· 综　述 ·

草甘膦的毒性及检测方法研究进展

汪健[1]，付朝晖[1]，徐茗[2]，周兴藩[1]，唐仕川[1]，张斌[1]

（1. 北京市劳动保护科学研究所职业安全健康北京市重点实验室，北京　100054；2. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所，北京　100050）

摘要：草甘膦（glyphosate）商品名为农达（Roundup）、镇草宁，是一种高效、非选择性、无残留灭生性除草剂，广泛应用于农业生产。本文根据最近国内外相关研究文献，综述了草甘膦的基本性质、毒性作用及其常用的检测方法，以期为今后的相关研究提供理论依据与方法参考。

关键词：草甘膦；除草剂；毒性作用；检测方法

中图分类号：R991　**文献标识码**：A　**文章编号**：1002-221X(2015)05-0344-04　**DOI**:10.13631/j.cnki.zggyyx.2015.05.009

Research progress on toxicity and detection method of glyphosate

WANG Jian*，FU Zhao-hui，XV Ming，ZHOU Xing-fan，TANG Shi-chun，ZHANG Bin

（*. *Key Laboratory of Occupational Health and Safety*，*Beijing Municipal Institute of Labor Protections*，*Beijing* 100054，*China*）

Abstract：Glyphosate，the trade name known as Roundup or Zhencaoning，is an efficient，non-selective and non-residual sterilant herbicides，and widely used in agricultural production. This article briefly summarized the basic properties，toxicity and common detection methods of glyphosate based on the recent references，thereby providing a theoretical basis and research methods for further study.

Key words：glyphosate；herbicide；toxicity；detection methods

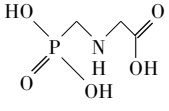
草甘膦（glyphosate）商品名为农达（Roundup）、镇草宁，属于氨基甲撑膦酸类含有羧基的化合物[1]，以草甘膦酸或盐的形式存在。该产品由美国孟山都公司于 1971 年开发，作为一种高效、非选择性、无残留灭生性除草剂，其对多年生根杂草效果显著[2]。由于优异的除草性能及低廉的价格，草甘膦广泛应用于农田各种杂草的防除，也常用于非农田杂草的治理，如园林、苗圃、铁路、公路、森林、湖泊等，草甘膦已成为世界上销量最大的农药品种。我国草甘膦原药生产产量约占世界份额 70%[3]。2014 年，我国草甘膦原药产量超 50 万 t，国内消费约 5 万 t，80%以上用于出口[4]。

虽然草甘膦的毒性较低，美国环保署（EPA）将草甘膦列为第三类有毒物质（低毒性），但草甘膦的中毒病例也时有报道。人群长期接触草甘膦农药可能会产生潜在的健康损害，特别是职业接触人群。为了更好地了解草甘膦的健康风险，加强对农药的管理，本文就草甘膦的理化性质、生物毒性以及分析测定方法做一综述。

1　草甘膦的毒性效应

1.1　草甘膦理化性质

草甘膦为白色无味晶体，无挥发性，稳定性好。分子式为 $C_3H_8NO_5P$，化学结构式为



，CAS 号为 1071-83-6，RTECS 号为 MC1075000，相对分子质量 169.1，20 ℃时相对密度大于 1（设水的密度为 1），熔点为 230 ℃，蒸气压为 1.31×10^{-2} mPa（25 ℃）。草甘膦几乎不溶于一般的有机溶剂（如丙酮、乙醇和二甲苯），其碱金属和胺盐易溶于水。

1.2　草甘膦对实验动物的毒性

草甘膦对非靶生物有一定毒性，其大小和草甘膦的剂型及其成分等因素有关。通常来说毒性强弱表现为：草甘膦制剂>草甘膦酸>草甘膦异丙胺盐，草甘膦制剂对非靶生物产生毒性的原因主要是由于表面活性剂的存在[5]。

1.2.1　草甘膦对鱼类和其他水生动物的毒性　已有研究表明，草甘膦对水生动物有一定的基因毒性、急性毒性和发育毒性。对欧洲鳗鲡鱼 DNA 损伤的研究表明，草甘膦的暴露可以导致鳗鲡鱼的红细胞、鳃细胞和肝细胞 DNA 损伤，并且随着暴露时间的延长，DNA 的损伤程度进一步加剧[6,7]。Yusof S 等[8]研究草甘膦对东南亚沿海小热带鱼青鳉鱼受精卵的毒性作用，结果表明草甘膦的暴露会降低受精卵的孵化率，导致青鳉鱼的头部和腹部出现发育畸形。傅建炜等[9]采用半静态法测试草甘膦对草鱼、鲢鱼和鲫鱼的急性毒性，证实草甘膦对草鱼、鲢鱼、鲫鱼具有一定急性毒性。

