂羟哌氟丙嗪,可于照射后早期服用^[1]。

中国在抗辐射药物研究方面,两年中亦有相当数量的文章发表。

关于评价药物的方法,除用整体动物和离体细胞外,配合以试管中的 2-丙醇(异丙醇)水溶液模型,测量射解产物丙酮^[2];或色氨酸水溶液模型,测量照射后剩余的色氨酸^[3],均有助于能灭活 OH[·] 自由基化合物的评价。

含硫化合物的研究

1. 半胱氨酸(附其它氨基酸)

上海原子核研究所用电子自旋共振方法(结合分子轨道计算)研究 2 个碱性氨基酸对离体胸腺嘧啶的保护机制是通过清除电子和使胸腺嘧啶阴离子上的电子向氨基酸转移,可能尚有 H 原子转移的协同过程。并证实了半胱氨酸对照射的离体 DNA 自由基的修复机制^[4]。

2. 半胱胺及其衍生物

(1) 对半胱胺和半胱氨酸口服片剂的深入研究表明,不同的赋形剂及其比例,不同的药物及其和赋形剂的比例和不同的压片压力对药物释放速度都有影响^[5]。胱胺与羧甲基葡聚糖(右旋糖酐)成共价键结合,有效时间可达 24 小时^[6]。

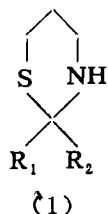
(2) 半胱胺的硫代磷酸酯衍生物 国内外除对 WR 2721 继续有大量研究外,尚有包括巯基乙脒和 ω -氨基烷基金刚烷等衍生物的报道。WR 109342 即 N-(1-金刚烷甲基)-2-巯基乙脒, WR 158490 即 5-氯-2(3-四氢噻唑基)庚基硫代吡喃, WR 159243 即 S-(3,5-二甲基-1-金刚烷甲基脒基)甲基硫代磷酸氢钠对小鼠口服有效, DRF 1.7-1.8^[7]。苏联亦报告 S-{N-[N-(金刚烷基-1-甲基)-2-氨基乙基]-3-氨基丙基}硫代磷酸和 S-[2(金刚烷基-1-氨基)乙基]硫代磷酸效果较佳,口服有效^[8]。

(3) 中国医学科学院放射医学所作者报道,小鼠照前 15 分钟腹腔注射 2,2'[(间甲苯)亚胺基]双乙基硫代硫酸钠(MTDT)500 mg/kg 的 DRF 为 1.25,而对荷瘤小鼠(包括肉瘤 180,实体型艾氏腹水癌及网织细胞白血病)的肿瘤组织放射敏感性无明显影响^[9]。

3. 噻唑烷和噻嗪烷类

用锗或硅取代四氢噻唑中的第二位 C, 效果有所提高^[10]。

关于 1,3-噻嗪烷类化合物(1)的抗放作用,曾合成 12 个化合物。小鼠照射 700 R X 线前 1 小时给予 2-甲基-2-乙基-1,3-噻嗪烷盐酸盐可活存 42%。照射前 30 分给以 2-苯基-1,3-噻嗪烷盐酸盐活存 33%^[11]。



4. 环状双硫化合物

北京的放射医学研究所对环状双硫化合物进行较多的研究^[12]。在硫辛酸氨基酯键的 α -碳上引入 β -肾上腺素能阻断剂(心得安)等基团后有良好的抗放作用^[13]。

有关硫辛酸及其聚合体的作用机制,曾用电子自旋共振波谱技术,在 77 K 和 293 K 下观察到电子自旋由受照射的 DNA 和脱氧胸苷酸向硫辛酸及其聚合物传递的现象,并用自旋俘获法观察水溶液中的硫辛酸对脱氧胸苷的保护作用^[14]。

关于二乙基硫辛酰胺,观察到它能提高小鼠照射后骨髓细胞 DNA 的非预定合成,减少辐射所致骨髓细胞 DNA 的双链断裂,促进其重接修复^[15]。二乙基硫辛酰胺也能在小鼠引起组织低氧并与其辐射防护作用在时相上相符合^[16]。

5. 其它含硫化合物

(1) 二乙基二硫代氨基甲酸盐(DDC): 过去报道过有辐射防护作用。近年有人考虑 DDC 临床上已用于治疗金属中毒和铜代谢障碍,对其重新进行研究,表明对小鼠 DRF 值可达 1.79,对若干肿瘤的保护作用低于对正常组织的保护^[17]。

