

劳动保健学讲义

下 册

上海第一医学院

目 录

第四篇 生产性毒物

第十一章 生产性毒物总论	329
第一节 基本概念	329
第二节 职业性中毒的原因及其影响因素	334
第三节 职业性中毒机制和毒理学研究方法	346
第四节 职业性中毒的临床表现和诊断	362
第五节 职业性中毒的预防	370
第六节 职业中毒的治疗	382
第十二章 主要经呼吸道进入的毒物	388
第一节 基本概念	388
第二节 主要以灰尘形态进入的毒物	389
一、基本概念	389
二、矿物性及其有关灰尘	391
三、金属及非金属灰尘(铅、锰、铍、氧化锌、砷)	421
第三节 主要以气体和蒸汽形态进入的毒物	442
一、有机溶媒(苯、二硫化碳、汽油)	442
二、刺激性气体(氯、氨、二氧化硫、氮的氧化物、硫酸二甲酯)	456
三、窒息性气体(氰化物、硫化氢、一氧化碳)	466
四、金属蒸汽(汞)	481
五、卤代烃类化合物(溴甲烷)	487
六、塑料生产中的一些毒物	490
第十三章 主要经皮肤进入的毒物	497
第一节 概 述	497

第二节	农药	501
第三节	苯的硝基和氨基衍化物	526
第十四章	主要作用于皮肤的有害物质	536
第一节	概 述	536
第二节	引起职业性皮肤病的主要物质(沥青、石油及其 分馏产物、铬的化合物、人工树脂、偶氮染料、 漆、氯硫二苯胺、松节油、无机酸类、硷类)	549
第三节	农业皮肤病(稻田皮炎、菜田皮炎)	578
第四节	其他职业性皮肤病(煤矿工的皮肤病、放射线 皮炎、电光性皮炎)	584

第五篇 卫生技术措施

第十五章	生产性建筑规划卫生	593
一、	厂址选择的卫生要求	593
二、	厂区总体布置	594
三、	生产性建筑物的卫生要求	595
四、	生活用室的卫生要求	598
第十六章	生产性通风	599
第一节	生产性通风的种类和卫生要求	599
第二节	通风技术基础	601
第三节	降温通风量的确定	611
第四节	自然通风	629
第五节	机械通风	640
第六节	空气调节	669
第七节	防止生产性灰尘的通风密闭措施	681
第八节	防止有害气体或蒸汽的通风措施	691
第九节	独头巷道掘进时的通风措施	701
第十节	冬季采暖的卫生要求	707
第十七章	个人防护用品	709
一、	防护服装	709

二、防护面罩及眼镜·····	712
三、防止噪声的用具·····	716
四、呼吸防护器·····	718
第十八章 生产性照明·····	726
第一节 生产性照明的意义和分类·····	726
第二节 照明技术的光学基础·····	727
第三节 照明条件对视机能的影响·····	732
第四节 照明的卫生要求和标准·····	736
第五节 人工照明的卫生学评价·····	747
第六节 自然照明的卫生学评价·····	760

第六篇 主要生产的劳动保健

第十九章 农业的劳动保健·····	773
一、农业的生产过程及其特点·····	774
二、农业生产中的主要劳动保健问题及其预防措施·····	777
第二十章 钢铁联合企业的劳动保健·····	784
一、钢铁联合企业的主要生产过程·····	785
二、各主要车间的生产特点及其特殊的劳动保健问题·····	785
第二十一章 采掘工业的劳动保健·····	808
一、采煤工业的主要生产过程和生产设备·····	808
二、矿下的特殊劳动条件·····	810
三、矿下通风·····	817
四、开采放射性元素时的劳动保健·····	820
第二十二章 化学工业的劳动保健·····	822
一、化学工业分类·····	822
二、化学工业生产的劳动卫生特点·····	823
三、化学工业的基本操作及其卫生学特征·····	825
四、数种化学工业的生产及其劳动卫生问题·····	829