Frontera J L 等[10]发现亚致死剂量的草甘膦暴露 50 d 可致淡水小龙虾体细胞生长变慢以及肌肉蛋白水平下降。Mottier A 等[11]置 1 岁牡蛎暴露于三个浓度（0.1、1、100 μg/L）的草甘膦中 56 d，从分子水平到个体层面研究了不同浓度草甘膦对幼年牡蛎的影响，结果显示，在个体层面上，幼年牡蛎的生长发育并未受到影响；但在分子水平上，不同浓度暴露下的牡蛎的基因表达水平均有显著的提高。此外李君等[12]研究草甘膦对刺参成参的急性毒性试验结果显示，试验组刺参的死亡率随药液浓度的增加而增加，LC_{50}值随着试验时间的增加而减小，刺参的死亡率和草甘膦处理液浓度以及染毒时间存

收稿日期：2015-06-01；**修回日期**：2015-08-27

基金项目：北京市科学技术研究院 2015 年创新工程Ⅲ-1（编号：PXM2015_178304_000004）；北京市博士后工作经费资助项目

作者简介：汪健（1991—），男，硕士研究生，主要从事职业安全健康领域的研究工作。

通讯作者：唐仕川，研究员，tsc3496@sina.com。

在一定的剂量-时间效应关系。

1.2.2　草甘膦对两栖类动物的毒性　肖永红等[13]研究草甘膦对中华大蟾蜍的慢性毒性影响，研究结果表明，亚致死剂量的草甘膦制剂对蝌蚪的生长发育具有明显的抑制作用，并对其尾部的生长抑制的程度最大；蝌蚪的运动频率亦与草甘膦浓度呈显著负相关关系。不同的是，Edge C B 等[14]的研究表明，草甘膦制剂对幼年绿蛙没有明显的毒性作用，只对其感染率和肝脏体细胞指数略有影响。这可能和不同制剂中表面活性剂的成分不同有关。Lanctôc C[15]等研究了草甘膦对蝌蚪的慢性毒性影响，结果表明高浓度的草甘膦暴露可以导致蝌蚪的死亡，草甘膦暴露可以影响蝌蚪的生长发育、性别比例以及基因的 mRNA 水平。

1.2.3　草甘膦对哺乳动物的毒性　相关研究表明，草甘膦对哺乳动物的毒性很低，大鼠急性经口 LD_{50}为4300 mg/kg，兔急性经皮 LD_{50}>5000 mg/kg。草甘膦在动物体内不蓄积，在试验条件下未见明显的动物致畸、致突变和致癌作用[1]。

大鼠亚慢性毒性试验表明，草甘膦可对大鼠肝脏造成损伤，具体表现为丙氨酸转氨酶（ALT）和天冬氨酸转氨酶（AST）从细胞内溢出，草甘膦染毒组织肝血窦中 kupffer 细胞数量增加，并伴随着大量网状纤维（主要由Ⅲ型胶原蛋白组成）沉积[16]。康菊芳等[17]进行了骨髓微核试验，以不同剂量浓度的草甘膦经口染毒小鼠，发现2320 mg/kg 剂量的 41%草甘膦可诱导小鼠骨髓微核率增加，表明草甘膦可对鼠骨髓细胞产生致突变作用。Kumar S 等[18]的研究发现草甘膦可诱导小鼠肺部疾病，他们应用鼻腔滴注的方式让麻醉后的小鼠吸入含有大量草甘膦空气样品的溶液，实验结果显示，小鼠肺部的嗜酸性粒细胞和嗜中性粒细胞计数增多，巨噬细胞降解增多，IL-33、IL-13、IL-5 生成增加，表明草甘膦可影响小鼠肺部的炎症免疫反应。

