

职业中毒

(增訂版)

—附農药中毒—

吳振球 編著

人民卫生出版社

一九六五年·北京

内 容 提 要

本书是职业中毒和农药中毒的一本专业参考书；系以本国资料为基础，并广泛参阅了近来的国外文献汇编而成。

全书分为四部分，五十二章。总论中讨论了工业毒物的基本概念、毒性评价、职业中毒的临床和预防。各论中系统论述了工业毒物的理化特性、接触机会、毒性、作用机制、中毒的临床和预防等；附有一些病例报告，和几种有害气体快速测定法。第三部分着重介绍几种合成化学工艺中的一些化学物质的毒理学。第四部分分别论述了各种农药的毒理和防治措施等。

本书可供医疗机构的临床医师(士)、卫生防疫站的劳动卫生医师(士)、厂矿农村中的医疗卫生人员、工业卫生干部以及安全技术、劳动保护工作者的参考，也可作为医学院卫生系或医疗系高年级学生的专业参考用书。

职 业 中 毒

开本：850×1168/32 印张：14 3/16 插页：5 字数：384千字

吴振球·编著

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京书刊出版业营业许可证出字第〇四六号)

·北京崇文区姚子胡同三十六号·

人 民 卫 生 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

统一书号：14048·1959

1959年10月第1版—第1次印刷

1964年2月第2版修订

定价：(科七) 2.00元

1965年6月第2版—第4次印刷

印数：6,201—9,300

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 总 论

第一章 工业毒物的基本概念	7
第一节 工业毒物的定义和存在	7
第二节 工业毒物的形态	8
第三节 工业毒物侵入人体的途径	8
第四节 工业毒物在体内的解毒机转	10
第五节 工业毒物的排出和蓄积	13
第二章 工业毒物的作用条件和毒性评价	16
第一节 工业毒物的理化性质	16
第二节 工业毒物的作用条件	19
第三节 工业毒理研究方法简介	21
第三章 职业中毒的临床表现	24
第四章 职业中毒的诊断	28
第一节 职业史的查询	28
第二节 劳动条件及卫生情况调查	29
第三节 体格检查和化验	30
第四节 诊断职业中毒的注意事项	35
第五章 职业中毒的预防	38
第一节 生产方法或生产设备的改进	38
第二节 生产环境和防护设备的改善	39
第三节 个体防护用具和补充营养	43
第四节 工业卫生法规和卫生监督	50
第六章 职业中毒的治疗	57

第二篇 各 论

第七章 铅及其化合物	60
第八章 四乙铅	77

緒 論

职业中毒是在劳动过程中由毒物所引起的一些特有病变，它属于职业病的一部分，也是劳动卫生学领域内极为重要的研究课题之一。展开职业中毒的防治工作，无疑地是保障工人健康以及提高劳动生产率的一个重要环节。

(一)

我国的劳动人民，在长期的生产实践过程中，不仅对一般疾病的防治积累了丰富的经验和有了辉煌的创造，而且在劳动卫生和防治职业病方面，也早有了卓越的贡献。远在秦汉以前，对有毒气体已有所认识。隋代巢元方所著“诸病源候论”（公元610年）中指出：“凡古井塚及深坑井中多毒气，不可輒入。”北宋孔平仲（960—1126年）所著“谈苑”一书中亦曾述及“后苑银作镀金，为水银所熏，头手俱颤。”宋朝宋慈所著“洗冤录”（公元1247年）中，已记载了“砒霜”、“水银”、“宫粉”（铅化合物）等毒物名称以及解毒和验毒方法。该书对一氧化碳中毒症状的描述为：“中煤炭毒，土坑漏火气而臭秽者，人受熏蒸，不觉自毙，其尸软而无伤。”明代李时珍所著“本草纲目”（公元1593年）一书，对职业性铅中毒更有精辟的记载：“铅生山穴石间，人挾油灯入，至数里，随矿脉上下曲折砍取之，其气毒人，若连月不出，则皮肤痿黄，腹胀不能食，多致疾而死”（卷八：金石部，九页，铅）。该书又引何孟春著“余冬录”：“其铅气有毒，工人必食肥猪、犬肉、饮酒及铁浆以厌之，枵腹中其毒，辄病至死，长幼为熏蒸，多痿黄瘫痪而毙”（卷八：金石部，十二页，粉锡）。其中，不仅认识了铅的毒害，且对铅中毒的几项主要病状——显著贫血、消化障碍、腹疼痛和铅毒性脑病的症状——都作了描述。至于有关预防职业中毒方面的知识，也早已有了很多记载，如“本草纲目”中指出：“初烧霜（即三氧化二砷——编者）时，人在上风十余丈外立，下风所近草木皆死……。”明代宋应星著“天工

