

室外空气污染

儿童健康与环境

WHO健康部门培训

世界卫生组织

www.who.int/ceh

学习目标

- ❖ 讨论主要的室外空气污染物
- ❖ 描述污染物的来源
- ❖ 回顾主要健康影响（短期和长期）
- ❖ 促进儿童预防措施
- ❖ 理解减少室外空气污染的策略

“As soon as I had escaped the heavy air of Rome and the stench of its smoky chimneys, which when stirred poured forth whatever pestilent vapours and soot they held enclosed, I felt a change in my disposition.”

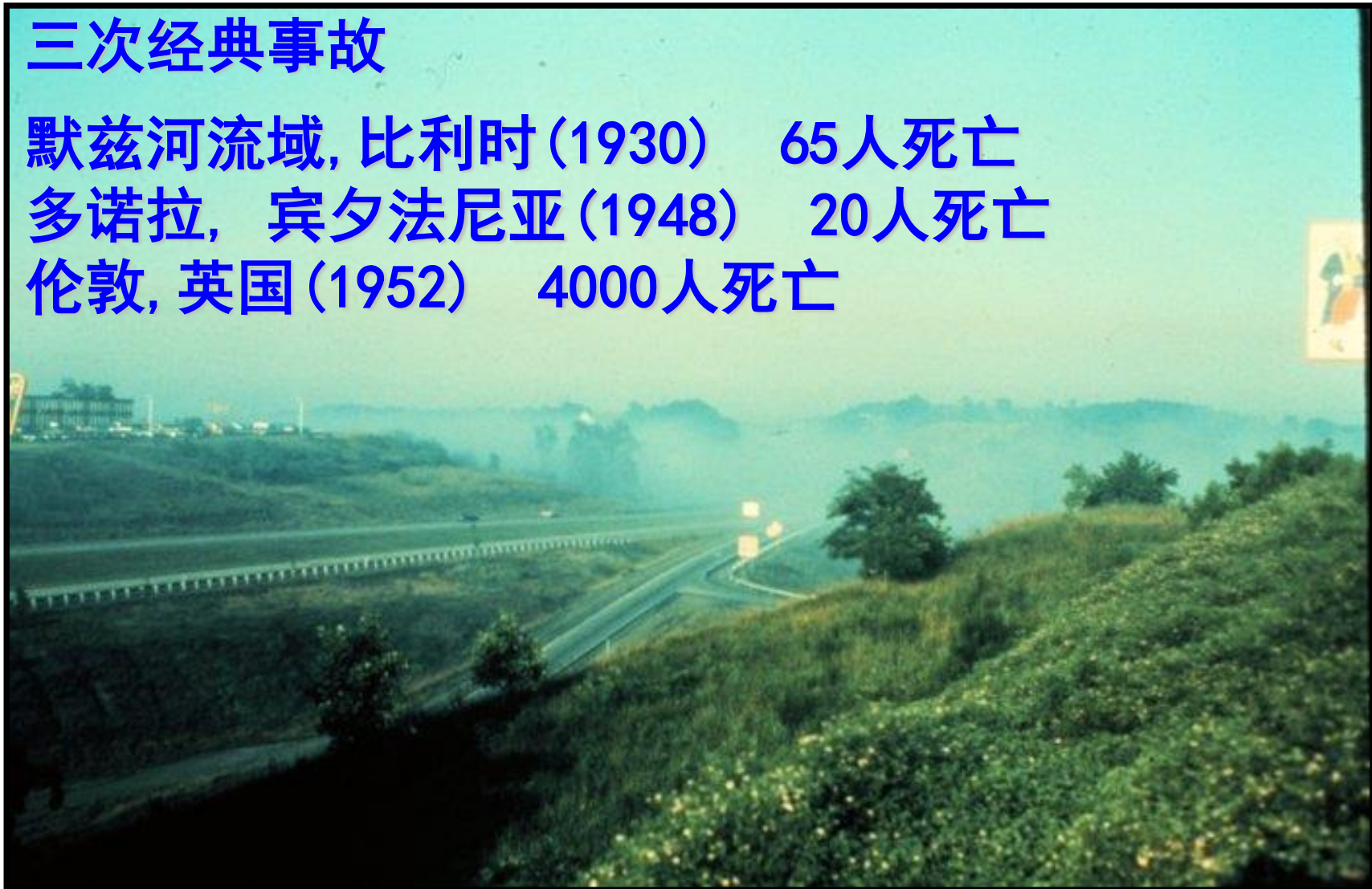
“当我逃出罗马沉重的空气和恶臭冒烟的烟囱，所有封闭的致命蒸汽和烟尘被倒出，我感觉我的性情大变。”