1.3　草甘膦对人体毒性的研究

1.3.1　细胞实验研究　体外和体内试验都已证明，肝脏（肝细胞）是草甘膦主要的靶器官之一。有研究显示，用 60～180 mg/L 的草甘膦制剂处理人 L-02 肝细胞，可引起 L-02 肝细胞的存活率下降，细胞膜的通透性和完整性改变，诱发细胞核、线粒体损伤，使细胞凋亡和坏死[19]。Richard 等[20]研究低浓度的草甘膦暴露对人体胎盘人绒毛膜癌（JEG3）细胞的毒性作用，发现其不仅可以降低细胞色素 P450 芳香酶的活性，还可以抑制相关还原酶，是潜在的环境内分泌干扰物。有研究显示，体外处理人外周血单核细胞，出现干扰素-γ（IFN-γ）和白细膜介素-2（IL-2）的降低[21]，说明高浓度的草甘膦可能通过抑制多种细胞因子的释放，对机体产生免疫抑制。此外，有研究发现，即使是低剂量的草甘膦也可能损伤人体细胞 DNA，导致人体淋巴细胞姐妹染色单体交换（SCE）频率升高，并且女性的 DNA 更容易受到损伤[22]。

1.3.2　人体内代谢　草甘膦经口吸收率为 30%～36%，进入人体后，维持时间较短，在 2～6 h 达最大浓度。放射性核素提示草甘膦进入机体内主要分布在小肠、结肠、肾脏、骨骼，其中小肠内的浓度最高。草甘膦进入机体内几乎不发生生物转化，约 90%经粪便排出，约 10%经肾排出。草甘膦经皮肤吸收率约为 2%。

1.3.3　对人体毒性作用　草甘膦急性中毒基本由经口误服所致，生产和使用中引起全身急性中毒罕见。急性草甘膦中毒的常见临床表现有恶心、呕吐、头昏、乏力、腹痛、面色苍白，有的病例还可见血压降低、昏迷和呼吸心跳骤停[23]。草甘膦制剂对皮肤、黏膜有酸蚀刺激作用，甚至可引起轻度灼伤；小剂量草甘膦的摄入可刺激口腔黏膜、咽喉，可出现轻微、短暂的胃肠功能损伤，经口大量摄入可致胃肠道发生化学腐蚀性炎症。草甘膦暴露的职业人群可出现眼部和皮肤刺激症状，还有诸如心动过速、血压升高、恶心和呕吐等症状。

1.3.4　草甘膦中毒救治　草甘膦中毒的治疗无特效药，阿托品只能作为对症治疗少量使用。活性炭能吸附毒物，血液透析可以清除血液中的草甘膦，应及早使用。治疗强调积极洗胃、导泻清除毒物，继之采用大量补液、排毒，对症支持治疗，重点应放在控制吸入性肺炎、肺水肿、顽固性低血压、休克和抽搐、昏迷等威胁生命的症状上。草甘膦中毒虽有一定的致死率，但早期正确的治疗，可明显改善其预后。

1.3.5　流行病学调查研究　目前为止，关于人群的草甘膦毒性研究资料不多。厄瓜多尔研究人员[24]发现，居住在草甘膦喷洒区域的人们相对而言存在较高程度的 DNA 损伤；另有研究发现，饮用水源受草甘膦污染可引起人外周血淋巴细胞 DNA 不同程度的损伤[25]，并且 DNA 的损伤程度与饮用水源中草甘膦浓度成正相关关系[26]。Barbosa 等报道了由于接触草甘膦导致的对称性帕金森症[27]。

此外，有相关研究评估了草甘膦和癌症之间的关系，虽有大量的文献研究发现癌症发生率和草甘膦暴露之间没有明显的相关性，但也有文献报道草甘膦的暴露与非霍奇金淋巴瘤发生率有关[28~32]。De Roos 等[28]对57 311名美国农药使用者进行追踪调查以研究癌症发生率和草甘膦暴露之间的关系，结果表明肺癌、口腔癌、结肠癌、肾癌、膀胱癌、白血病等癌症的发生与草甘膦的使用无明显相关性；但一小部分病例经过年龄的调整，发现多发性骨髓瘤的发生与草甘膦的喷洒有关，其相对危险度增加了 0.8。另外瑞典和加拿大的研究发现，草甘膦的暴露与非霍奇金淋巴瘤发生率有关[31,32]。

2　草甘膦的常用分析测定方法

2.1　高效液相色谱法

高效液相色谱法是目前国际上比较通用的方法。试样用流动相溶解、过滤，以磷酸二氢钾、甲醇和水为流动相，检测波长为 195 nm，流速为 1.2 ml/min，使用 Zorbax SAX 不锈钢柱和可变波长紫外检测器，对试样中的草甘膦进行高效液相色谱分离和测定。本方法适用于分析草甘膦原药、草甘膦盐的各种制剂，为产品质量仲裁分析方法。实验证明，本方法回收率、精密度、检出限均可达到实际要求，且方法准确度高，能够为草甘膦监测与检测提供可靠的依据[33]。