第七篇 开展劳动保健的工作方法

第二十三章 建立与健全各级劳动保健组织·····	841
一、劳动保健组织网·····	841
二、劳动保健组织的基本服务形式与工作方法·····	846
第二十四章 工厂设计卫生审查·····	849
一、对工厂设计进行审查的意义·····	849
二、开展工厂设计审查的有关立法·····	849
三、开展工厂设计审查的方针政策·····	852
四、开展工厂设计审查工作方式·····	853
五、开展工厂设计审查工作的实践·····	855
第二十五章 现场调查研究的方法·····	860
一、现场调查研究的一般原则·····	860
二、调查研究的步骤·····	863
三、基本卫生情况调查的内容·····	865
四、专题调查的内容·····	870
第二十六章 多发病职业病及外伤的统计分析方法·····	879
一、病伤资料的搜集·····	879
二、病伤资料的分析研究·····	887
第二十七章 经常性卫生监督及其它工作·····	897
一、贯彻经常性卫生监督注意事项·····	897
二、建立专册登记健全必要记录·····	897
三、根据客观情况制订工作计划·····	899
四、实施经常性卫生监督·····	902

第十一章 生产性毒物总論

第一节 基本概念

某些物质进入机体后，与体液及组织发生化学或物理化学作用，并在一定内外环境的条件下，使机体正常的生活机能遭受破坏，造成机体器官和组织的病理改变，这些物质称为毒物。在生产过程中所接触的毒物，叫做生产性毒物。在生产活动中由于生产过程和劳动过程组织得不合理，生产性毒物可对劳动者产生有害的作用，并可能影响劳动能力，由此而引起的病变，称为生产性毒物中毒或称职业中毒。

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。反之，任何一种物质只要具备了一定的条件亦就能成为毒物，如食盐落到鼻粘膜上可致鼻粘膜的溃瘍和穿孔，甚至生命过程所不可缺少的维生素，如摄入量过多亦可致中毒。但是，通常所谓的毒物，乃指在少量进入体内的情况下可引起中毒的物质。

在工业生产过程中，人们所可能遇到的毒物的种类与日俱增，从采矿、冶炼、机械加工等，直到化学工业本身，都无不应用到化学物质；尤其值得注意的是，有机合成杀虫剂及化学肥料在农业生产上的普遍应用；此外，帝国主义者正疯狂地扩大化学武器的生产，积极准备大规模使用化学武器的侵略战争，更应引起人们的百倍警惕。

一、存在形态

生产性毒物按其与人相接触时的物理形态，可分为灰尘（包括烟尘、烟）、蒸汽、气体和雾四种类型。

1. 灰尘。为直径从小于0.1微米到大于10微米的固体微

粒，它包括灰尘、烟尘和烟。灰尘是由固体物质经机械粉碎、过筛或爆破等过程所形成的，如砂尘、铅尘、锰尘等；烟尘主要由于金属熔化时，其蒸汽散至空气中，经氧化后凝聚所形成的，如锌烟尘（氧化锌）、铅烟尘（次氧化铅）等；而烟则由有机物质不完全燃烧时所产生，如煤、油类、木材等不全燃烧时所放出的烟等。在静止的空气中较大的灰尘颗粒受地心吸力影响可加速地沉降；烟尘沉降较慢，但能自行聚集成小块或并合而沉降；而烟在静止的空气中很长一段时期不能沉降，运动不规则。

2. 蒸汽。为固体升华或液体蒸发时所形成的气态物，它的某些物理性质与一般气体相类似。前者如磷蒸汽，后者如苯及其他有机溶媒的蒸汽。

3. 气体。为充满空间的无定形流体。

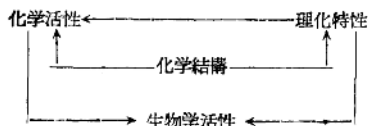
4. 雾。为混悬在空气中的液体小滴，系蒸汽遇冷所形成，或气体从液面散出时同时带出，如硫酸雾、铬酸雾等。在农业生产中常指由于液体喷洒杀虫剂所形成的液体小滴而言。

此外，毒物处于固有形态时，亦可由于皮肤的直接接触或偶然经口进入体内而引起危害作用。

二、毒性与理化性质的关系

1. 化学结构

物质的化学结构，对于它的生物学作用在很大的程度上起着决定的作用，因为，化学结构不仅决定物质的化学活性，而且决定它的理化特性，而后两者则决定物质的生物学活性。为了阐明这种生物——物理——化学的相关性 H. B. Лазарев 提出了下列的模式图：