开物”(公元1637年)书中亦说到:“初见煤端时,毒气灼人,有将巨竹凿去中节,尖锐其末,插入炭中,其毒烟从竹中透上,人从其下施钁拾取者”(卷中:燔石第十一卷,第198页)(图1)。此外,在预防汞中毒方面,“天工开物”所附“升炼水银”图中,即指出“固济”的方法,说明了当时已注意到炼汞的密闭操作(图2)。但是这些宝贵的经验,在长期的封建统治时期及半封建、半殖民地的旧社会,始终没有得到更多的发展。

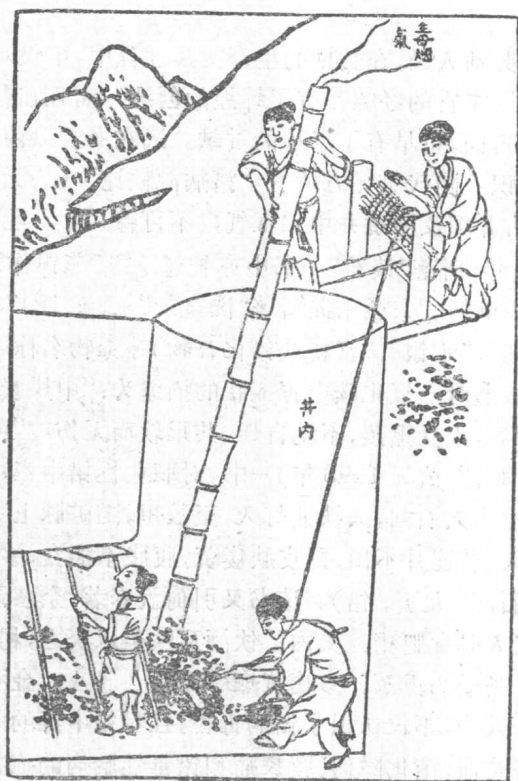


图1 挖煤(据“天工开物”)



(1)



(2)

图8 供氧的隔离式毒气防御器 (Лейтес 氏等)
(1)КИП-5; (2)РКР-2。



图9 蛇管式毒气防御器
(Лейтес 氏等)



图10 供气式毒气防御帽盔
(Drinker 氏等)

1700年，意大利教授拉马夕尼氏（Bernardino Ramazzini, 1633—1714）发表其著作“论手工业者的疾病”（“De morbis artificum diatriba”）一书，详述金属工、炼金工、玻璃工、陶工、染工、石工、纺织工等五十多种职业性疾病。他不仅讨论了由粉尘及金属烟雾等所造成的疾病，且叙述了由几种化学品所引起的中毒，并发现了若干解毒剂。这一著作当时起了贵重的百科全书的作用。后来，也引起了伟大革命导师马克思的注意。马克思在“资本论”中对该书曾有这样的记载：“在大工业时期，工人疾病的目录当然是大大增加了。”^①

二十世纪初，由于工人运动的结果，若干国家的社会保险事业有了萌芽，这时，西方某些国家才开始了工业毒物学的若干研究。但是，在资本主义制度下根本是谈不到什么劳动保护的。资本主义社会里的科学和技术，既不是为了改善劳动者的物质和文化生活，也不可能创造真正切合于劳动者安全和卫生的劳动条件，而仅仅是为资产阶级少数人的利益服务的。因此，在腐朽的资本主义的经济法则下，就决定了资本主义国家根本不考虑、同时也不会真正保障劳动者的安全与健康。

伟大的十月社会主义革命，消除了推行工业卫生和工业毒物研究道路上的一切障碍。在社会主义国家，由于各工矿企业部门改善了劳动卫生条件，职业中毒的危险性已减到最低限度，甚至有的已成为历史上的陈迹；制订了保证人们活动的良好条件和卫生标准，改善了卫生和安全的设施，同时，也采取了合理的卫生措施和医疗预防措施。