(2) 过二硫酸钠和硫酸氢钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ - NaHSO_4)混合物有抗缺氧作用。照射后 15 分静脉注射 20 mg/kg 可使照射 1,200 rad 兔活存 8/24 (对照活 0/5),使 600 rad 照射狗活 11/15 (对照活 0/16)^[18]。

6. SH 基在细胞放射敏感性和辐射防护作用中的意义的研究

将细胞中的 SH 基用 SH 封闭剂除去后能使有氧细胞的放射敏感性增高。SH 基能防止过氧化物的生成。它提供 H 原子给过氧化物自由基,并在谷胱甘肽过氧化物酶作用下经过还原作用而使分子恢复原状^[19]。

杂环化合物

(1) 小鼠照射前腹腔注射或口服降压药 2-(2,6-二氯苯基氨基)-咪唑啉(即 Hemiton)有抗放作用^[20]。

(2) 最近对若干新的香豆素衍生物的研究表明,若干化合物照射前或照射后给药有效^[21]。

胺类化合物

(1) 5-羟基吡唑乙胺为5-羟基吡唑乙胺(即5-HT)的类似物,对小鼠亦有抗放作用,能导致血浆皮质激素的短暂升高^[22]。

(2) 肾上腺素或5-HT,除对离体细胞外,现又用小鼠证明照射后分别皮下注射0.1~0.7 mg/鼠或0.5 mg/鼠亦有效,观察项目包括活存率、股骨有核细胞数、脾重、内源和外源CFUs等,表明能加强造血组织的恢复^[23]。

抗氧化剂

(1) 亚硒酸钠(Na_2SeO_3)于照射前加入能预防辐射导致的小麦染色体畸变^[24]。

(2) 健康人8名每人口服 α -生育酚500国际单位,共服16天,然后采周围血取RBC,洗掉RBC外面的 α -生育酚后再作离体照射,也能减轻辐射导致的溶血^[25]。

含OH基物质和糖

(1) 尿酸和甘露糖醇对离体的透明质酸溶液的辐射解聚有保护作用,其作用可能与清除OH⁻自由基有关^[26]。小鼠照射前注射甘露聚糖可提高活存率72.5~86.7%,照射后给药能提高活存43.3%,对中枢和外周免疫器官有活化作用,并能促进造血组织的增殖^[27]。

(2) 5-巯基葡萄糖是葡萄糖代谢抑制剂,对缺氧细胞(如肿瘤细胞)有特异的毒性和辐射致敏作用,对有氧细胞则有辐射防护作用^[28]。

激素

(1) 雌甾第4位被重金属基团取代的4-醋酸汞-17 β -雌二醇对小鼠有显著的辐射防护作用,能提高活存率及减轻骨髓造血干细胞的辐射损伤^[29]。健康小鼠灌胃给予17 α -乙炔雌三醇-3-环戊醚后10天内出现CFU-S的抑制,其抑制程度与其辐射防护效价有一定关系。苯甲酸雌二醇亦有类似现象^[30]。大鼠致死量 γ 线照射后立即肌肉注射棕榈酸雌二醇或戊酸雌二醇,可消除照后早期脾脏细胞线粒体氧化磷酸化作用的抑制^[31]。

(2) 小鼠照射700 rad前给予丙酸睾酮、19-去甲基雄二酮、或3- α -羟基-5 β -雄烷-17-酮(ETIO),可使照后7天骨髓有核细胞数和DNA、CFU-S含量和内源性脾造血结节数高于对照组,但照后给药无效^[32]。

抗菌素和维生素

小鼠照射后第5—10天注射头孢菌素(先锋霉素I)可使白细胞回升加快^[33]。新生霉素(1.9 mg/ml)对试管中的DNA溶液有辐射防护作用^[34]。

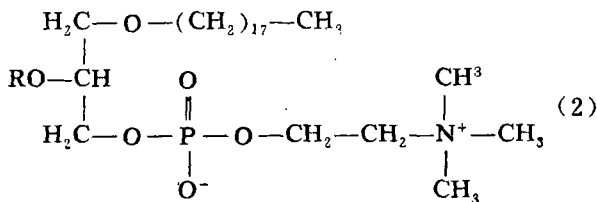
小鼠照射后12天内于饮水中加入乳清酸,可提高活存40%^[35]。

生物生化制剂

(1) 血浆铜蓝蛋白 大鼠照前或照后腹腔或静脉注射10 mg/kg能提高活存率,减轻照后早期血象变化和骨髓损伤。照后给药效价与照前给药相同,同种(大鼠)或异种(人)的血浆铜蓝蛋白均有效^[36]。

