

TRAINING FOR THE HEALTH SECTOR

[Date ...Place ...Event...Sponsor...Organizer]

室内空气污染

Children's Health and the Environment

WHO Training Package for the Health Sector

World Health Organization

www.who.int/ceh

学习目的 理解、认知、明确：

- ❖ 室内空气污染对儿童健康的危害
- ❖ 导致室内空气污染的不同毒素：来源, 产生 及活动性
- ❖ 发达国家与发展中国家室内空气污染的特征及相关内容
- ❖ 如何认识、评估和处理对健康的影响
- ❖ 如何避免室内空气污染

提纲

- 室内空气污染问题涉及的范围
- 微粒物质
- 一氧化碳
- 被动吸烟
- 杀虫剂
- 溶剂
- 挥发性有机化合物
- 生物污染物
 - 原虫
 - 致敏原
 - 霉菌
- 人造环境
- 氡
- 石棉
- 职业相关污染

儿童的特殊易感性

- ❖ 相比成人，每公斤体重吸入更多的污染物
- ❖ 因为气道更狭窄，刺激可以导致更严重的气道梗阻

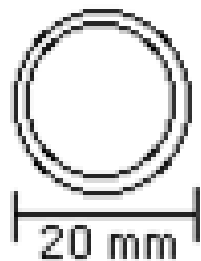


小气道更容易受累

Diagram of the Effect of Edema on the Cross-Sectional Airway Diameter

(R = radius)

Adult Airway

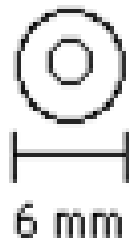


$$\text{Area} = \pi R^2 = \pi 10^2 = 100 \pi \text{ mm}^2 \text{ (Normal)}$$

$$\text{If have 1 mm Edema} \quad \text{Area} = \pi 9^2 = 81 \pi \text{ mm}^2$$

or 81% of normal

Full Term Newborn



$$\text{Area} = \pi R^2 = \pi 3^2 = 9 \pi \text{ mm}^2 \text{ (Normal)}$$

$$\text{If have 1 mm Edema} \quad \text{Area} = \pi 2^2 = 4 \pi \text{ mm}^2$$

or 44% of normal

污染物在呼吸道的沉积

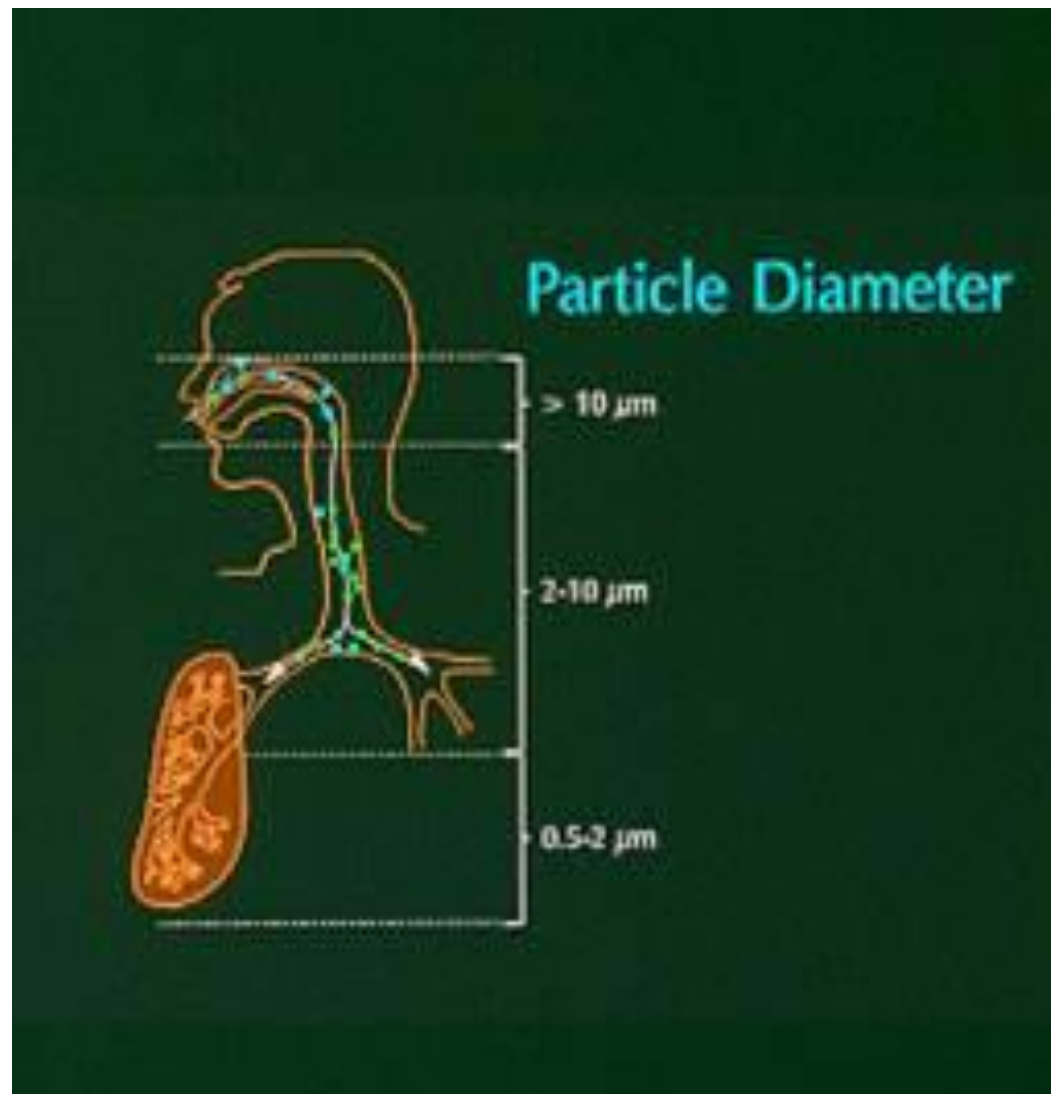


Water Solubility	Initial Level of Impact	Compounds
High	Eyes Nose Pharynx Larynx	Aldehydes Ammonia Chlorine Sulfur dioxide
Medium	Trachea Bronchi	Ozone
Low	Bronchioles Alveoli	Nitrogen dioxide Phosgene