（三）

我国在解放以后，党和政府对工业卫生及劳动保护问题极为重视；保护劳动者的健康和安全，是我们国家一项坚定不移的政策。十几年来，在工矿企业中建立了许多卫生组织。根据1957年的材料，分布在厂矿工地工作的高级中西医师约有15,000名，平均约900个工人即有一名医师；医院已增加到450多所，平均每

^① 马克思：资本论，第一卷，438页，人民出版社，1953年。

300个职工有一个床位。①经过1958年的大跃进，又有了很大的发展，例如工业部门的医疗机构数1958年比1957年增长53.4%，床位数增长39.6%，厂矿保健站数增长34.1%，疗养床位已发展到一万五千多张，卫生人员比1957年增长了6.8%。②同时，解放后还在北京、天津、上海、鞍山和其他地区新建了劳动卫生及职业病研究或防治机构。全国若干医学院的卫生系和劳动卫生教研组，也担当着这一方面的研究工作；加上各地卫生防疫站和企业中的劳动卫生实际工作者，已形成了一支强大的劳动卫生研究大军。③此外，为了加强劳动保护工作，政府已颁布了不少条例或规定。例如，1950年我国就制订了“工厂卫生暂行条例草案”，1951年及1952年又对这一条例草案作了修改和补充。1956年5月25日，国务院全体会议第29次会议上，通过了“工厂安全卫生规程”；其中，对改善劳动条件、供给防护用具等，都有明确的规定。1956年3月，中华人民共和国国家建设委员会及卫生部还共同颁布了“工业企业设计暂行卫生标准”。经过几年的试用，1962年已作为国家标准正式公布了“工业企业设计卫生标准〔国建建(GBJ)1-62〕。”此外，国务院还颁布了“防止沥青中毒办法”，卫生部、劳动部联合颁布了“橡胶业汽油中毒预防暂行办法”以及“职业中毒和职业病报告试行办法”。所有这些规定，在防止职业中毒、保障工人的安全与健康以及提高劳动生产率上，都起了一定的作用。另一方面，随着爱国卫生运动的广泛开展和厂矿的安全卫生检查，不仅提高了群众的卫生知识，而且厂矿中的卫生状况也有了显著的改善。

1954年5月间在首都举行的全国第一届工业卫生会议，明确了工业卫生工作的方针和任务。在大会的决议中，规定了要积极地研究和防治危害工人最大的多发病、职业病和职业中毒。1956年2月，卫生部制定的卫生事业12年规划中，又提出了：“在工矿中要以防治职业病为主，消灭铅中毒、苯中毒和矽肺”。④几年来，在党和政府的领导下，全国很多地区积极展开了职业病和职业中

① 健康报，第637期，1958年5月7日。

② 健康报，第740期，1959年5月2日。

③ 健康报，第635期，1958年4月29日。

④ 健康报，第424期，1956年2月10日。

毒的调查研究和防治工作,工人的劳动条件有了很大的改善,不少职业中毒的发病率有了显著的降低。

1959年8月,卫生部和中华医学会在旅大市召开了全国劳动卫生和职业病学术会议。会议提供的情况进一步证明,新中国建国以后,特别是1958年大跃进以来,我国劳动卫生和职业病防治及科学研究工作的成绩是巨大的,发展是迅速的。在职业中毒方面,很多地区对铅、汞、苯、一氧化碳等比较常见的毒物进行了普查。北京市对全市铅作业工厂进行了全面的预防措施,上海市有108家喷漆厂空气中苯的浓度在短期内达到了国家规定的卫生标准。所有这些,对提高劳动生产率、保护职工健康,起到了积极的作用。

在党的总路线、大跃进和人民公社三面红旗的光辉照耀下和一系列方针政策的指导下,我国的工农业生产比过去有了更大的提高和发展。加强劳动保护工作,改善劳动卫生条件和防止职业中毒,是全国医药卫生工作者及劳动保护工作者的光荣任务。我们一定要更好地贯彻党所提出的指示:“切实加强劳动保护、工矿卫生和技术安全的设施,保障工人生产的安全;积极采取措施,减少和消除几种危害比较严重的职业病。”^①我们坚信,在党和政府的正确领导下,依靠群众,所有劳动过程中可能引起的一些中毒事故,必将一天天地减少和最终消灭。