(2) 小鼠照射 LD_{50} 剂量后 6 小时内静脉注射或口服合成的卵磷脂类化合物(2), 包括:

$R=H$, 即消旋 1-十八烷基-甘油基-3-胆碱磷酸(ET-18-OH); $R=CH_3$, 即消旋 1-十八烷基-2-甲基-甘油基-3-胆碱磷酸(ET-18-OCH₃), 能提高活存率, 以照后 6 小时和 24 小时各静脉注射 25 mg/kg 的效果最好^[37]。



(3) 胎盘提取液 含有抗突变因子, 过去已报道对辐射引起的细菌突变有保护作用。近年有人用小鼠作实验, 表明照射后 24 小时内静脉注射能提高活存率, 以照后 1 小时内给予效果较好^[38]。

微生物制品和作用于免疫系统的药物

(1) 过去曾有报道几种丙酸杆菌的制剂有抗辐射作用。近年日本报道已将颗粒丙酸杆菌(*Propionibacterium granulosum*)、贪婪丙酸杆菌(*P. avidum*)和疮疱丙酸杆菌(*P. acnes*)的制剂用于放疗肿瘤病人, 并称制剂本身亦有抗肿瘤作用^[39]。

小鼠照射 6.0 Gy 前 1 天给予 10^{10} 个死的百日咳博德氏菌(*Bordetella pertussis*), 能使骨髓红细胞生成的恢复加快, 使⁵⁹Fe 掺入脾脏增加。照后 4~5 天给予亦有效^[40]。

(2) 免疫调节药 BM 12.531(Azimexone)是氰基氮丙啶衍生物, 即 2-[2-氰基氮丙啶基-(1)]-2-[2-氨基甲酰氮丙啶基-(1)]-丙烷。小鼠照射全致死量后 6 小时皮下注射 50 mg/kg, 然后隔 3 天给药 1 次, 可活存 40%, 照射前 2 天开始给药亦有类似的效果。此药能增加正常小鼠的 CFU-C^[41]。

Diucyphone 即 P, P-双(2,4-二氧-6-甲基-1,2,3,4-四氢嘧啶基-5-磺酰胺撑)二苯基砷, 是一种非特异免疫刺激剂。小鼠照 4.0 Gy 后 6、7、8 天腹腔注射, 每次 50 mg/kg, 能改善脾脏抗体的生成, 增加外源性脾造血灶的数目^[42]。

(3) 小鼠照射 720 R 后 30 分钟给予抗血小板血清可提高活存率 45.5%, 血液中的血小板、内源性和外源性 CFU-S 均高于对照组。照后 6 小时给予亦有效, 但较差^[43]。

多糖和其它天然药物

1. 多糖是近年来较受重视的一类。

(1) 近年发表了银耳孢糖在小鼠、狗、猴的抗辐射效价并从血液学、免疫学、生物化学等不同角度研究其作用机制, 并在临床上证明其对造血和免疫机能确有良好作用^[44,45,46]。

(2) 近年来报道, 黑木耳多糖也有较高的辐射防护作用, 对造血和免疫功能的某些指标有良好影响。另报告了黑木耳、了哥王、当归、藤梨根、猴菇、密环菌、石松等 7 种植物多糖的 18 种剂型对丙线照射小鼠的活存率和照后 7 天的脾脏、胸腺重量、骨髓 DNA 含量的辐射防护作用。实验表明上述多糖于照射前腹腔给药均能明显提高活存率, 其中当归、藤梨根多糖可提高活存率 90% 以上。但照后给药仅低等植物中的猴菇、密环菌多糖尚可提高活存率 30% 左右^[47]。