罗马哲学家Seneca, 公元61年

空气污染对健康的急性影响

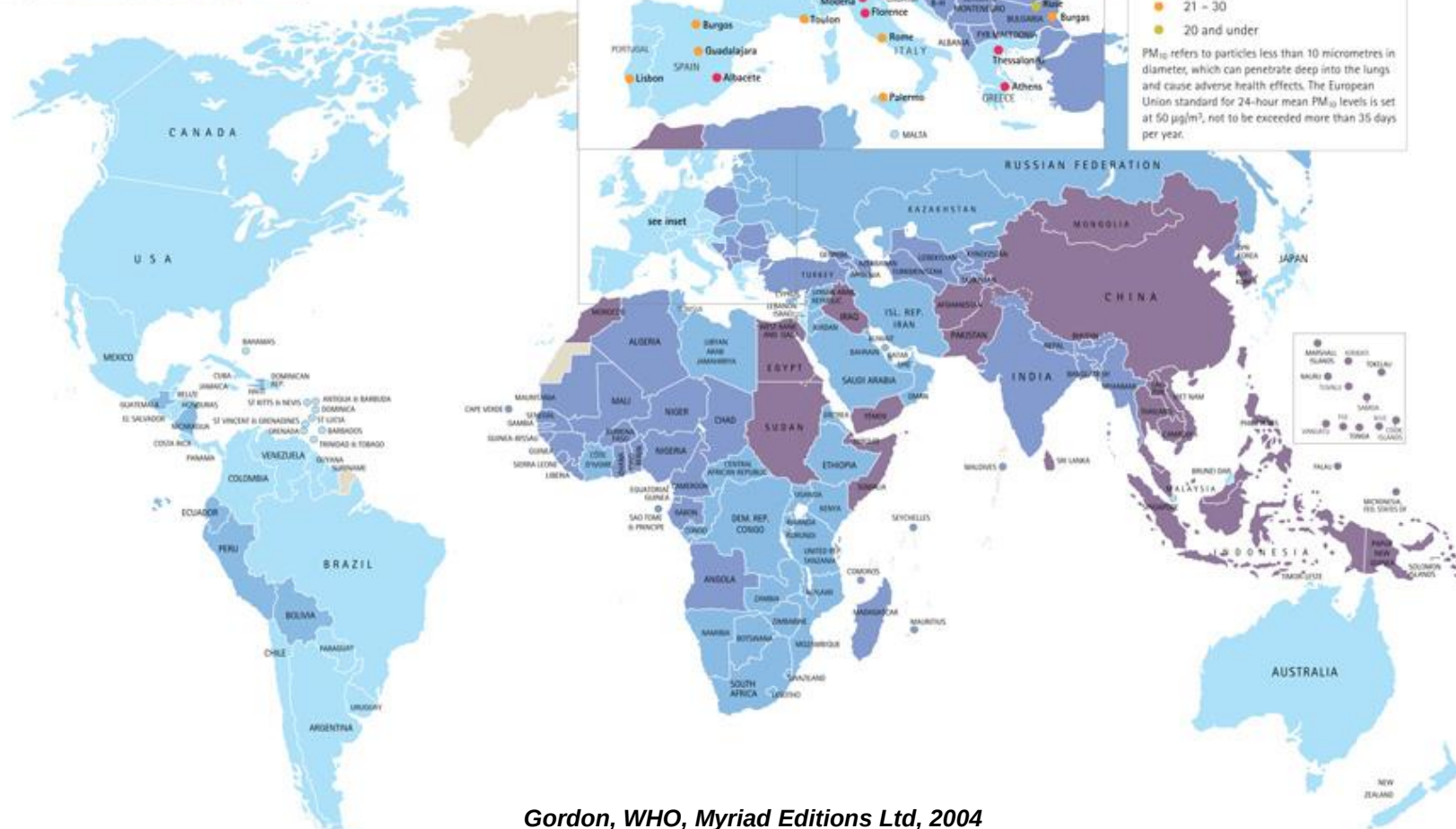
三次经典事故

默兹河流域, 比利时(1930) 65人死亡
多诺拉, 宾夕法尼亚(1948) 20人死亡
伦敦, 英国(1952) 4000人死亡



Outdoor Air Pollution

Polluted Cities: The Air Children Breathe



问题范围

- ❖ 世界范围内，室外空气污染造成：
 - ~ 每年800 000人死亡
 - ~ 每年失去460万健康生命年
- ❖ 负担不均
 - 65%的死亡人数和损失的生命年发生在亚洲
- ❖ 需要发展区域研究