^① 中国共产党第八次全国代表会议关于发展国民经济的第二个五年计划(一九五八年到一九六二年)的建议,第21页,人民出版社,1956年。

第一篇 总 論

第一章 工业毒物的基本概念

第一节 工业毒物的定义和存在

某些物质侵入机体后,与体液及组织发生化学或物理化学的变化,并在一定条件下,破坏机体的正常生理机能,以致使某些器官和组织发生暂时性或永久性病变,这些物质称为毒物。在工业生产中所使用或发生的毒物,叫做工业毒物;工人在劳动过程中由工业毒物所引起的中毒病变,就称工业中毒,或称职业中毒。

农业生产中由农药所造成的中毒事故,则称为农药中毒。

须要指出,一般所谓毒物主要是指少量进入体内而引起中毒的物质。同时,毒物的含义是相对的,物质只有在特殊条件下作用于人体才具有毒性。另一方面,任何物质只要具备了一定的条件,也就可能出现毒害作用。例如食盐附着在鼻粘膜上,往往引起鼻粘膜溃疡,甚至鼻中隔穿孔。至于职业中毒的发生,则与毒物本身的性质、毒物侵入人体的途径及数量、接触时间以及毒物和机体相互作用的各因素有关。因而在评价工业毒物的毒性影响时,就需要考虑到各种相关的条件。

在生产过程中,工业毒物的来源是多方面的。有的是作为原料或辅助原料,如温度计制造厂用的汞,印染车间应用的苯胺,塑料工业中用作增塑剂的磷酸三甲苯酯,以接触法制造硫酸时应用的催化剂五氧化二钒等;有的是中间产品,如染料厂用苯制造二硝基苯时所产生的硝基苯等;有的是成品,如油漆颜料厂制成的铅丹,制酸厂中出品的酸类等;还有的是生产过程中所形成的副产品或废物,如炼杂铜时产生的氧化锌,以粘胶法制造化学纤维时逸出的硫化氢等;也有的是某些物质中含有不纯的夹杂物,如金属及酸中的砷,乙炔内含有的磷化氢等。

随着工农业生产和科学研究工作的不断发展，特别是在有机化学合成工业中，将会出现一些新的工业毒物，因此，必须提高警惕随时注意。

第二节 工业毒物的形态

工业毒物的物理形态，可大致分为固体、液体及气体三类。依据它们污染空气时的形态，主要可分做粉尘、烟雾、雾、蒸气及气体五种。现分述如下：

一、粉尘 为固体微粒，直径约由100微米至1微米。粉尘是由固体物质经机械粉碎、辗磨或爆炸等时形成的。它的化学成分与原物质相同；在普通情况下，它不自行凝集成较大的块状。在静止空气中，较大的粉尘颗粒受地心吸力影响，可加速度地沉降。如铅尘、锰尘等。

二、烟雾 又称烟气，为细微固体，直径约小于1微米；是某些金属熔化时，其蒸气散至空气中经氧化后凝结所形成。它能自行聚集成小块或并合。如氧化锌烟雾、铅烟雾等。

三、雾 为混悬在空气中的液体小滴，系蒸气遇冷所凝成；有时，是液体喷散所成的液体小滴。前者如铬酸雾、硫酸雾；后者如从事喷漆作业时形成的漆雾等。

四、蒸气 为固体昇华或液体蒸发时所形成的气态，它的某些物理性质与一般气体相类似。在普通室温下或单独地施以增压或减温作用，可变为原来能扩散的固体或液体。如苯蒸气、磷蒸气等。

五、气体 为充满于空间的无定形流体。如施以增压及减温，可变为能扩散的固体或液体。如氯、一氧化碳等。

第三节 工业毒物侵入人体的途径

在生产条件下，工业毒物侵入人体的途径，可分为呼吸道、皮肤粘膜和消化道三方面。有时单独通过呼吸道或皮肤吸收，有时可能从二条或三条途径侵入。

一、呼吸道 工业毒物进入人体的最主要途径是呼吸道。生

产中所接触的毒物，绝大多数是以粉尘、烟雾、蒸气、气体或雾的形态悬浮于空气中的。如果防护不好，就会借着呼吸动作，通过呼吸道侵入人体。

毒物侵入呼吸道后，某些粉尘状物质虽然可被鼻腔中的鼻毛、湿润的粘膜面以及粘膜上的颤毛等截留或沾附一部分，并在咳嗽或吐痰时将毒物排除一部分；但是，由于肺泡的表面面积很大（成人约90平方米），且具有丰富的毛细血管，因此当毒物进入肺泡后，就会被迅速吸收。更值得注意的是，从呼吸道所吸收的毒物，不先经过肝脏的解毒作用，直接进入血流分布到全身，所以后果也较为严重。有人报告，约有95%的工业中毒病例，是由于吸入了工作场所内的气体、蒸气、烟雾及粉尘等各种形态的毒物而发生的。至于毒物从呼吸道吸入量的多寡，常与空气中毒物的浓度、肺通气量、接触时间等因素有关；吸收的速度，还随着毒物的水溶性而不同，愈易溶解于水的毒物，愈易吸收。