(3) 由紫灵芝提取的紫芝多糖作为治疗放射损伤的药物亦已研究成功。由 CFU-C 的 D_0 值求得 DRF 为 1.60, 并已进行临床研究^[48]。

2. 在其它天然药物方面, 进行了进一步的深入研究并继续作广泛的探索。

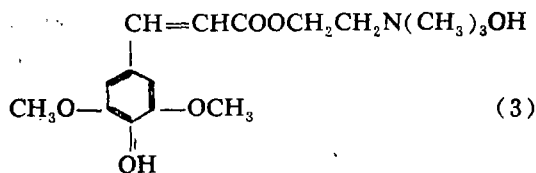
(1) 人参提取物加热后除去沉淀的制剂, 对热稳定, 副作用较小, 照射后立即给小鼠、大鼠、

豚鼠腹腔注射,能提高活存率35—55%,并使血小板、红细胞、白细胞回升加快^[40]。

关于野决明(披针叶黄华)的抗辐射有效成份,经过对提取或半合成的5个生物碱进行试验,结果表明,以野决明碱($C_{15}H_{20}ON_2$)的效果较好^[50]。而苦参的抗辐射成分是氧化苦参碱^[51]。

已知五味子提取液口服亦有防治作用,以照后使用效果较佳。近年进一步研究表明,五味子乙素对肝、脑匀浆中脂质过氧化物的形成有显著的抑制作用^[52]。这些表明工作正在深入。

(2) 油菜等十字花科是辐射抗性较强的植物,其幼芽的提取物对萌发的元麦种子有显著的辐射防护作用,而其有效成分是芥子碱(3)。用电子自旋共振波谱技术证明了电子由脱氧胸苷酸的胸腺嘧啶部位转移到芥子碱^[53]。



乌贼墨黑色素是两种醌类的聚合物,以稳定自由基的状态存在,对小鼠和大鼠的辐射致死和造血干细胞损伤有一定防护作用^[54]。海螵蛸(金乌贼内壳)提取物照后给药和毛孢藻提取物亦有一定效果^[55]。

青蒿素对小鼠的骨髓粒-巨噬祖细胞(GM-CFU-C)的辐射损伤有防护作用^[56]。而益气祛瘀方剂茛苳甲丹注射液能减轻照射小鼠耳廓和骨髓微循环的改变^[57]。表明对抗放药物的探索仍是广泛的。

金属离子及其络合物

(1) 锂已在临床上用于治疗白细胞减少症。大鼠照射7.0 Gy后用碳酸锂治疗能使白细胞恢复加快。锂亦能刺激离体培养的小鼠骨髓细胞的增殖,用双相培养系统的方法研究表明锂离子的作用是通过骨髓基质细胞的作用而间接刺激造血^[58]。

(2) 双(3,5-二异丙基水杨酸)铜(II),简称 $\text{Cu}^{II}(3,5\text{-dips})_2$,具有类似SOD的过氧化物歧化作用。小鼠照射致死量前3或24小时皮下注射0.49 mM/kg可分别活存33%和58%,报告者认为是一个有前途的化合物^[59]。

小麦种子照射前先用 1×10^{-4} — 2×10^{-3} M的氯化镉处理能减轻辐射效应^[60]。

其它

前列腺素抑制-解热镇痛药:小鼠照前肌注或灌胃给予消炎痛3次,每天1次,能使照射后的多能造血干细胞(CFUs)高于对照组。照后给药亦有效。作为骨髓细胞受体的小鼠,在致死量照射前如以消炎痛、阿司匹林或氟灭酸灌服,亦可使脾脏造血灶数目高于对照组^[61]。

止血药2,5-二羟苯磺酸钙、盐酸乙胺香豆素(即延通心)对照射8.0 Gy大鼠有止血作用^[62]。

抗辐射作用机制研究

除上面结合个别药物提及的外,尚可补充下列材料。

(1) 应用低温电子自旋共振技术研究抗辐射药物的自由基反应,国内已有良好的开始和进展^[63]。

(2) 氧效应:许多研究表明,WR 2721的作用机制,除H原子转移外,亦与减弱辐射氧效应有关^[64]。

(3) α -生育酚和WR 2721能减轻辐射对小鼠噻唑酮迟发性过敏反应(一种细胞免疫功能)的

抑制^[65]。胱胺能减轻辐射对血液中性粒细胞吞噬功能的抑制(应用发光剂测定白细胞吞噬时产生活性氧从而产生“化学发光”的现象)^[66]。

以上是 1983—1984 年从文献中可看到的抗辐射药物研究的概况。由此可得出如下印象:(1)国内外关于抗辐射药物的研究,继续获得了良好的进展,表现在对抗放作用机制的深入研究和抗放药物的临床扩大应用(包括放疗及其他疾病)两个方面。今后我们的工作也要继续从这两个方面向前推进。(2)在新的抗辐射药物的探索上,范围仍然是十分广泛的。今后应在此基础上,有重点,有选择地将其中有实用价值的药物推向实际应用的研究阶段。