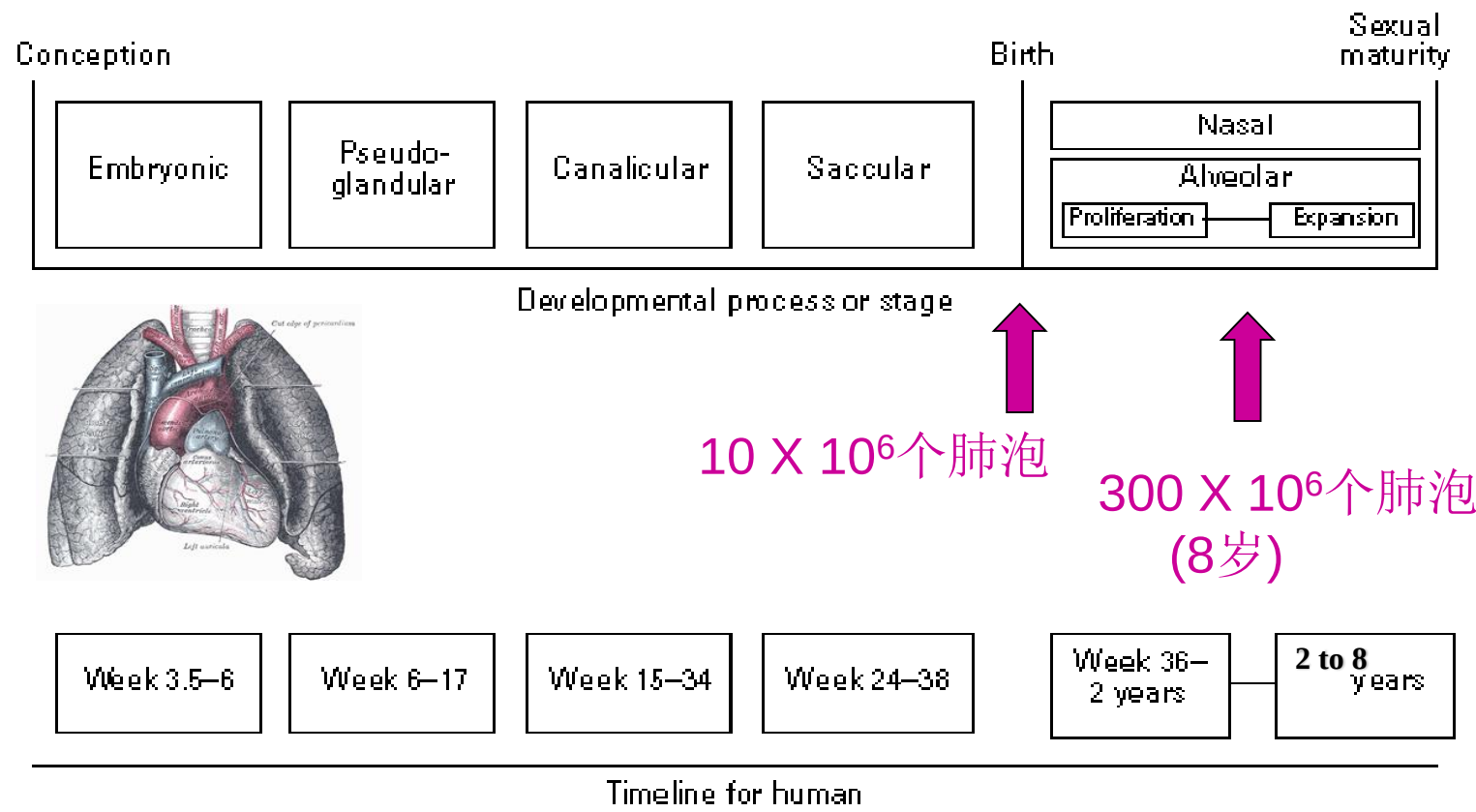
CDC

直径大小

- ❖ 粗颗粒物 (2.5–10 微米)
沉积于上呼吸道和大的气道
- ❖ 细颗粒物 (< 2.5 微米)
可以到达终末细支气管和肺泡



呼吸系统发育: 线性增长



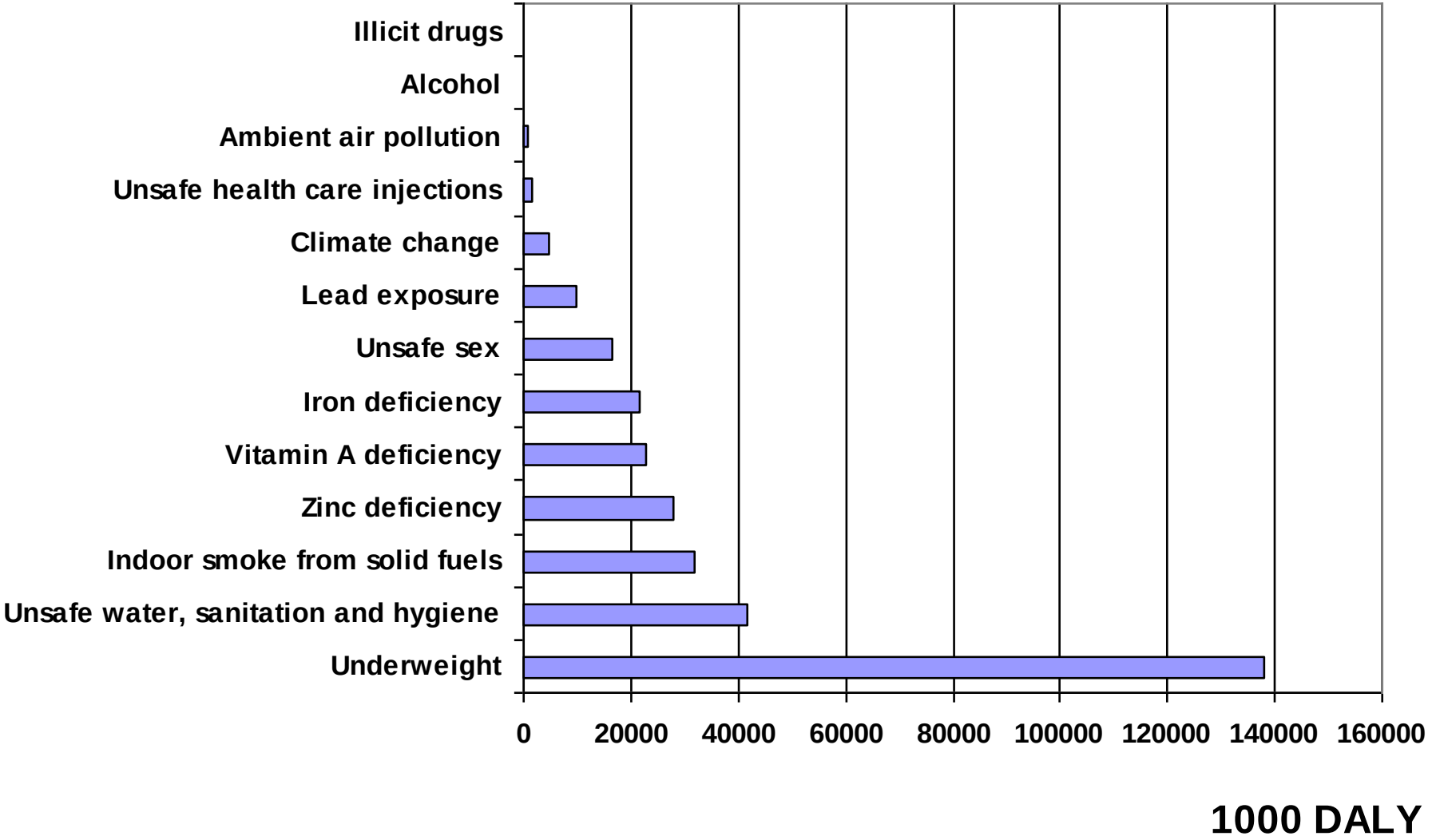
生长/结构

- 二手烟吸入
- 颗粒物
- 臭氧

功能

- 室内空气质量
- 大气周围的臭氧

Attributable burden of disease 0–4 years



儿童室内暴露

经济发展水平是最关键的因素

- ❖ 发展中国家与发达国家
- ❖ 乡村与城市
- ❖ 地域风情
- ❖ 建筑风格/通风设备

在城市，儿童的大部分时间都是在室内度过。

⇒ 大多数在家里或学校接触空气污染物。



WHO

室内空气质量

室内空气质量受以下因素影响:

- ❖ 室外空气污染: 机动车与工厂
- ❖ 被动吸烟
- ❖ 用于取暖和烹饪的燃料
- ❖ 狭窄的通风不佳的空间
- ❖ 过度拥挤的家庭和狭小的活动空间
- ❖ 风俗,习惯,传统
- ❖ 经济发展水平:
 - 非工业化 ≠ 发展中国家

贫穷家庭环境可能不利于儿童健康



WHO

- 5岁以内的孩子中有**2 000 000** 死于急性呼吸系统疾病（一半是由于固体燃料的使用所致)
- “喘息” 发作增加的趋势

- ❖ 煤和生物燃料: 室内空气污染的主要来源
- ❖ 悬浮的颗粒物增加了急性呼吸道感染的风险
- ❖ 一氧化碳 和其他有毒其他可能影响发育和健康
- ❖ 被动吸烟成为重要问题

空气污染物对健康的危害

急性:

- ❖ 刺激粘膜 (眼, 鼻, 咽喉)
- ❖ 咳嗽, 喘息, 胸闷
- ❖ 气道对致敏原反应性增加
- ❖ 急性呼吸道疾病发生率增加:
 - “感冒”, 肺炎, 中耳炎
- ❖ 支气管炎
- ❖ 哮喘恶化

空气污染物对健康的危害

慢性:

- ❖ 长时间暴露阻碍肺的发育
- ❖ 损害肺功能
- ❖ 容易罹患哮喘等慢性梗阻性肺疾病
- ❖ 其他

环境与污染

室内环境也反映了室外空气质量

- ❖ 工业或农业活动
- ❖ 工业废弃物和生活垃圾的处理
- ❖ 交通
- ❖ 固体废弃物的处理
- ❖ 乡村工厂
- ❖ 化学品事故和泄露



室内空气质量也影响室外空气质量



燃烧产物

来源

气体火炉和电气用具
木头和煤火炉
气体和丙烷发动机
壁炉
吸烟
蜡烛和香
蚊香

燃烧产物

一氧化碳 (CO)
二氧化氮 (NO_2)
二氧化硫 (SO_2)
一氧化氮 (NO_x)
颗粒物 (PM)

冒烟的烹调燃料

开放空间烹调火炉所产生的浓烟中含有

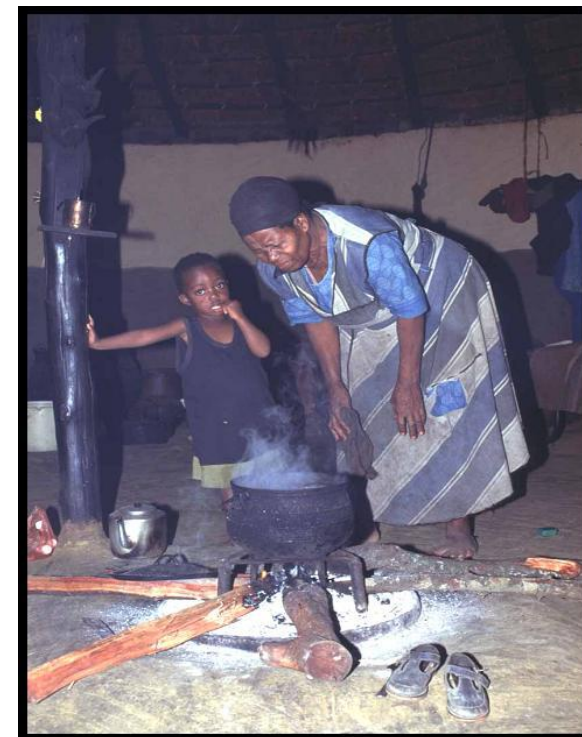
- ❖ 细颗粒物
 - ❖ 一氧化碳 (CO)
 - ❖ 含多环芳香基的碳氢化合物 (PAHs)
-
- 与肺炎的发生具有很强的相关性
 - 可能与低出生体重相关
 - 成人: 慢性阻塞性肺疾病, 肺癌



家用能源, 室内空气污染与健康

- ❖ 30亿人依靠固体燃料
- ❖ 固体燃料占全世界所用总燃料的 10--15%
- ❖ 烹调与取暖
↑ 室内空气污染水平
- ❖ 最重要的: 颗粒物质与一氧化碳
- ❖ 妇女与儿童接触最多

粪便
木头
农作物
废弃物
木炭



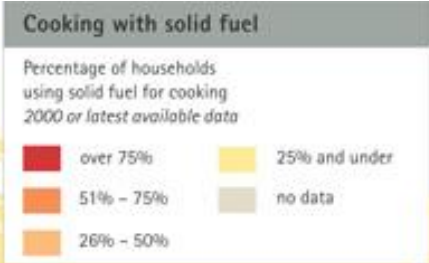
室内空气污染水平非常高



Nigel Bruce/ITDG

- ❖ 在使用生物燃料的家庭，颗粒物含量: **>1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (24 小时)
- ❖ 可能达到 **10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10}** (如果应用明火)
- ❖ EPA: 平均每年**50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10}**
- ❖ 妇女与婴幼儿接触室内空气污染最多

Indoor Smoke: Breaking Down Respiratory Defences



全球固体燃料应用所致疾病的年龄分布

Age group (yrs)	Attributable mortality	Attributable DALYs
0–4	56	83
5–14	0	0
15–59	5	8
60+	38	9