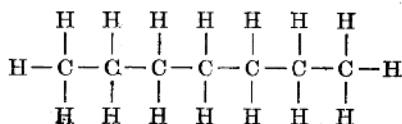
关于生产性毒物的化学构造、作用力及其作用性质三者之间

在决定毒性强弱的关系方面，虽然还没有完整的定则，但存在着一定的关系。

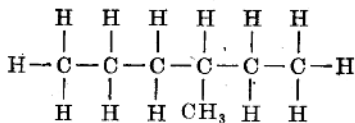
(一)碳原子数。1867年 Richardson 提出了这样的法则，即在直链碳氢化合物的同系物中，随着碳原子的增加，则其麻醉作用亦增强。如高级醇（丁醇、戊醇）比低级醇（乙醇、丙醇）的麻醉作用强。但亦发现有例外情况，如甲醇之毒性显著地高于其他同系物之毒性。后来又发现这一法则仅仅适用于庚烷以下的碳氢化合物，再向上推就显著地减弱它的作用，这与溶解及吸收程度降低有关。

(二)饱和度。化合物有不饱和键时，化学活性强，使毒物易于参加到生物化学反应中去。例如乙炔 ($\text{HC}\equiv\text{CH}$) 毒性大于乙烯 ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$)，乙烯又较乙烷 (CH_3-CH_3) 毒性为大。元素中低价的毒性比高价的大，如三价砷 (As_2S_3) 毒性大于五价砷 (As_2S_5)。

(三)分子构造。毒物的毒性作用，常由于分子构造的变化，而受到影响。在碳氢化合物二种同分异构体中，其构造如直链代以支链，或以某些短侧链代替一长侧链，则其麻醉作用加大，如庚烷的毒性较异庚烷为强。



庚烷



异庚烷

(四)基团的改变。

(1)脂肪族。碳氢化合物中若加入卤素族元素，则麻醉作用

加强并获得新的毒性，特别是对实质脏器(如肝脏)产生剧烈的毒性作用，可引起肝脏的脂肪性变。氢原子被卤素族原子取代越多则毒性越大。如四氯化碳(CCl_4)的毒性大于三氯甲烷(CHCl_3)，后者又大于二氯甲烷(CH_2Cl_2)，一氯甲烷(CH_3Cl)毒性最小；而一氯甲烷则远较甲烷(CH_4)为毒。又如二硫代二乙基($\text{C}_2\text{H}_5-\text{S}-\text{S}-\text{C}_2\text{H}_5$)被一分子氯取代氢后，形成一个具有显著毒性的新的化合物——硫代二氯乙烷($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}-\text{S}-\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}$)又叫芥子气，为糜烂性毒气的一种。

(2)芳香族。芳香烃类化合物中的氢原子若被氨基($-\text{NH}_2$)或硝基($-\text{NO}_2$)取代，则获得新的毒性。如苯 C_6H_6 ，变为苯胺 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ，或

硝基苯 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ 后，便成为高铁血红蛋白形成剂，毒作用性质与苯截然不同。

反之，若芳香烃类化合物中增添一羧基($-\text{COOH}$)时，则其毒性大为减弱，如甲苯 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ，转变为苯甲酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ，后者毒性大为

减弱。

2. 物理特性

(一)溶解度。毒物的毒性在很大程度上取决于它的溶解度，溶解度愈大，则毒性亦愈大。如三氧化二砷(As_2O_3)的溶解度较三硫化二砷(As_2S_3)大三万倍，故前者的毒性远较后者为大。但是，我们还必须考虑到毒物在脂肪、类脂质、弱酸性消化液以及在血液和淋巴液等环境中的溶解度。如苯、苯胺等极易溶于脂肪及类脂质中；硫化铅虽难溶于水，但在胃液中可溶解2.5%；氟化物在胃液中转为可溶状；密陀僧(PbO)虽仅微溶于水，但颇易溶于血清中，等等。