参 考 文 献

- [1] 王衍发, 军事医学动向, 5:18~19 (1983).
- [2] M. Yamamoto, T. Tanii, K. Nakano and M. Matsui, *Radioisotopes (Tokyo)* 30(5), 258~262 (1981).
- [3] 王培仁, 郑思新, 黄明欣, 军事医学科学院院刊, 6:595~602 (1983).
- [4] 李学鹏, 林念芸, 屠铁城, 谢继东, 辐射研究与辐射工艺学报 2(2), 17~22 (1984); 3(1), 57~60 (1985).
- [5] S. Benita, J. Shani, M. Abdulrazik and A. Samuni, *J. Pharm. Pharmacol.* 36(4), 222~228, (1983).
- [6] D. Stefanova, S. Topalova and T. Pantev, *CA* 98 (9), 68002, (1983).
- [7] O. Vos and W. S. D. Roos-Verhey, *Int. J. Radiat. Biol.*, 45(5), 479~486, (1984).
- [8] В. В. Знаменский, *Хим. Фарм. Ж.*, 17 (10), 1192~1197 (1983).
- [9] 李淑珍, 张荷清, 张安琴, 黄光信, 吴德光, 李 玫, 李惠英, 胡 璧, 中华放射医学与防护杂志 4 (6), 61~62 (1984).
- [10] J. Satge, A. Cazes, M. Bouchant, M. Fatome, H. Sentenac-Roumanou and C. Lion, *Europ. J. Med. Chem.*, 17(5), 433~436 (1982).
- [11] 唐慰慈, 张纯贞, 李美佳, 胡 璧, 饶尔昌, 药学报 19(7), 541~544 (1984).
- [12] 戴昌世, 江幼岷, 赵 忠, 周润民, 黄明欣, 谢顺华, 王培仁, 军事医学科学院院刊 3:247 (1983); 5: 535, 539, 545 (1983); 2:173 (1984).
- [13] 周昭武, 刘镇固, 戴昌世, 马立人, 药学报 19(10), 742~747, (1984); 郑思新, 王培仁, 黄明欣, 军事医学科学院院刊, 3:277~280 (1984).
- [14] 孙存普, 党进军, 中华放射医学与防护杂志 4(6), 28~32, (1984).
- [15] 夏寿萱, 徐慧英, 黄速敏, 范国才, 军事医学科学院院刊, 4:363~365, 367~369 (1983).
- [16] 吴德政, 刘力力, 刘东平, 中国药理学报 4(4), 283~287 (1983).
- [17] R. G. Evans, C. R. Evgel, C. L. Wheatley., J. R. Nielsen and L. J. Ciborowski, *Int. J. Rad. Oncol. Biol. Phys.*, 9(11), 1635~1640 (1983); Luka Milas, Nancy Hunter, Hisao Ito and L. J. Peters. *ibid.*, 10(12), 2335~2343 (1984).
- [18] Л. Л. Ванников, В. П. П. Ванников ред. «Тканевая гипоксия и её коррекция», стр. 4~27 (1981).
- [19] J. E. Biaglow and E. R. Epp, *Radiat. Res.*, 95(3), 437~455 (1983).
- [20] В. В. Знаменский, *Радиобиол.* 24(4), 548~550 (1984).
- [21] 童曾寿, 甘贵之, 李 鲁, 郑思新, 王培仁, 黄明欣, 军事医学科学院院刊, 1:91~96 (1984).
- [22] 薛培刚, 艾正强, 宋小英, 陆如山, 中华放射医学与防护杂志 4(3), 41 (1984).
- [23] И. Б. Смирнова, Г. В. Донцова, О. Н. Рахманина И М. М. Константинова, *Мед. Рад.* 29 (12), 43~46 (1984).
- [24] R. A. Agabelli, N. K. Melikova and I. M. Iskenderova, *CA* 99 (21), 172038 (1983).
- [25] M. A. Brown, *Radiat. Res.*, 95(2) 303~316 (1983).
- [26] P. Van Caneaghem, C. Deby and Z. M. Bacq, *CA* 97(15), 122998 (1982).
- [27] 管恩南 吴 蔚, 科学通报, 29 (11), 封三, (1984).
- [28] E. Magdon and E. Schroger, *Studia Biophysica*, 97(3), 191~193 (1983).
- [29] 李国光, «核技术»编委会编, «全国辐射研究与辐射工艺学会第一次学术报告会论文选编»,