2.2　亚硝化紫外分光光度法

试样中草甘膦在酸性溶液中与亚硝酸钠反应，生成亚硝酸草甘膦，在 243 nm 波长下，使用紫外分光光度计，测定亚

硝基草甘膦的吸光度，从而计算出试样中草甘膦的含量。本方法可用于分析草甘膦原药及各种单制剂。该方法分析灵敏度较高，操作简便，重现性好。

2.3　红外光谱法

该方法基于归属于草甘膦的特征红外吸收谱带，通过获取 C—H、N—H、O—H 等官能团信息，经与草甘膦的标准谱图进行比较后，就可以对草甘膦进行定性分析。在4000～500 cm^{-1} 的波数范围内，采用衰减全反射（attenuated total fefroctson，ATR）法，使用红外光谱分光计对草甘膦样品进行全光谱扫描，可以得到较好的光谱图。利用红外光谱快速检测农药中有效成分草甘膦含量的方法是可行的，可以替代常规的理化分析，能够满足快速分析的需要[34]。

3　结语和展望

草甘膦自其开发生产以来，越来越广泛地运用于农业生产，起初人们认为它对生物和环境相对安全；然而国内外越来越多的研究表明，草甘膦对环境和生物体均具有不同程度的不利影响，草甘膦对非靶标生物（如水生生物、两栖类动物）的毒性作用已经引起了人们的重视。草甘膦对多种生物机体存在多种毒性作用，但尚未明确草甘膦在体内代谢的具体机制与敏感的生物标志物以及对细胞产生毒性影响、损伤的途径。另外目前国内外对草甘膦毒性作用的研究多采用动物实验，人群研究相对较少，我国尚未开展草甘膦的人群流行病学研究；故应尽可能收集草甘膦暴露人群资料，结合实验室研究、应用监测和流行病学调查，制定出草甘膦的职业接触限值以及安全标准，从而有效保护长期接触人群及职业人群的健康。

参考文献：

[1] 卢信，赵炳梓，张佳宝，等. 除草剂草甘膦的性质及环境行为综述［J］. 土壤通报，2005，36（5）：147-152.

[2] 愈慧. 草甘膦毒性作用研究进展［J］. 蚌埠医学院学报，2012，37（6）：743-745.

[3] 束放，王强，韩梅. 2013 年我国农药生产与使用概况［J］. 中国植保导刊，2014，34（12）：49-52.

[4] Grace Y. An insight into glyphosate trend-Think rationally about the opportunity and challenge［J/OL］. 2014，Nov 13. http：//news.agropages.com/News/NewsDetail—13358. htm.

[5] Tsui M，Chu L M. Aquatic toxicity of glyphosate-based formulations：comparison between different organisms and the effects of environmental factors［J］. Chemosphere，2003，52（7）：1189-1197.

[6] Guilherme S，Gaivão I，Santos M A，*et al.* DNA damage in fish（Anguilla）exposed to a glyphosate-based herbicide-Elucidation of organ-specificity and the role of oxidative stress［J］. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis，2012，743（1）：1-9.

[7] Moreno N C，Sofia S H，Martinez C B R. Genotoxic effects of the herbicide Roundup Transorb® and its active ingredient glyphosate on the fish prochilodus lineatus［J］. Environmental Toxicology and Pharmacology，2014，37（1）：448-454.

[8] Yusof S，Ismail A，Alias M S. Effect of glyphosate-based herbicide on early life stages of Java medaka（Oryzias javanicus）：A potential tropical test fish［J］. Marine Pollution Bulletin，2014，85（2）：494-498.

[9] 傅建炜，史梦竹，李建宇，等. 草甘膦对草鱼、鲢鱼和鲫鱼的毒性［J］. 生物安全学报，2013，22（2）：119-122.

[10] Frontera J L，Vatnick I，Chaulet A，*et al.* Effects of glyphosate and polyoxyethylenamine on growth and energetic reserves in the freshwater crayfish Cherax quadricarinatus（Decapoda，Parastacidae）［J］. Archives of Environmental Contamination and Toxicology，2011，61（4）：590-598.