物质在类脂质中的溶解度与在水中溶解度的比率，对于毒性的影响具有重要的意义。这二者间的关系称为 Overton—Meier 分配系数。此分配系数愈大，则与血液相结合的部分愈少，而对中

中枢神经系统的类脂质则表现出突出的亲和作用，所以，它的麻醉作用就愈显著。如乙醇、丙醇等毒性较弱的溶剂，它们的系数为2.5与0.2；而氯仿为110；苯为300—350；己烷等高分子烃类则可达18000~53000。分配系数的高低还与急、慢性中毒的可能性有所影响，分配系数愈高，即在水中的溶解度愈小，则挥发性物质之蒸气在血液中饱和愈快，因而急性中毒的产生亦愈快。反之，分配系数小，则其排出极快，不易达到饱和，但可在机体的整个体液内有所蓄积，因而在反复小量的作用下可发生慢性中毒。此外，物质的溶解度还影响着毒物在体内的相对定位作用，如二氧化硫、三氧化硫、氨、醛、氯化氢、氟化氢等溶解度大，容易在湿润的呼吸道上部溶解；而氯、三氯化磷、五氯化磷、光气(COCl_2)、氧化氮类等刺激性气体较难溶解，故在通过上呼吸道时几乎不产生刺激作用，而仅作用于细支气管和肺泡，而造成更为严重的后果。

(二)挥发度。物质的挥发度愈大，它在空气中形成的蒸汽浓度将愈高，所造成的毒害作用亦就愈大。亦即，毒物在空气中的浓度以及在外界某种条件下可能侵入人体的相对量，常依毒物的挥发度为转移。某些剧毒物质如乙二醇、磷酸三甲苯酯 $[(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4)_3\text{PO}_4]$ 等，因其不易挥发，故在生产上的实际危险性亦很小。只有在进入消化道或当皮肤接触时才能引起中毒。

因此，在生产过程中，毒物的实际毒性，与其经皮下注射或口服时的毒性程度亦即绝对毒性有很大的差别。在生产性毒物毒理学上把毒物的毒性分为一相毒性（绝对毒性）和二相毒性（实际毒性）是有很意义的。一相毒性与挥发度之积可作为评价实际毒性的尺度。如在汽油的各种分馏系列中，当一相毒性随同沸界限增高而增加时，二相毒性却反减低。

(三)分散度。灰尘状毒物，其颗粒愈细，则分散度就愈大，亦就愈易悬浮于空气中，而通过呼吸道进入机体，特别是进入呼吸道深部的机会亦愈多；同时，分散度大，其化学活性亦大，在体内易与生物基质结合，故危害亦愈甚。例如，锌及其他金属，

表1 Краснодар 产航空汽油各种分馏产品的
一相毒性与二相毒性 (Лазалев)

内 罐	一 相 毒 性	比 较 挥 发 度	二 相 毒 性
55—60°C	1.00	1.00	1.00
65—75°C	1.40	0.85	1.20
75—85°C	1.60	0.60	0.95
85—95°C	1.90	0.45	0.85
95—110°C	2.50	0.30	0.75

当其以金属块状及粗尘粒状存在时无毒，但当其成为高分散的金
属氧化物烟尘存在时，则可引起氧化锌中毒——“铸造热”。又如
大于 25 微米的砂尘可全部为鼻毛所滞留；10~25 微米的粒子可
被滞留于上呼吸道及小枝气管内；5~10 微米的粒子大部分被滞
留于呼吸道，小部分可达肺泡内；而小于 5 微米的砂尘则90%以
上可进入肺泡，对人的危害性最大。