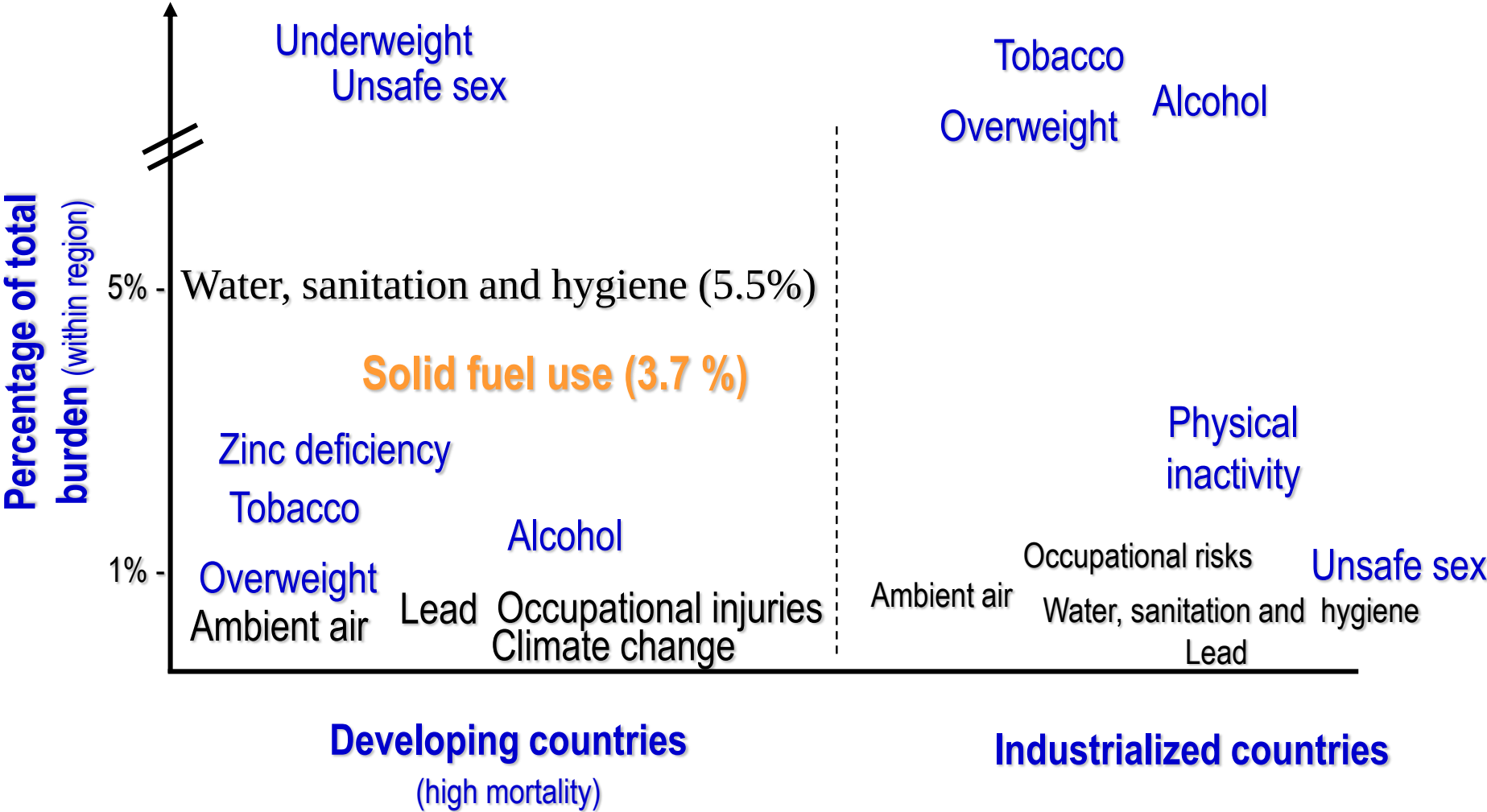
年幼儿童高危的原因:

❖ 肺发育不成熟

❖ 室内空气污染高度暴露: 5岁以内的儿童,
每年大约100万死于固体燃料应用!



全球由于选择性危险因素所致的疾病负担

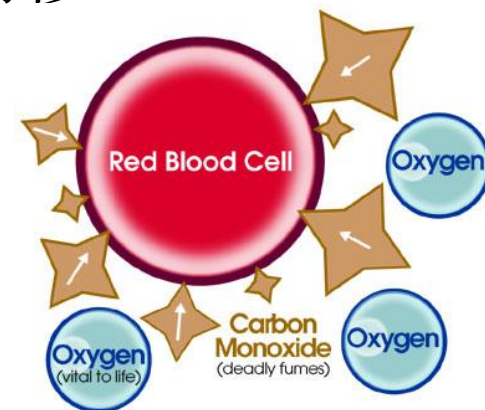


减轻固体燃料应用所导致的室内空气污染有哪些可行的措施

污染源	家庭环境	应用者行为
- 改良火炉 - 清洁燃料 (煤油,气体,电)	-罩和烟筒 -窗户,通风孔,屋檐空间 -独立的厨房	- 燃料变干 - 使用罐子盖 - 良好的设备维护 - 让儿童远离烟雾

一氧化碳：“无声杀手” 急性致死性中毒常见的原因

- ❖ 含碳燃料不充分燃烧时产生的无色无味气体
- ❖ 一氧化碳与血红蛋白的亲合力是氧气的 240-270 倍
- ❖ 胎儿血红蛋白具有与一氧化碳更高的亲合力
- ❖ 一氧化碳导致氧合血红蛋白 解离曲线向左偏移
- ❖ 中毒导致组织缺氧
- ❖ 多器官系统受影响