[11] Mottier A，Séguin A，Devos A，*et al.* Effects of subchronic exposure to glyphosate in juvenile oysters（Crassostrea gigas）：From molecular to individual levels［J］. Marine Pollution Bulletin，2014，95（2）：665-677.

[12] 李君. 农药草甘膦对刺参成参的毒性的研究［D］. 河北农业大学，2013.

[13] 肖永红，廖永强，周昌旭，等. 除草剂草甘膦对中华大蟾蜍的慢性毒性［J］. 四川动物，2007，26（2）：430-433.

[14] Edge C B，Gahl M K，Pauli B D，*et al.* Exposure of juvenile green frogs（Lithobates clamitans）in littoral enclosures to a glyphosate-based herbicide［J］. Ecotoxicology and Environmental Safety，2011，74（5）：1363-1369.

[15] Lanctôt C，Navarro-Martín L，Robertson C，*et al.* Effects of glyphosate-based herbicides on survival，development，growth and sex ratios of wood frog（Lithobates sylvaticus）tadpoles. Ⅱ：Agriculturally relevant exposures to Roundup WeatherMax® and Vision® under laboratory conditions［J］. Aquatic Toxicology，2014，154：291-303.

[16] Benedetti A L，Vituri Cde，Vituri Cde L，*et al.* The effects of subchronic exposure of Wistar rats to the herbicide glyphosate-biocarb［J］. Toxicol Lett，2004，153（2）：227-232.

[17] 康菊芳，曾明，关岚，等. 草甘膦对小鼠的致突变作用研究［J］. 癌变·畸变·突变，2008，20（3）：227-230.

[18] Kumar S，Khodoun M，Kettleson E M，*et al.* Glyphosate-rich air samples induce IL-33，TSLP and generate IL-13 dependent airway inflammation［J］. Toxicology，2014，325：42-51.

[19] 王非. 农达（41%草甘膦）对人 L-02 肝细胞损伤的研究［D］. 湖南：中南大学公共卫生学院，2008.

[20] Nakashima K，Yoshimura T，Mori H，*et al.* Effects of pesticides on cytokines production by human peripheral blood mononuclear cells-fenitrothion and glyphosate［J］. Chudoku Kenkyu，2002，15（2）：159-165.

[21] Richard S，Moslemi S，Sipahutar H，*et al.* Differential effects of glyphosate and roundup on human placental cells and aromatase［J］. Environ Health Perspect，2005，113（6）：716-720.

[22] Lee S H，Kim S J，Choi W I，*et al.* Genotoxicity of low-dose glyphosate by sister chromatid exchange［J］. Journal of the Korean Society of Clinical Toxicology，2014，12（1）：8-13.

[23] 许明正，刘全有，龙继贤，等. 急性草甘膦中毒 13 例分析［J］. 中华危重症医学杂志（电子版），2009，2（1）：39-40.

[24] Paz-y-Mino C，Sanchez M E，Arevalo M，*et al.* Evaluation of DNA damage in an Ecuadorian population exposed to glyphosate［J］. Genet Mol Biol，2007，30（2）：456-460.

[25] 金永堂，王伟琴，孙肖瑜. 饮用水源水中典型有机污染物健康风

险与遗传毒性评价［J］. 环境卫生学杂志，2011，1（1）：4-10.
［26］孙肖瑜. 饮用水源水中农药草甘膦，涕灭威，灭多威的遗传毒性研究［D］. 浙江大学，2011.
［27］Barbosa E R，Leiros da costa M D，Bacheschi L A，*et al*. Parkinsonism after glycine-derivate exposure［J］. Mov Disord，2001，16（3）：565-568.
［28］De Roos A J，Blair A，Rusiecki J A，*et al*. Cancer incidence among glyphosate-exposed pesticide applicators in the agricultural health study［J］. Environ Health Perspect，2005，113（1）：49-54.
［29］Flower K B，Hoppin J A，Lynch C F，*et al*. Cancer risk and parental pesticide application in children of agricultural health study participants［J］. Environ Health Perspect，2004，112（5）：631-635.
［30］Mink P J，Mandel J S，Sceurman B K，*et al*. Epidemiologic studies of glyphosate and cancer：a review［J］. Regul Toxicol Pharmacol，2012，63（3）：440-452.
［31］Hardell L，Eriksson M. A case-control study of non-Hodgkin's lymphoma and exposure to pesticides［J］. Cancer，1999，86（6）：729-730.
［32］McDuffie H H，Pahwa P，McLaughlin J R，*et al*. Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticide exposures in men：cross-Canada study of pesticides and health［J］. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev，2001，10（11）：1155-1163.
［33］安可，高立艳. 工作场所空气中草甘膦测定的柱后衍生-高效液相色谱法［J］. 中华劳动卫生职业病杂志，2014，32（12）：934-935.
［34］戴郁菁，姚杰，冯玉英. 红外光谱法测定草甘膦铵盐的含量［J］. 农药，2011，50（10）：732-733.