第二节 职业性中毒的原因及其影响因素

一、接 触 机 会

在工农业生产中，毒物可存在于生产过程的每一个环节，它
们可作为生产过程中的原料、中间产品、成品、夹杂物、辅助材
料、副产物或废弃物而出现。

(1)原料。如“六六六”制造厂所用的氯和苯；颜料制造厂所
用的铅以及造漆厂所用的苯等。

(2)中间产品。如制造二硝基苯时所发生的硝基苯等。

(3)成品。酸、碱、煤蒸馏的各种制品、化学制药工业的产
品等。

(4)夹杂物。某些金属及酸内含有砷，乙炔内含有砷化氢和
磷化氢等；此外，磷灰石中含氟在制造磷化肥时亦可造成极大的

危害。

(5) 辅助材料。溶媒、防腐剂、触媒、乳化剂、催化剂等均属之。

(6) 副产品或生产性废物。如炼铜时产生氧化锌、含碳化合物燃烧不完全时产生一氧化碳以及染料厂硝化过程中产生氮氧化物和硫化过程中产生硫化氢等。

此外，在战时，毒物还被帝国主义侵略者用作各种类型的化学武器。如神经毒剂——沙林、塔崩等（均为有机磷化合物）；糜烂性毒剂——芥子气、路易氏毒气等；窒息性毒剂——双光气、氯化苦等；全身性毒剂——氰化氢、砷化氢等以及刺激性毒剂——催泪性（苯氯乙酮、氰溴甲苯）及喷嚏性（亚当氏气、二苯氯肿、二苯氰肿）毒剂等。

二、侵入途径

生产性毒物可通过呼吸道、消化道和皮肤粘膜进入人体，而以经呼吸道侵入为主。

(1) 经呼吸道。在生产过程中，毒物绝大部分失去它原来的形态——块状固体和流动液体，而呈如上所述的灰尘（包括烟尘、烟）、蒸汽、气体和雾的状态悬浮于空气中，借呼吸动作，经呼吸道进入人体。因之，这是一条最主要的、最常见的途径。人的肺泡具有巨大的表面积（成年人约90平方米）和丰富的毛细血管，对毒物吸收的量、速度快，且不经肝脏解毒而直接侵入血流分布全身。因之，经呼吸道侵入亦是一条最危险的途径。一般经验全部工业中毒病例中，约95%是由于吸入了工作场所内的气体、蒸汽、雾及灰尘等各种形态的有毒物质而发生的。

毒物经呼吸道吸收的速度及其作用的强度，决定于空气中有毒物质的浓度、肺通气量、心脏每分钟输出的血量等因素，而更重要的是毒物在水中的溶解度。毒物在空气中的浓度相同时，它们在水中的溶解度愈大，则在同一时间内血液中的浓度亦愈大。

(2) 经皮肤。皮肤本身虽有屏障作用，但某些毒物仍可以固

有形态或悬浮在空气中的形式，通过完整的皮肤，经毛囊空间到达皮脂腺及腺体细胞而被吸收，一小部分则可通过汗腺进入（但不占主要地位）。有的毒物可在破坏了皮肤的完整性后进入人体，如酸、硷类等腐蚀性毒物。

能经皮肤进入人体的毒物有以下几类：

（一）能溶于脂肪及类脂质中的物质。主要有芳香族硝基及胺基化合物、酚及酚类化合物、有机金属化合物、有机磷及有机氯杀虫剂等，它们都能迅速地通过完整的皮肤而被吸收。此外，苯、甲苯、二甲苯、氯化烃类、醇类等亦可被皮肤吸收一部分。

（二）能与油脂的脂酸根结合的物质。主要有汞及汞盐、砷的氧化物及其盐类等，它们能经毛囊吸收，通过皮脂腺细胞和毛囊壁而穿过表皮进入真皮，随后散布到真皮进入人体。

（三）某些能溶于水及有机溶剂中的气体或液体。主要有氰化氢、硫化氢等，它们亦能部分地通过完整的皮肤进入体内。

（四）具有腐蚀性的物质。主要有硷类、酚类、强酸、黄磷以及糜烂性战争毒剂等，它们能在破坏了皮肤的完整性后进入体内。

经皮肤进入的毒物与经呼吸道进入的毒物一样，亦不经过肝脏解毒，而随血流直接进入大循环分布到全身产生毒作用。毒物经皮肤吸收的速度，不仅决定于它在脂肪中的溶解度，而且亦决定于它在水中的溶解度。若在脂肪中的溶解度相同，则难溶于水的毒物，经皮肤吸收较少。此外，经皮肤吸收还与接触面积，毒物的粘稠度、浓度，以及外界气温、气湿有着密切的关系。皮肤损伤，如擦伤、撕伤、温热灼伤、酸硷等化学灼伤均可造成皮肤通透性的改变，而促进对毒物的吸收。大量出汗亦促进吸收。皮温增高促进对气体及蒸汽的吸收。广泛使用有机溶剂如苯、酒精等，可溶解皮肤表面的脂肪及类脂，促进水溶性物质的吸收。