上海科学技术出版社, 220(1983).

- [30] 杜德林 刘东平 任建平, 实验生物学报 16(3):277~282 (1983); 丁振海, 《核技术》编委会编:《全国辐射研究与辐射工艺学会第一次学术报告会论文选编》, 上海科学技术出版社, 221(1983).
- [31] 吕宝璋, 赖业馥, 郭涛年, 单京瑞, 中华放射医学与防护杂志 4(6):25~27 (1984).
- [32] 杜德林, 刘东平, 任建平, 中华放射医学与防护杂志, 4(2):11~13 (1984).
- [33] M. Pospisil, L. Benes, L. Tkadlecek, J. Netikova and S. Viklicka. Radiobiol. Radiotherap., 24 (3), 377~383 (1983).
- [34] В. И. Ващенко, Радиобиол., 23(6), 786~789 (1983).
- [35] А. Ф. Кожокару, П. В. Алексеева, Ю. А. Заславский, Д. А. Кочкин, А. А. Кудрячева и И. Г. Акоев, Радиобол., 21 (5), 784 (1981).
- [36] Н. К. Бердинских. Радиобиол. 24 (2), 199~203 (1984).
- [37] W. E. Berdel, P. Schick, H. Sedlmeier, U. Fink, J. Rastetter and O. Messerschmidt, Radiat. Res., 94 (1), 166 (1983).
- [38] H. Mochizuki and T. Kada, J. Radiat. Res., 23(3), 403~410 (1982).
- [39] D. Madaus. CA 98 (11), 87615 (1983).
- [40] В. В. Хородых. Бюлл. Эксп. Биол. Мед., 96(8), 94~97 (1983).
- [41] W. D. Gassel, H. Laukel, R. Braun, T. Werner and U. Bicker, Exp. Pathol., 20 (2), 105~107 (1981).
- [42] Л. Е. Костюк. Радиобиол., 24 (5), 687~690 (1984).
- [43] E. Kojima. in "National Institute of Radiological Sciences Annual Report, April 1980-March 1981", p. 52 (1981).
- [44] 王继光, 官宜彬, 余世荣, 崔惠爽, 中华放射医学与防护杂志, 3(6), 37~38 (1983); 王子灿, 李麟仙, 杨树, 王儒铎, 刘明哲, 周凤鸣, 同上, 4(2), 65~66 (1984); 陈子齐, 王占存, 同上, 4(3), 54~55 (1984); 牛惠生, 陆如山, 同上, 4(6) 49~51 (1984).
- [45] 徐承熊, 李志旺, 杨凤桐, 牛惠生, 刘淑华, 陆如山, 中国医学科学院学报, 6(5), 338~341 (1984).
- [46] 杨凤桐, 《核技术》编委会编, 《全国辐射研究与辐射工艺学会第一次学术报告会论文选编》, 第216~217页, 上海科学技术出版社, 1983年; 刘明哲, 杨琼英, 同上, 第217页; 徐承熊, 同上, 第168~172页; 李麟仙, 同上, 第218页.
- [47] 夏尔宁, 陈琼华, 南京药学院学报, 15 (3), 50~53 (1984); 黄沙非, 程鲁格, 徐兰萍, 北京放射医学研究所参加放射医学与防护学会第三届会议论文摘要集, 第4~6页, 1984.
- [48] 刘志芳, 陈顺乐, 褚芳, 尹明根, 江西医药, 2, 9(1983).
- [49] A. Takeda, J. Rad. Res., 23 (2), 150 (1982).
- [50] 宋永良, 俞秀兰, 朱华安, 白世译, 刘培勋, 董昱, 钟海洛, 中华放射医学与防护杂志, 3(6), 39~41(1983).
- [51] 王秉俊, 宋玲, 唐仲雄, 刘树枫, 骆传环, 欧阳奄, 杜寅孝, 葛桂秀, 军事医学科学院院刊, 4, 431~436 (1984).
- [52] 刘力生, 郑荣梁, 张鸿年, 张学龙, 刘玉兰, 刘梅, 兰州大学学报(自然科学版) 19 (1), 99~104 (1983).
- [53] 顾瑞琦, 植物生理学报, 9, 307 (1983); 林念芸, 顾瑞琦, 辐射研究与辐射工艺学报, 3 (1), 61~62 (1985).
- [54] 刘智, 《核技术》编委会编, 《全国辐射研究与辐射工艺学会第一次学术报告会论文选编》, 第225~226页, 上海科学技术出版社, 1983年.
- [55] 崔正德, 于志洁, 毛文娟, 范正平, 吕新顺, 白连春, 海洋药物杂志, 3(2), 30~31 (1984); 曾坤荣, 毛文娟, 同上, 2 (3), 143~144 (1983).
- [56] 葛忠良, 刘秀珍, 军事医学科学院院刊, 6:567~570 (1983).
- [57] 王洪复, 刘育英, 刘凤英, 赵振虎, 田牛, 中华放射医学与防护杂志, 4 (1), 53~56 (1984).
- [58] G. Kehrbery, G. Saul, H. Rose, I. Pradel and H. Moldenhauer. Radiobiol. -Radiotherap., 25(1), 107~111 (1984); P. J. Quesenberry, M. A. Coppola, R. J. Gualtieri, P. M. Wade, Z. Song, M. A. Doukas, C. E. Shideler, D. G. Baker and E. H. McGrath, Blood 63 (1), 121~127 (1984).
- [59] J. R. J. Sorenson. J. Med. Chem., 27(12), 1747~1749 (1984).
- [60] Ю. П. Мельничук, Радиобиол., 23 (1), 77 (1983).