二、皮肤和粘膜 有些工业毒物可以其原有形态或悬浮于空气中的形态，通过完整的皮肤和粘膜侵入人体。

从皮肤所吸收的毒物，有的是经毛囊空间通过皮脂腺而吸收的，也有的是破坏了皮肤的完整性后侵入的。常见的经皮肤、粘膜吸收的毒物有以下几类：

（一）能溶于脂肪或类脂质的物质：如有机铅化合物、有机磷化合物、有机锡化合物、苯的氨基及硝基化合物、苯及其同系物、醇类、卤素烃类化合物等。

（二）能与油脂的脂酸根相结合的物质：如汞及汞盐类、砷的氧化物及砷盐类等。

（三）具有腐蚀性的物质：如强酸、强硷、酚类等。

（四）高浓度的氰化氢、硫化氢等气体，也可能从皮肤粘膜吸收一部分。

毒物经皮肤吸收的数量和速度，除了与它的脂溶性、水溶性、浓度等有关外，还与外界的气温、气湿等条件有关。环境中温度、湿度较高时，皮肤温度可能增高，出汗也会增加，这样就使沾附在皮肤上的毒物易于吸收。另外，皮肤经常接触了苯、乙醇等有机溶

剂后,由于皮肤表面的脂肪和类脂质被溶解,可促进水溶性物质从皮肤的吸收。

经皮肤粘膜侵入的毒物,也不先经过肝脏的解毒作用而随血流布至全身;同时,有些毒物接触皮肤后,往往并不出现局部刺激症状,必须引起注意。

三、消化道 在工农业生产中,毒物单纯从消化道吸收而引起的职业中毒事例殊为少见。但是,由呼吸道侵入的毒物,一部分沾附在鼻咽部或混于口鼻咽的分泌物中可被吞咽。工人在有毒物的车间内饮食、吸烟,或以污染了毒物的手取食等,常可将毒物带入消化道。

毒物进入肠道后,主要在小肠内吸收。一部分经门静脉至肝脏,由于肝脏的解毒作用成为毒性较小或无毒的物质;另一部分还可随胆汁分泌,再在肠内吸收;从粪便中还可排出一部分。因此,从消化道侵入的毒物,只有部分未经解毒的物质进入血循环;它的后果,一般不如从呼吸道及皮肤粘膜吸收者严重。

在实际工作中,如能掌握毒物的侵入途径,就有助于根据情况采取相应的预防措施。

第四节 工业毒物在体内的解毒机轉

工业毒物进入人体后,随着它的特性,在体内发生一系列的生物化学和物理化学变化。大部分有机化合物在体内都经过一定的解毒过程。常见的解毒反应有水解、氧化、还原和结合等几种方式;特别是氧化和结合二种解毒方式最为重要。这些解毒机轉主要是在肝脏进行的。不过,有些有机化合物(如苯甲酸的卤素取代物)常不经过解毒反应而经肾脏排出;同时,毒物在体内的解毒过程中,又不一定统统参与上述几种反应,有的是氧化后继以结合,有的是还原后继以结合,有的则是直接起结合反应,等等。此外,某些工业毒物在体内进行氧化或还原的过程中,其中间代谢产物可能具有一时的增毒作用,最后通过结合反应才达到解毒的目的。

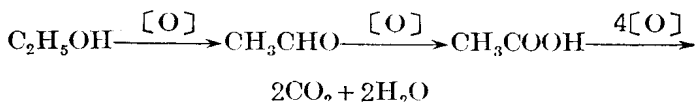
现将几种解毒反应分别举例如下:

一、水解 少数有机化合物在体内表现这种反应。例如,乙

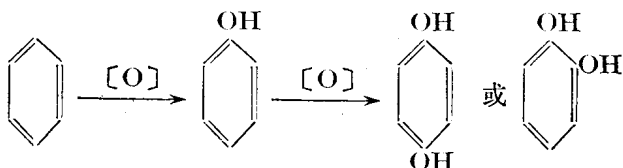
酸乙酯被水解为乙醇和乙酸：



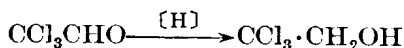
二、氧化 大部分有机化合物可在体内被氧化。如乙醇先氧化为乙醛、乙酸，再氧化为二氧化碳和水：



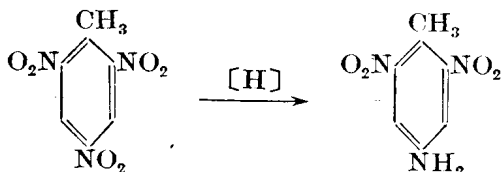
苯先被氧化为酚，再氧化为对位苯二酚或邻位苯二酚：



三、还原 这种解毒方式不如氧化反应普遍。如三氯乙醛被还原为三氯乙醇：



三硝基甲苯有一部分还原为 2,6-二硝基-4-氨基甲苯：

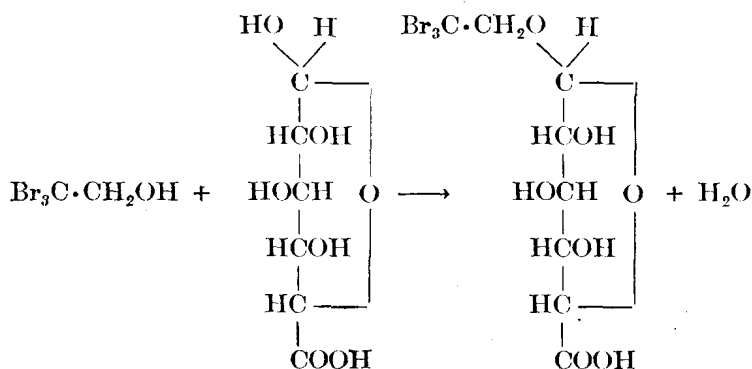


四、结合 这是毒物在体内最常见和最重要的一种解毒方式。大部分毒物经氧化或还原反应后，再经结合反应才达到解毒作用；不过，也有一些毒物不经过其他解毒反应而直接参与结合解毒。常见的结合解毒方式有：

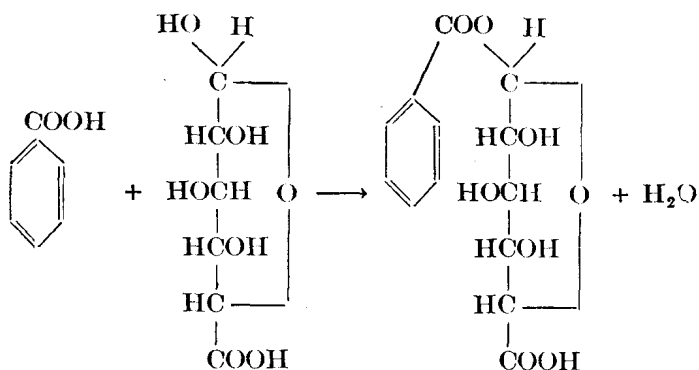
(一) 与葡萄糖醛酸的结合解毒：这种解毒方式最为常见。凡具有羟基($-\text{OH}$)或羧基($-\text{COOH}$)的化合物在体内几乎都表现