一氧化碳 (CO): 来源

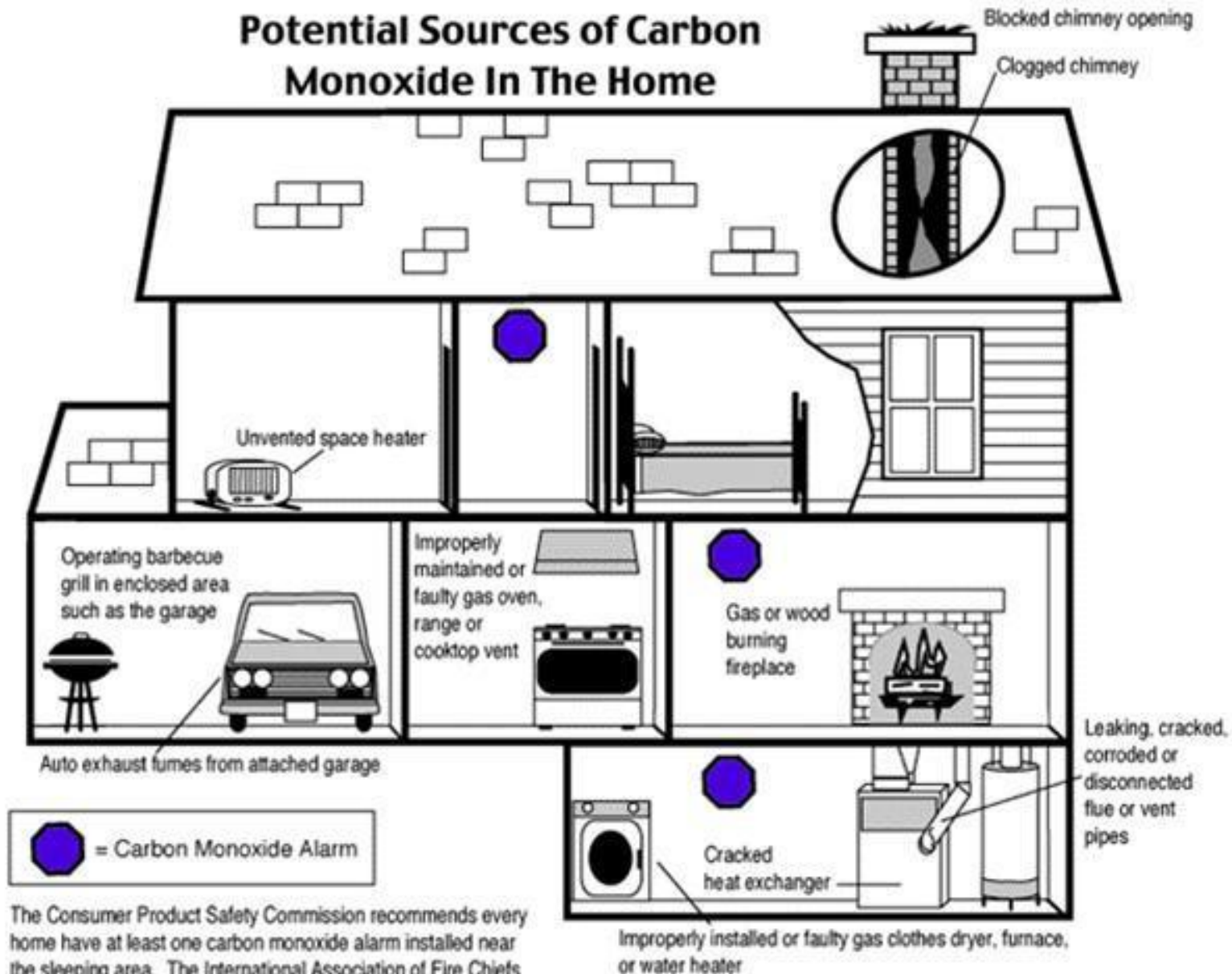
- ❖ 气体, 丙烷, 木料和煤
- ❖ 火, 壁炉, 熔炉
- ❖ 泄露的烟筒和通风口
- ❖ 房间和水加热器
- ❖ 密闭车库内的机动车废气
- ❖ 香烟烟雾

任何燃烧不充分的地方



EPA

Indoor Air Pollution



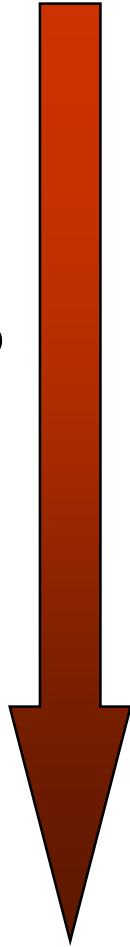
预防一氧化碳暴露

- ❖ 保持燃烧装置处于良好的工作状态
- ❖ 定期检查供热系统,烟筒和通风设备
- ❖ 不在室内燃烧木炭
- ❖ 不在密闭的车库内发动汽车
- ❖ 考虑使用一氧化碳检测仪

一氧化碳中毒可以是致死性的

症状:

Increasing COHb

- 
- ❖ 头痛, 头晕, 乏力, 呼吸困难
 - ❖ 恶心, 呕吐
 - ❖ 易激惹
 - ❖ 嗜睡, 思想混乱, 定向力障碍
 - ❖ 意识障碍, 昏迷
 - ❖ 死亡
 - ❖ 迟发的神经精神后遗症 (存活者中)

处理

诊断:

❖ 检测 COHb

- 非吸烟者 1–3 %
- 吸烟者 3–8%

❖ 勿需:

- 脉搏氧饱和度监测
- 动脉血气分析

治疗:

❖ 将患者远离一氧化碳来源

❖ 生命支持

❖ 供氧 100%

❖ 高压氧?

❖ 监护

慢性暴露

急性或慢性暴露于低浓度一氧化碳 (来自于人和动物的研究):

- ❖ 与动脉硬化相关
- ❖ ?加剧心血管疾病
- ❖ ?影响某些心理活动
- ❖ 限制运动能力

慢性暴露

主要导致：

- ❖ 心血管受累.
- ❖ 中枢神经系统受累
- ❖ 急性呼吸道感染的发生率增加

火灾伤害

❖ 吸入有毒化学物质和/或烧伤.

❖ 肺和呼吸道受损途径:

- 组织刺激
- 灼伤
- 窒息
- 潜在的氰化物毒性

让家庭更安全:

- 当心火柴和打火机
- 安装烟雾报警装置
- 制定一个家庭火灾逃生方案

被动烟草吸入 问题的范围

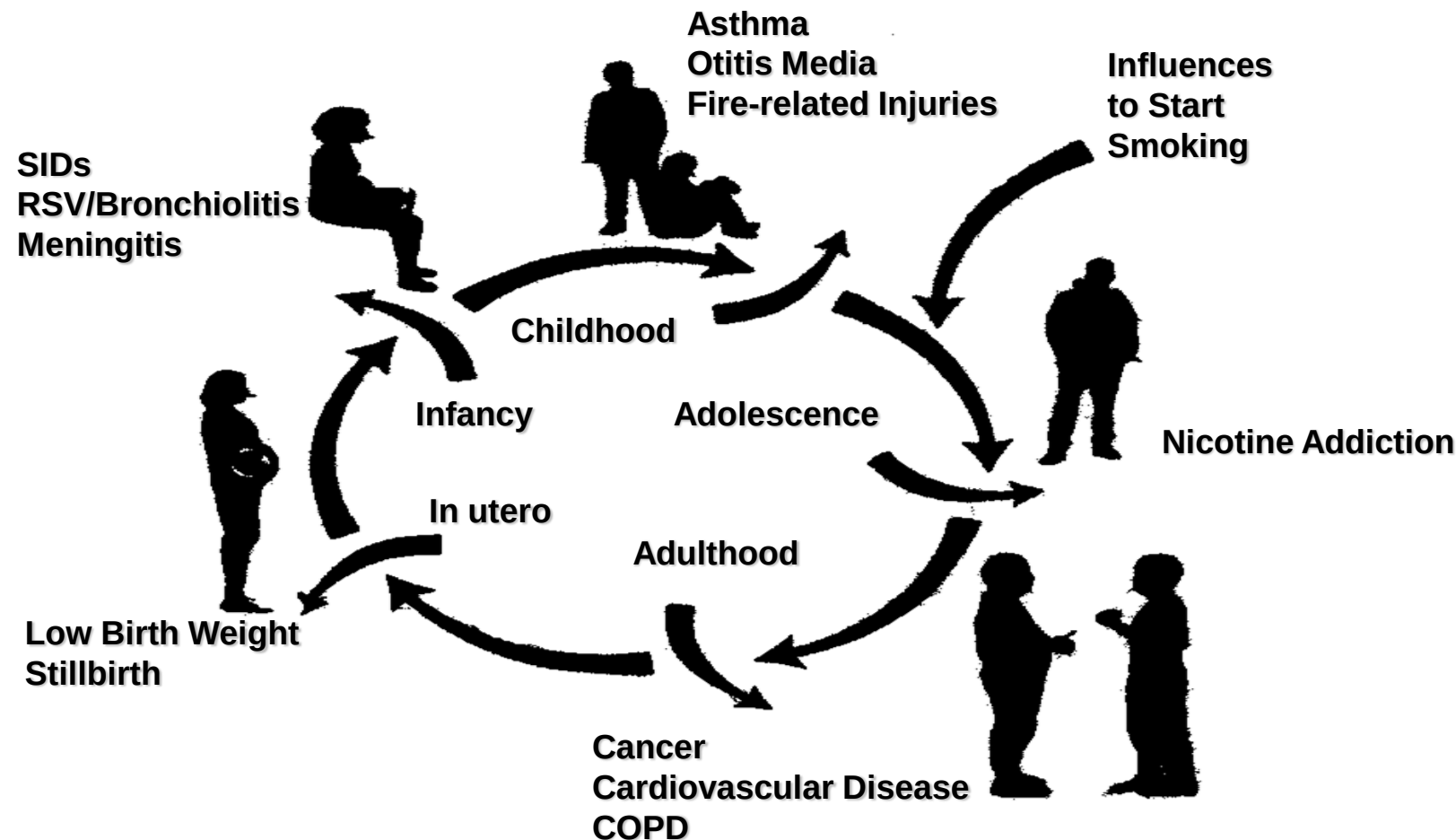
吸烟母亲的孩子:

- ❖ 超过**70%** 的存在呼吸问题
- ❖ 1年内由于肺炎而住院的比率超过 **38%**
- ❖ 婴儿死亡率超过 **80%**
- ❖ **20%** 的婴儿死亡可以避免，如果所有吸烟的孕妇在孕**16**周停止抽烟
- ❖ 婴儿猝死的发生率较正常人群高**5** 倍多

被动吸烟导致以下风险增加:

- ❖ 呼吸系统疾病
- ❖ 哮喘
- ❖ 渗出性中耳炎
- ❖ 产前并发症和低出生体重
- ❖ 与火相关损伤
- ❖ 婴儿猝死综合征 (SIDS)
- ❖ 癌症 (儿童白血病及其他)

在生命周期中吸烟对健康的影响



Aligne, 1997

杀虫剂

❖ 在家里 / 学校喷洒杀虫剂:

- 接近地面的空气内杀虫剂浓度高
- 在某些物体表面存留 (地毯, 毛绒玩具)
- 过度应用和错误应用
- 儿童行为和杀虫剂吸入
 - 爬行
 - 贴近地面玩耍
 - 长毛绒玩具
 - 吸吮手指
 - 啃咬物体

杀虫剂: 杀虫药

常用的室内杀虫剂种类:

- ❖ 合成除虫菊酯: 致敏性, 高浓度时具有中枢神经系统毒性
- ❖ 乙酰胆碱酯酶抑制剂: 神经毒性药物, 神经发育毒性药
- ❖ 驱蚊露 (DEET)
- ❖ 蚊香

对健康的影响:

- ❖ 急性中毒
- ❖ 过敏症状和全身症状

蚊香

在非洲,亚洲,南美洲室内应用

- ❖ 主要的活性成分 – 除虫菊酯
- ❖ 长期暴露与哮喘和喘息有关



ehp.niehs.nih.gov/members/2003/6177/6177.html

溶剂和挥发性有机化合物

链烷, 芳香族碳氢化合物, 乙醇, 乙醛, 酮

来源:

- ❖ 溶剂, 织物软化剂, 除臭剂和清洁剂
- ❖ 颜料, 胶水, 树脂, 蜡和擦亮剂
- ❖ 喷洒压缩气体, 干的清洁剂
- ❖ 钢笔和记号笔
- ❖ 粘合剂和 增塑剂
- ❖ 化妆品: 发乳, 香水



挥发性有机化合物: 对健康的影响

急性:

- ❖ 对眼睛和呼吸道的刺激
- ❖ 全身: 头痛, 头晕, 动作不协调, 恶心, 视觉障碍
- ❖ 过敏反应, 包括哮喘和鼻炎

慢性:

- ❖ 对肝, 肾, 血液系统和中枢神经系统的损伤
- ❖ 一些可以导致癌症 (甲醛)

甲醛

来源: 根据不同的国家而不同

❖ 发展中国家

- 室内应用固体燃料
- 蚊香
- 家具 (聚合木板)

❖ 工业化国家

- 家用清洁剂和除臭剂
- 胶水和树脂
- 吸烟
- 地毯
- 家具和颜料
- 复合木制品
- 脲-甲醛泡沫树脂隔热材料 (UFFI)
- 其他

甲醛: 对健康的影响

- ❖ 刺激眼,鼻和咽
- ❖ 呼吸困难
- ❖ 皮疹
- ❖ 哮喘和其他过敏性反应
- ❖ 可能成为致敏剂
- ❖ 可导致癌症

预防:

- ❖ 减少接触
- ❖ 通风换气
- ❖ 保持适中温度和湿度

生物污染源

生物污染源为活的有机体:

动物的毛屑, 尘螨, 霉菌, 病菌, 花粉

生物污染的来源:

- ❖ 被污染的水的表面和水里的物质
- ❖ 加湿器和 污浊的水
- ❖ 烹调和洗浴产生的水蒸气
- ❖ 空调系统
- ❖ 床垫, 装上软垫的家具和地毯
- ❖ 灰尘

尘螨

- ❖ 以人类的发屑为食
- ❖ 喜欢温暖和潮湿的环境
- ❖ 来源:
 - 寝具,地毯, 垫衬物, 毛绒玩具

预防:

- ❖ 将床垫和枕头包起来
- ❖ 用热水洗床上用品
- ❖ 经常用真空吸尘器 / 湿墩布打扫
- ❖ 物品尽量摆放整齐
- ❖ 移走地毯



CDC

动物致敏原

- ❖ 猫的皮毛 (最常见的过敏原)
- ❖ 狗的皮毛
- ❖ 鸟
- ❖ 蟑螂及其排泄物

预防:

- ❖ 将动物从室内移出去
 - 在动物移走后，致敏原持续存在数月
- ❖ 经常清洁环境和宠物
- ❖ 经常通风
- ❖ 控制灰尘和潮湿度

霉菌

- ❖ 一个经常被遗忘的环境问题
- ❖ 发生于室内潮湿的区域
- ❖ 常见过敏反应和非特异性症状，感染罕见

Mold growing
on a wooden
headboard in
a room with
high humidity.