- [61] Z. Estrov and P. Resnitzky. *Exp. Hematol.*, 11(9), 802-809, (1983); И. Э. Склодовская, Ра-
дионол., 24 (1), 101~104 (1984).
- [62] J. Pospisil, Z. Dienstbier, E. Skala and P. Pouckova, *Atomindex* 13(22), 707836 (1982).
- [63] 林念芸, 辐射研究与辐射工艺学报, 1 (1), 26~34 (1983); 孙存普, 党进军, 军事医学科学院院刊,
6:589~594 (1983).
- [64] R. E. Durand, *Brit. J. Cancer* 47 (3), 387~392 (1983); J. W. Purdie, E. R. Inhaber, H. Sch-
neider and J. L. Labelle, *Int. J. Rad. Biol.*, 43(5), 517~527 (1983).
- [65] V. Srinivasan and J. F. Weiss, *Radiat. Res.*, 91 (2), 399 (1982).
- [66] I. Hovestadt, M. Ernst, H. Monig and H. Fischer, *Int. J. Radiat. Biol.*, 44(6), 563~573
(1983).

(收到日期1985年7月23日)

A SURVEY OF RESEARCHES ON RADIOPROTECTORS IN

1983—1984

Huang Mingxin

(*Institute of Radiation Medicine, Beijing, China*)

ABSTRACT 66 papers about research work on radioprotectors published mainly in 1983—1984 are reviewed. They include sulfur-containing compounds, heterocyclic compounds, amines, antioxidants, hydroxyl compounds and sugars, sex hormones, antibiotics and vitamins, biological and biochemical preparations, products of micro-organisms and immunomodulating drugs, plant preparations, metals and their complex, etc. Researches on mechanisms of protective effects of radioprotectors are reviewed also. Impressions can be derived from the survey that researches on radioprotectors have made much progress recently. It includes the understanding of mechanisms of the action of radioprotectors, application of radioprotectors to clinical practice, and the extensive investigation on new protective substances. However, new effective compounds and preparations primarily tested should be chosen and studied further to illustrate the possibility of applying them in clinical practice.

KEY WORDS Radioprotector, Radioprotective agent, Radioprotective substance, Radioprotective drug, Chemical radioprotection.