主要来源

❖ 矿产燃料的燃烧

- 家庭取暖
- 发电产能
- 机动车

❖ 工业

❖ 农业

❖ 垃圾燃烧

❖ 自然过程

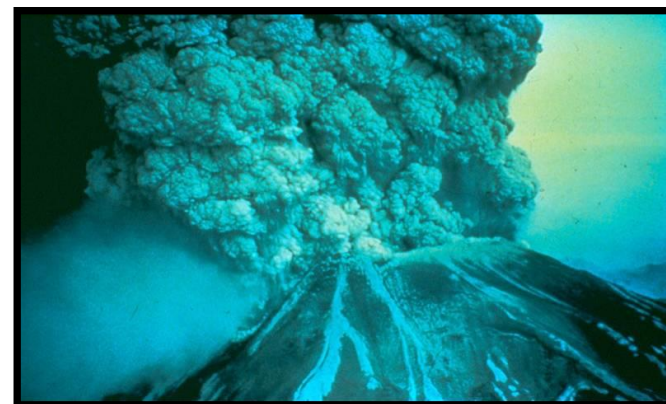
- 雷暴
- 火山



Etzel



CDC



CDC

空气污染来源

室外空气质量主要受下列因素影响：

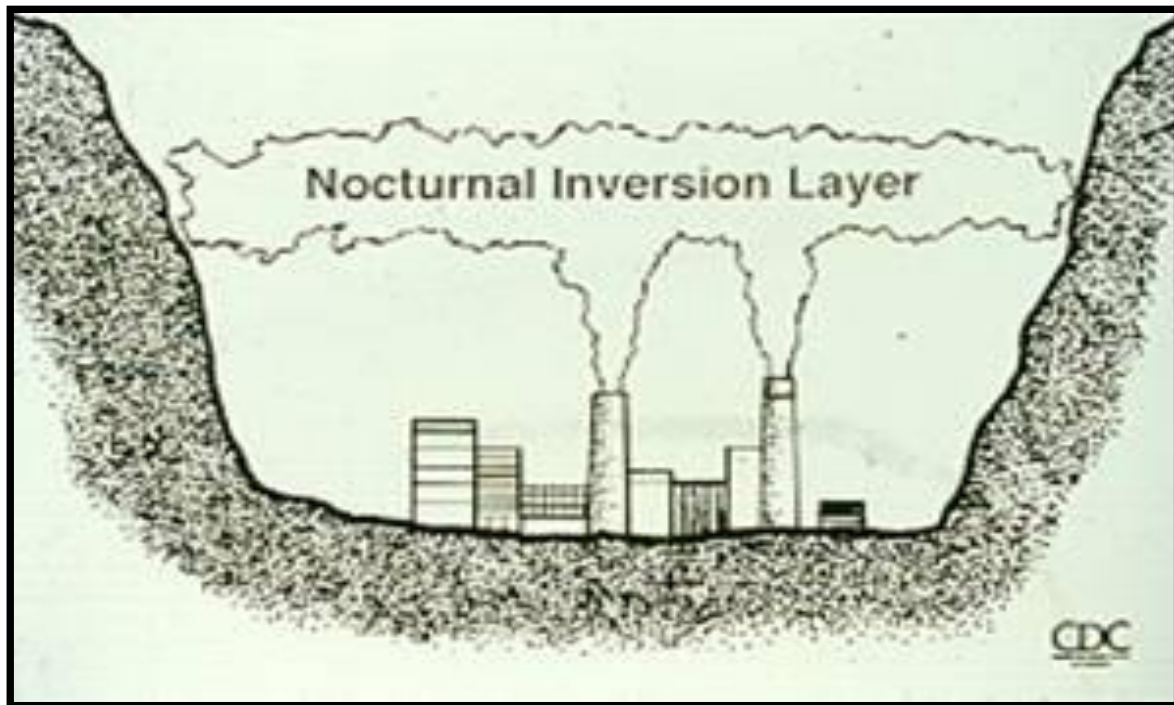
- ❖ 工业和农业活动
- ❖ 工业废水和家庭废物的处理
- ❖ 交通
- ❖ 固体垃圾的处理
- ❖ 家庭手工业
- ❖ 化学事故及化学品泄漏



室内空气污染也影响室外空气质量



室外空气污染的原因



CDC

❖ 气候

温度
盛行风
季节转换

❖ 地形

盛行风
山和峡谷
主要植被

❖ 城市、路面

儿童有何不同

身材矮
距地面近距离
呼吸

肺脏处于不断
发育过程中



吸入多

WHO

儿童独特的劣势所在

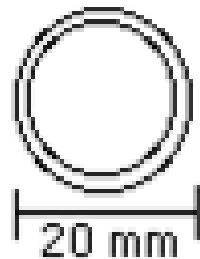
- ❖ 更多的时间在户外，暴露时间更长
- ❖ 与成人相比每公斤体重吸入的污染物更多
- ❖ 气道更狭窄，刺激可以导致更严重的气道阻塞

气道越窄小越脆弱

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

(R = radius)