急性钡中毒的临床进展

严蓉[1]，万伟国[2]，黄简抒[3]

（1. 同济大学附属上海市肺科医院/上海市职业病防治院，上海　200433；2. 复旦大学附属华山医院，上海　200040；3. 复旦大学附属金山医院，上海　200540）

摘要：本文概述了急性钡中毒的流行病学、发病机制、临床表现、诊断及治疗，以期为研制标准提供科学依据。

关键词：急性钡中毒；毒性作用；临床表现；诊断；治疗

中图分类号：R135.1　**文献标识码**：A　**文章编号**：1002-221X(2015)05-0347-03　**DOI**：10.13631/j.cnki.zggyyx.2015.05.010

Clinical progress of acute barium poisoning

YAN Rong*，WAN Wei-guo，HUANG Jian-shu

（*. *Shanghai Pulmonary Hospital affiliated to Tongji University/Shanghai Municipal Occupational Diseases Hospital*，*Shanghai* 200433，*China*）

Abstract：The epidemiology，pathogenesis，clinical manifestations，diagnosis and treatment of acute barium poisoning were briefly reviewed in this paper thereby providing a scientific basis for the development of diagnostic criteria of acute barium poisoning.

Key words：acute barium poisoning；toxicity；clinical manifestations；diagnosis；treatment

钡（barium，Ba）为略带光泽的银白色碱土金属，以重晶石、毒重石及其他矿石的形式存在于自然界中，微量钡也存在于水、土壤、植物、空气中。钡的化学性质活泼，极易氧化。金属钡及不溶性钡盐（如硫酸钡等）无毒，但在水或稀盐酸中可溶解的钡化合物均具毒性，如氯化钡、碳酸钡、氢氧化钡、硝酸钡、醋酸钡、硫化钡、氧化钡等。

急性钡中毒在临床中较为少见，主要是误服了钡盐或含有较多钡盐的食物所致，亦可由可溶性钡盐通过皮肤吸收或呼吸道吸入引起中毒。钡中毒可引起显著的低钾血症，继发呼吸麻痹及恶性心律失常，产生严重后果。由于其临床症状早期无特异性，易造成误诊，影响救治效果，因此，及时准确的诊断对于急性钡中毒的救治至关重要。

收稿日期：2015-05-04；**修回日期**：2015-06-18

基金项目：国家卫生与计划生育委员会法制司《职业性急性钡盐中毒的诊断》修订（20140714）

作者简介：严蓉（1981—）女，硕士，主治医师，主要从事职业病临床工作。

通讯作者：万伟国，E-mail：wgwan1969@sina.com。

1　流行病学资料

Tidy 于 1868 年首次报道钡中毒。国外报道的钡中毒呈散发，以个案为主，中毒原因多为误服。我国急性钡中毒事件时有发生，多为群体发病，常作为突发公共卫生事件处置。据徐昌盛[1]等统计，1993 年至 2006 年我国发生钡中毒事件 32 起，75%达到突发公共卫生事件标准，累计中毒 654 例，死亡 37 例，总病死率为 5.7%；90.6%的中毒事件为非职业性，消化道中毒是中毒的主要途径，以氯化钡和碳酸钡中毒最常见。中毒原因主要为误服误用、食品被污染等，如将钡盐误当作碱面、食盐、面粉或发酵粉等混入食品造成食源性中毒；职业性中毒则主要因吸入碳酸钡粉尘、皮肤被氯化钡溶液灼伤等引起。

2　钡盐的毒性作用

钡盐的毒性与溶解度有关，溶解度愈高，毒性愈大，故以氯化钡的毒性最强；碳酸钡虽难溶于水，但摄入后和胃酸反应仍可产生氯化钡。氯化钡对成人估计中毒量为 0.2～0.5 g，致死量为 0.8～0.9 g[2]。