（3）经消化道。由呼吸道进入的毒物，一部分可随鼻咽及气管的分泌物被吞噬而进入消化道。在生产上单纯由消化道进入而引起职业中毒的情况，是少见的。在工作中由于吸虹吸管或吸油管（如汽车司机加汽油时吸油管）不慎，可把有毒液体误吸入口

中。但更常见的是由于在含有毒物的车间内进食、抽烟或不注意个人卫生用沾染有毒物的手取食等不良习惯所造成的。

在胃肠道中，毒物的吸收主要在小肠内进行，在胃中吸收的量很少。有的毒物虽不溶或难溶于水，但却能溶于胃液中，因而亦能被吸收入血液，例如铅的氧化物。而某些毒物在胃中甚至发生变化而增高其毒性，如氰化物在胃内能释放出氰酸。绝大部分由肠道吸入血流的毒物，经门静脉进入肝脏，一部分被解毒而形成无毒或毒性较小的物质；另一部分随胆汁分泌回到肠内，其中又有一部分再被吸收，一部分则随排泄物排出体外；只有部分未经解毒的物质进入大循环。

三、机体的防御作用

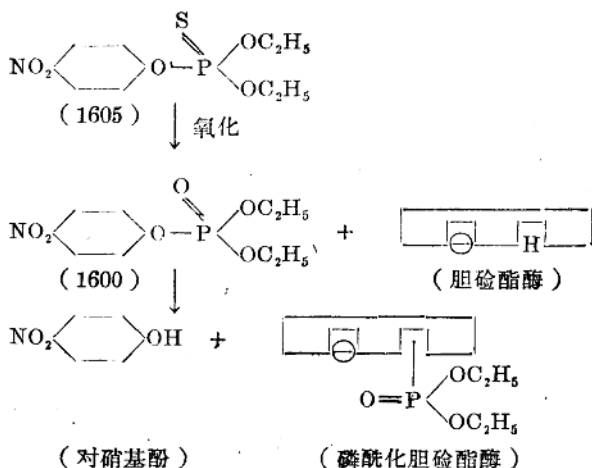
少量毒物进入人体后，机体在一定时间内，仍能保持健康。这是由于机体与进入体内的毒物进行着不断的斗争，机体运用着自己的防御机能，力图将毒物排除或减弱其毒作用，以维持机体与外界环境的平衡状态。

1. 解毒作用

毒物进入体内后，即在体内发生一系列的生物化学和物理化学的变化，这就是机体消除或减弱毒物毒性的过程，如毒物的摄入量不大，未超过机体防御机能，则机体仍然得以维持或重新恢复内环境的平衡，因之，称谓“解毒作用”。常见的有水解、还原、氧化和结合等反应，在实际上各种反应并非彼此孤立，而是互相配合相辅相成，有先被氧化或水解，而后被结合；大多经过前三种反应而尚未完全消除其毒性时，则再经结合反应以完成其解毒过程。解毒作用主要在肝脏内进行，其次可在肾脏及肠粘膜内进行。金属类化合物一般不经过以上方式的解毒过程，而以盐类或与蛋白质结合的形式在体内贮藏、循环及排泄。

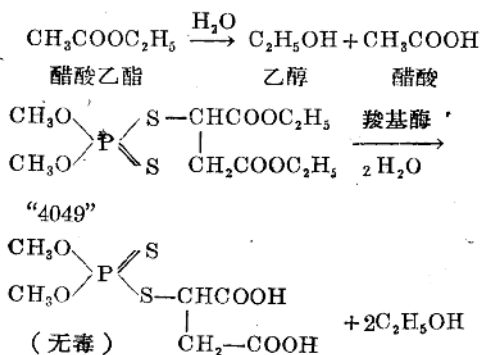
有时，在解毒过程中，亦能暂时地形成毒性较大的物质，产生所谓“增毒作用”。例如，有机磷杀虫剂1605在试管内不表现毒作用（指化学纯的），而进入人体后先氧化成1600，然后进一步