霉菌相关的疾病

- ❖ 气道和结膜刺激
- ❖ 头痛
- ❖ 注意力集中困难
- ❖ 超敏反应: 哮喘, 鼻炎
- ❖ 全身感染 (免疫抑制儿童)
- ❖ 急性暴露与婴儿肺出血相关

真菌产生的化学物质

真菌毒素与人类疾病相关，可导致急性和慢性疾病

❖ 真菌毒素

- 黄曲霉素
- 单端孢菌毒素
- 赭曲霉毒素 和 桔青毒素
- 数以百计的其他

❖ 葡聚糖 (细胞壁成分)

❖ 挥发性有机化合物 (刺激性)

室内空气质量: 建筑成分

重要性:

❖ 家庭和学校用的建筑材料:

- 石棉, 木料保留剂, 颜料及其他

❖ 通风

❖ 加热

❖ 使用（过度使用）和安放电器

❖ 空调设备

病态建筑综合征

什么是病态建筑综合征？

- ❖ 不适并不是由具体疾病所导致
- ❖ 程度与在建筑内呆的时间长短有关
- ❖ 导致这些症状的原因未明
- ❖ 离开建筑物后大部分症状很快缓解
- ❖ 是一个发展中的领域

建筑相关疾病：确诊疾病的症状由建筑物内的空气污染物所致

病态建筑综合征

可能的原因:

- ❖ 建筑物设计不完善
- ❖ 居住者的活动
- ❖ 建筑物的重建方式与最初设计风格不吻合
- ❖ 通风不足
- ❖ 维修不完善
- ❖ 化学和生物污染物

病态建筑综合征

症状:

- ❖ 头痛
- ❖ 眼，鼻和咽喉刺激
- ❖ 干咳
- ❖ 皮肤干燥或发痒
- ❖ 集中注意力困难
- ❖ 乏力
- ❖ 气味敏感

解决方案:

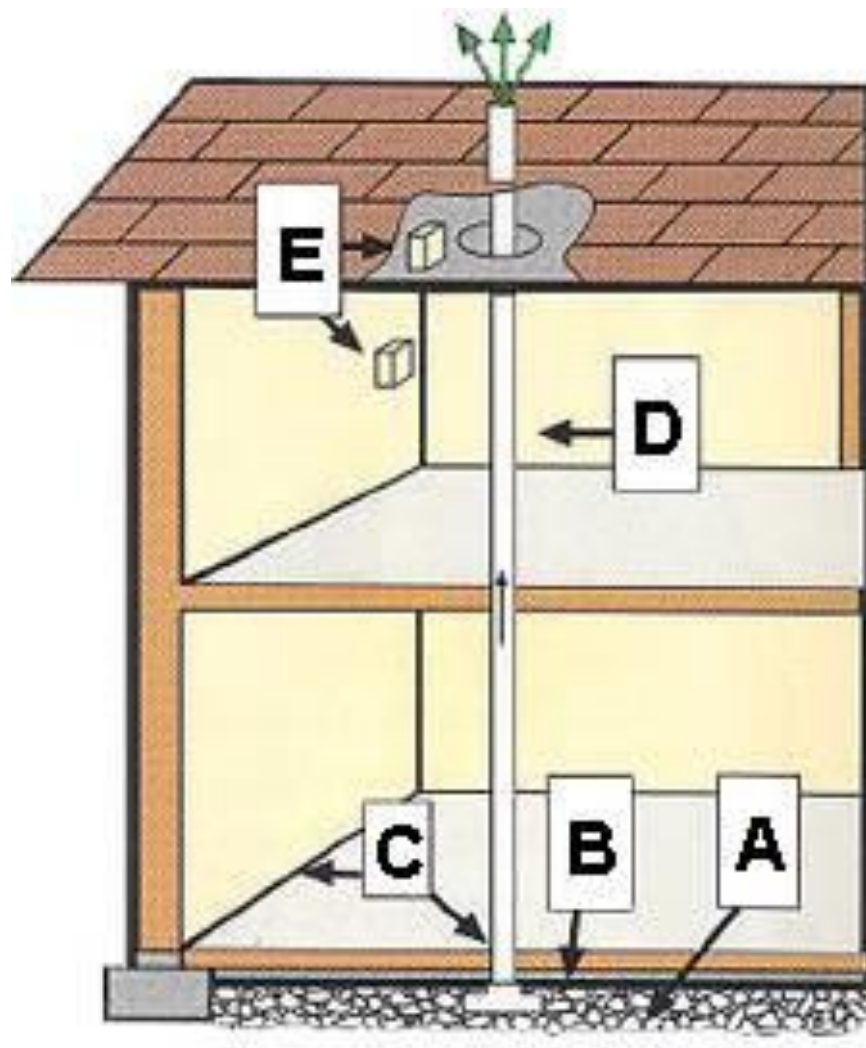
- ❖ 清除污染源
- ❖ 增加通风
- ❖ 清洁空气: 过滤
- ❖ 教育和沟通

氡

- ❖ 从土壤和石头中释放出的具有放射性的气体
- ❖ 是导致肺癌的第二位原因 (在成人)
- ❖ 根据地域的地质能预测土壤和水中的氡水平
- ❖ 浓度取决于建筑物的位置和建筑材料
- ❖ 高浓度发生于地下室和地面一层建筑物内

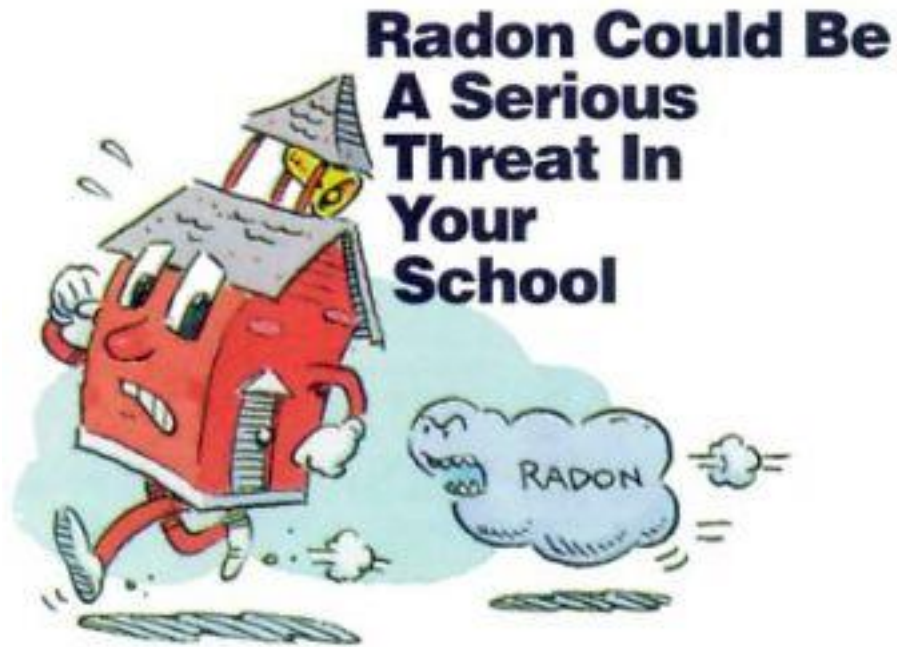
氡减缓系统

- A – 气体通过层
- B – 塑料层
- C – 密封和填充层
- D – 通风管
- E – 连接盒子



建议检测家里最低处氡的浓度—地下室或一层建筑

学校里的氡



www.epa.gov/radon/pubs/schoolrn.html

学校里也应检测氡:

❖ 高于 4 pCi/L 需要采取措施减少接触

石棉

来源:

- ❖ 用于绝缘和隔热：石棉粘合剂, 地板和屋顶瓷片, 水管及其他
- ❖ 如果含有石棉的材料受到破坏, 石棉水平升高
- ❖ 做相关工作的父母的衣服内石棉水平可能很高

对健康的危害:

- ❖ 无急性毒性
- ❖ 石棉肺为职业病
- ❖ 对儿童的主要危害: 长期暴露可以导致成人期发生癌症
 - 恶性间皮瘤
 - 肺癌

职业相关的污染

父母“带回家”与工作相关的污染:

- ❖ 被污染的衣物, 鞋子和物品
- ❖ 被污染的皮肤和呼出的气体
- ❖ 空容器 (杀虫剂及其他)

当儿童直接暴露于污染物:

- ❖ 参观父母的工作场所
- ❖ 参与工作

预防

- ❖ 拥抱儿童或与儿童玩耍前洗浴并换下衣服,

儿童室内工作

童工和青少年工作: 杀虫剂暴露,溶剂,清洁剂和室内其他化学物质

- ❖ 被非法雇用的童工
- ❖ 非法临时工作
- ❖ 学校组织的假期培训
- ❖ 家务劳动
- ❖ 乡村工厂
- ❖ 来自室内固体燃料烟雾 (例如食物架子)
- ❖ 志愿者服务工作

总结

危害物:

颗粒,
一氧化碳, 溶剂,
杀虫剂,
铅, 真菌,
原虫, 花粉

空气媒介

场所:

-家
-幼儿园
-学校
-工作场所
游乐场
运动场所

活动

玩耍, 学习, 吃, 喝, 工作, 睡眠

易感性:

-肺不成熟
-更高的呼吸频率
-室内活动时间更多
-营养状况
-贫穷



(photo credit US NIEHS CERHR logo)

影响的结果:

- 急性中毒
- 呼吸系统疾病
- 过敏
- 发育障碍
- 癌症

减少室内空气污染的措施

1. 根除或控制污染源

- ❖ 改良火炉
- ❖ 清洁燃料 (煤油, 气体)
- ❖ 保持烹调 and 取暖时火炉通风
- ❖ 定期保养烹调、取暖和制冷系统
- ❖ 选择非挥发性无毒的建筑材料
- ❖ 保持家庭和学校室内干燥

2. 通风 – 建筑设计

- ❖ 通过与室外空气交换来稀释和清除室内污染物质

3. 空气清洁 – 并不是使空气变新鲜!

- ❖ 空气过滤器和离子加湿器 可能清除某些空气中的颗粒
- ❖ 气体吸附材料被用于清除气体污染物

产生臭氧的物质 – 警惕

❖ 臭氧有害健康

- 胸痛, 咳嗽, 咽喉刺激

❖ 臭氧对于控制室内污染在健康标准水平以下, 不发挥作用

- NIOSH / OSHA 建议臭氧的上限为 0.10 ppm

❖ 高浓度臭氧用于净化未被化学或生物污染物或气味占据的空间

教育与宣传

❖ 教育:

- 儿童
- 家庭和社区
- 健康保健人员

❖ 制定环境政策

- 控制烟草的习俗框架
- 清洁室内空气的规定
- 社区活动

❖ 研究

健康与环境保护专业人员的重要作用



WHO

- ❖ 诊断和治疗
- ❖ 进行研究并发表文章
 - 发现高危病例
 - 鼓励以社区为基础的干预
- ❖ 教育
 - 患者及其家庭
 - 同事和学生
- ❖ 倡导
- ❖ 提供好的模范

需要讨论的问题

ACKNOWLEDGEMENTS

WHO is grateful to the US EPA Office of Children's Health Protection for the financial support that made this project possible and for some of the data, graphics and text used in preparing these materials.

First draft prepared by Ligia Fruchtengarten MD (Brazil)

With the advice of the Working Group on Training Package for the Health Sector:
Cristina Alonzo MD (Uruguay); Yona Amitai MD MPH (Israel); Stephan Boese-O'Reilly MD MPH (Germany); Irena Buka MD (Canada); Lilian Corra MD (Argentina), PhD (USA); Ruth A. Etzel MD PhD (USA); Amalia Laborde MD (Uruguay); Ligia Fruchtengarten MD (Brazil); Leda Nemer TO (WHO/EURO); R. Romizzi MD (ISDE, Italy); S. Borgo MD (ISDE, Italy).

Reviewers: S. Bhave MD (India); S. Boese-O'Reilly MD MPH (Germany); Y. Amitai MD MPH (Israel), E. Rehfuss (WHO), I. Buka MD (Canada)

Reviewer 2008: Ruth A. Etzel, MD, PhD (USA)

Update: July 2008

WHO CEH Training Project Coordination: Jenny Pronczuk MD

Medical Consultant: Katherine M. Shea MD MPH, USA

Technical Assistance: Marie-Noel Bruné MSc.

DISCLAIMER

- ❑ The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.
- ❑ The mention of specific companies or of certain manufacturers' products does not imply that they are endorsed or recommended by the World Health Organization in preference to others of a similar nature that are not mentioned. Errors and omissions excepted, the names of proprietary products are distinguished by initial capital letters.
- ❑ The opinions and conclusions expressed do not necessarily represent the official position of the World Health Organization.
- ❑ This publication is being distributed without warranty of any kind, either express or implied. In no event shall the World Health Organization be liable for damages, including any general, special, incidental, or consequential damages, arising out of the use of this publication
- ❑ The contents of this training module are based upon references available in the published literature as of the last update. Users are encouraged to search standard medical databases for updates in the science for issues of particular interest or sensitivity in their regions and areas of specific concern.
- ❑ If users of this training module should find it necessary to make any modifications (abridgement, addition or deletion) to the presentation, the adaptor shall be responsible for all modifications made. The World Health Organization disclaims all responsibility for adaptations made by others. All modifications shall be clearly distinguished from the original WHO material.

本翻译工作受国际儿科学会（IPA）、中国女医师协会
儿童健康专业委员会以及中华医学会儿科学分会委托

此部分内容由由 北京大学第一医院

常杏芝 翻译

由 北京大学第一医院

齐建光 校对

2014年8月