这种反应；前者缩合为醚的化合物，后者缩合为酯的化合物。例如：

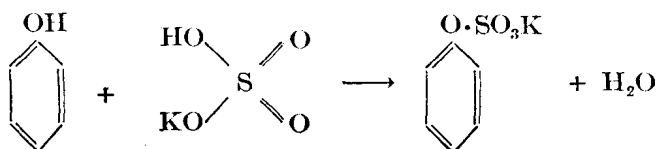
1. 三溴乙醇与葡萄糖醛酸反应，成为三溴乙烷葡萄糖醛酸醚：



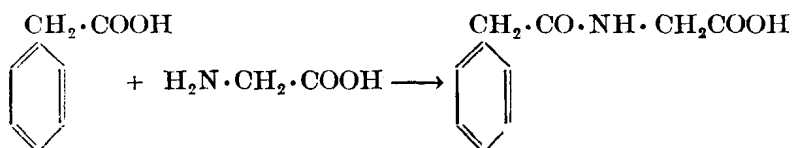
2. 苯甲酸与葡萄糖醛酸反应，成为苯甲酰葡萄糖醛酸酯：



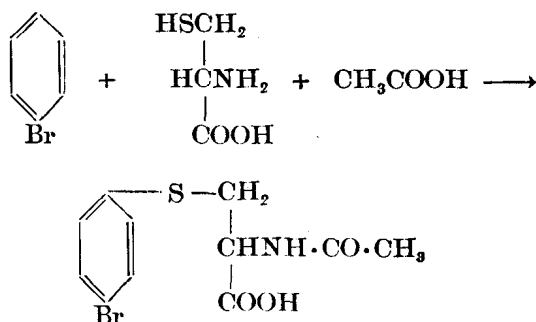
(二) 与硫酸盐的结合解毒：例如，酚与硫酸氢钾反应，成为硫酸苯钾：



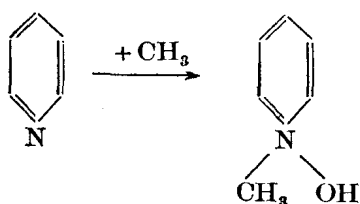
(三) 与甘氨酸的结合解毒：例如，苯乙酸与甘氨酸结合，成为苯乙尿酸：



(四) 与半胱氨酸的结合解毒：例如，溴代苯与半胱氨酸及乙酸结合为对溴苯硫醇尿酸：



(五) 甲基化结合解毒：例如，吡啶为通过甲基化反应，成为羟化-N-甲基吡啶：



此外，氰化物在体内的解毒过程，主要是转变成为硫氰盐类 (thiocyanates)，再随尿排出。

第五节 工业毒物的排出和蓄积

一、工业毒物的排出 体内的毒物经过解毒或不经过变化，最后将有一部或全部排出体外。工业毒物的排出，主要是通过肾

脏和肠道;其次,某些毒物也可从肺脏、皮肤及其附件,或伴随唾液、乳汁、月经血等排出。

(一) 肾脏和肠道: 大部分工业毒物几乎都是从肾脏和肠道随尿、粪排出的。例如,铅、汞、锰等重金属类物质,脂肪族卤素烃类化合物,芳香族烃类化合物等。金属和类金属类物质的排出较慢,有时,在停止接触毒物后数月或数年,仍可在排泄物内检得过量的毒物。一般说来,尿、粪中毒物含量的多少与临床表现的有无或轻重并不直接有关,特别是粪内的毒物含量对诊断意义不大。

(二) 肺脏: 气体、蒸气状毒物及挥发性物质,如一氧化碳、氮的氧化物、硫化氢、苯、汽油、醇类等,被吸入至呼吸道后,有一部分可以原来形态从肺脏随呼气排出。它的排出速度通常与毒物的水溶性呈反比;愈易溶解于水者,排出愈慢。

(三) 皮肤: 能从皮肤吸收的毒物,如脂肪族卤素烃类、苯的硝基及氨基化合物、砷化物等,可有少量从皮肤及皮脂腺、汗腺排出。某些毒物经皮肤排出时,常常引起皮炎。

(四) 其他途径: 如汞可从唾腺中排出;铅、汞、砷等还可随乳汁和月经血排出少量。

二、工业毒物的蓄积 某些工业毒物在体内解毒不完全或排泄不充分时,能被输送到某些器官或组织中,以不溶性或难溶性的化合物在体内形成暂时的或长期的贮藏,然后再缓慢地排出体外。很多重金属和类金属毒物,如铅、汞、锰、磷、砷等,可贮藏于骨骼、肌肉、肝脏或肾脏等组织中,可能几个月或几年,在临床上并不表现中毒症状;但是,当患病、饮酒、过劳或情绪波动等时,贮藏在体内的毒物可再变为可溶状态,大量进入血流,引起中毒的症状。因此,由这类毒物所引起的职业中毒,主要表现为慢性中毒的经过。这一种因持续地吸收了少量毒物逐渐积累后所引起的慢性中毒,大多是工业毒物在体内的蓄积所致。这一机转,也称为工业毒物的物质蓄积。

此外,某些在体内分解较慢的毒物,如苯的硝基和氨基化合物、有机氯化物等,也可在肝脏、网状内皮组织和脂肪组织中暂时地蓄积。