分解，其磷酸酯部分与胆硷酯酶牢固地结合，才引起中毒的。

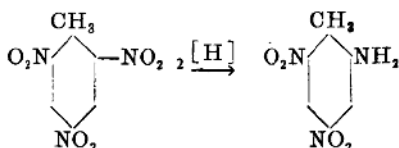
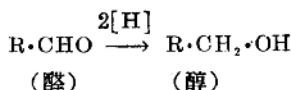


又如，甲醇在体内氧化成甲醛及甲酸，其毒性远较甲醇原有毒性为大。

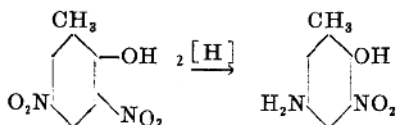
(一)水解作用。如复杂的酯类及有机磷酸酯化合物的水解。



(二)还原作用。多为毒物在体内变化的最初阶段，如醛类及硝基酚类的解毒等：



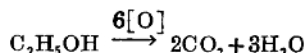
三硝基甲苯(T. N. T.) (2) 氨(4.6)二硝基甲苯



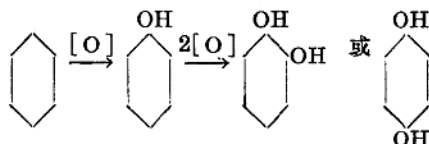
二硝基甲酚(DNOC) (5) 氨(3)硝基甲酚

(三) 氧化作用。是重要的解毒过程。

(1) 普通链状化合物经氧化即解毒，如醇类(甲醇例外)氧化成二氧化碳和水：

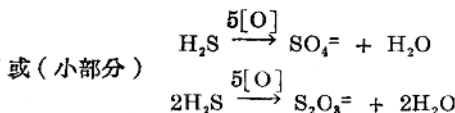


(2) 芳香族化合物，不论是一环或多环，均先被氧化成酚类，酚类再以结合方式解毒：



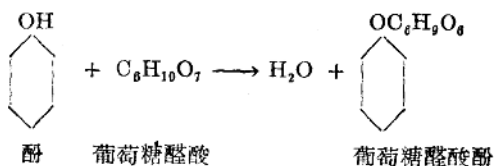
苯 酚 邻苯二酚 对苯二酚

(3) 其他无机物亦可通过氧化作用解毒，如 H_2S 等：

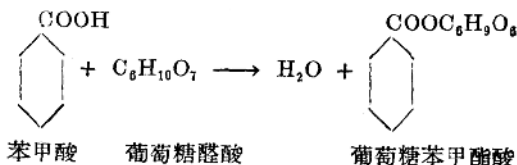


(四)结合作用。结合作用是体内重要的解毒过程,较为复杂。主要为有机毒物与葡萄糖醛酸、硫酸、甘氨酸等结合;其次为与麦氨酸、半胱氨酸等结合。毒物经结合作用后,所形成的化合物的毒性均较小,且易于排出。

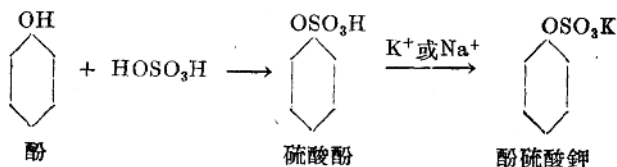
(1)与葡萄糖醛酸的结合。几乎各种含有羟基(—OH)的化合物(除醚类外)均能与葡萄糖醛酸结合成为结合酸,如酚和醇类:



其次,芳香族化合物含有羧基(—COOH)者能与葡萄糖醛酸结合而成葡萄糖酯酸,如苯甲酸:



(2)与硫酸的结合。主要的有酚、吲哚和甲基吲哚酚。如苯经氧化为酚,再与硫酸结合形成硫酸酚,最后形成钾盐或钠盐而排出:



(3)与甘氨酸的结合。主要对于有机酸类毒物,如与苯甲酸结合而成马尿酸。即使在饥饿时机体亦能合成甘氨酸,故甘氨酸