Adult Airway

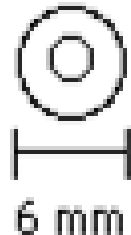


$$\text{Area} = \pi R^2 = \pi (10)^2 = 100 \pi \text{ mm}^2 \text{ (Normal)}$$

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

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

儿童室外暴露

室外暴露时间与下列因素有关：

❖ 地区：

- 季节和温度
- 城市或者乡村

❖ 地区经济发展

❖ 社会文化

主要的室外空气污染物

- ❖ 微粒
- ❖ 臭氧
- ❖ 氮氧化物
- ❖ 一氧化碳
- ❖ 二氧化硫



WHO



污染物在呼吸道沉积



CDC

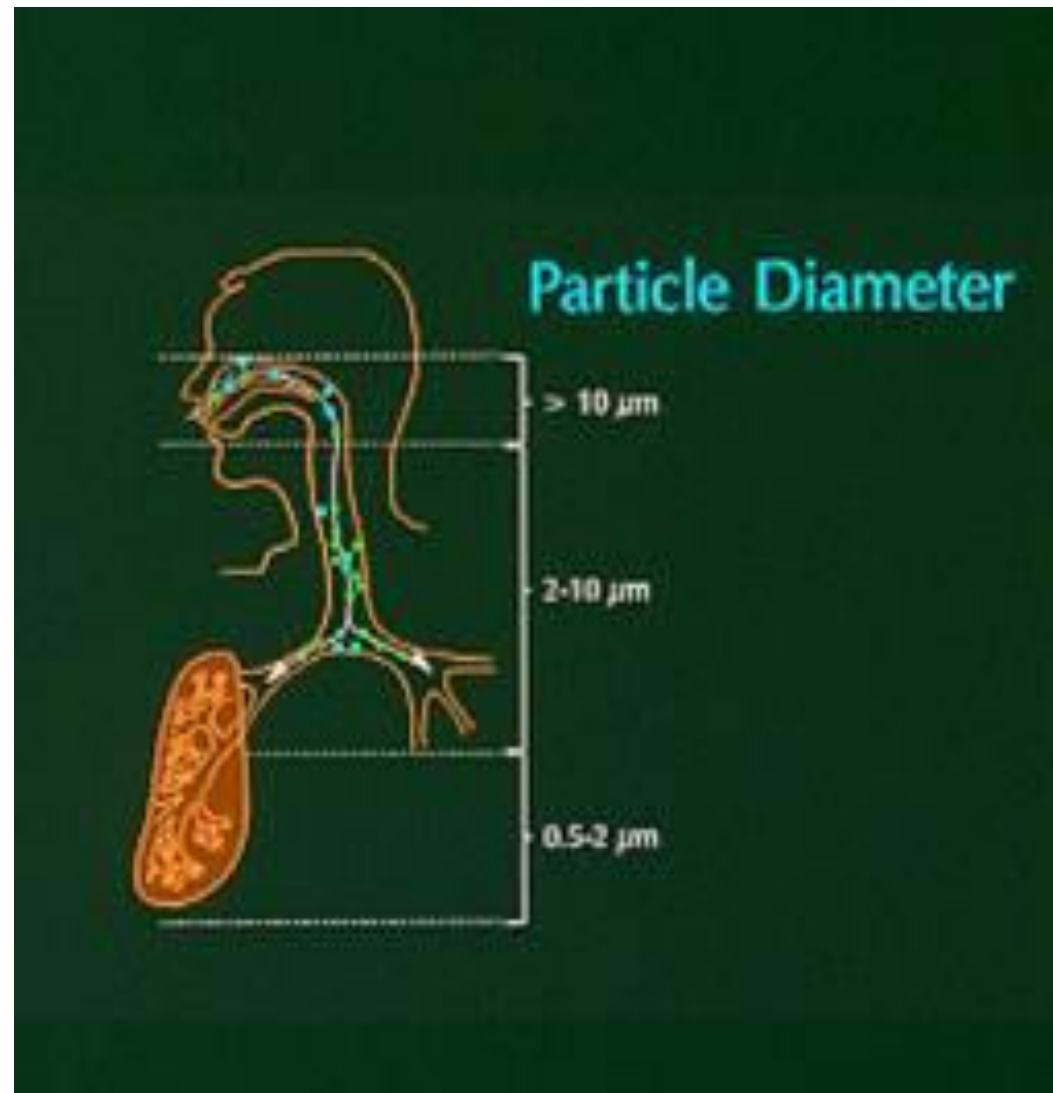
Water Solubility	Initial Level of Impact	Compounds
High	Eyes Nose Pharynx Larynx	Aldehydes Ammonia Chlorine Sulfur dioxide
Medium	Trachea Bronchi	Ozone
Low	Bronchioles Alveoli	Nitrogen dioxide Phosgene

微粒

- ❖ 微粒混合物可为固体、液体或者两者的混合。
- ❖ 大小、组分和来源不同
- ❖ 来源：
 - 能源工厂、工业
 - 机动车、家庭燃煤
 - 自然来源（火山、尘暴）
 - 小微粒在酸性气雾剂表面形成

微粒大小

- ❖ 粗大颗粒 (2.5–10 μm) 在上呼吸道和大气道沉积
- ❖ 细颗粒 (< 2.5 μm) 可以到达细支气管和肺泡



微粒对健康的影响

细颗粒在远端气道沉积：

增加了急性呼吸道疾病的发生率（肺炎、哮喘）

增加了病死率（各种原因）

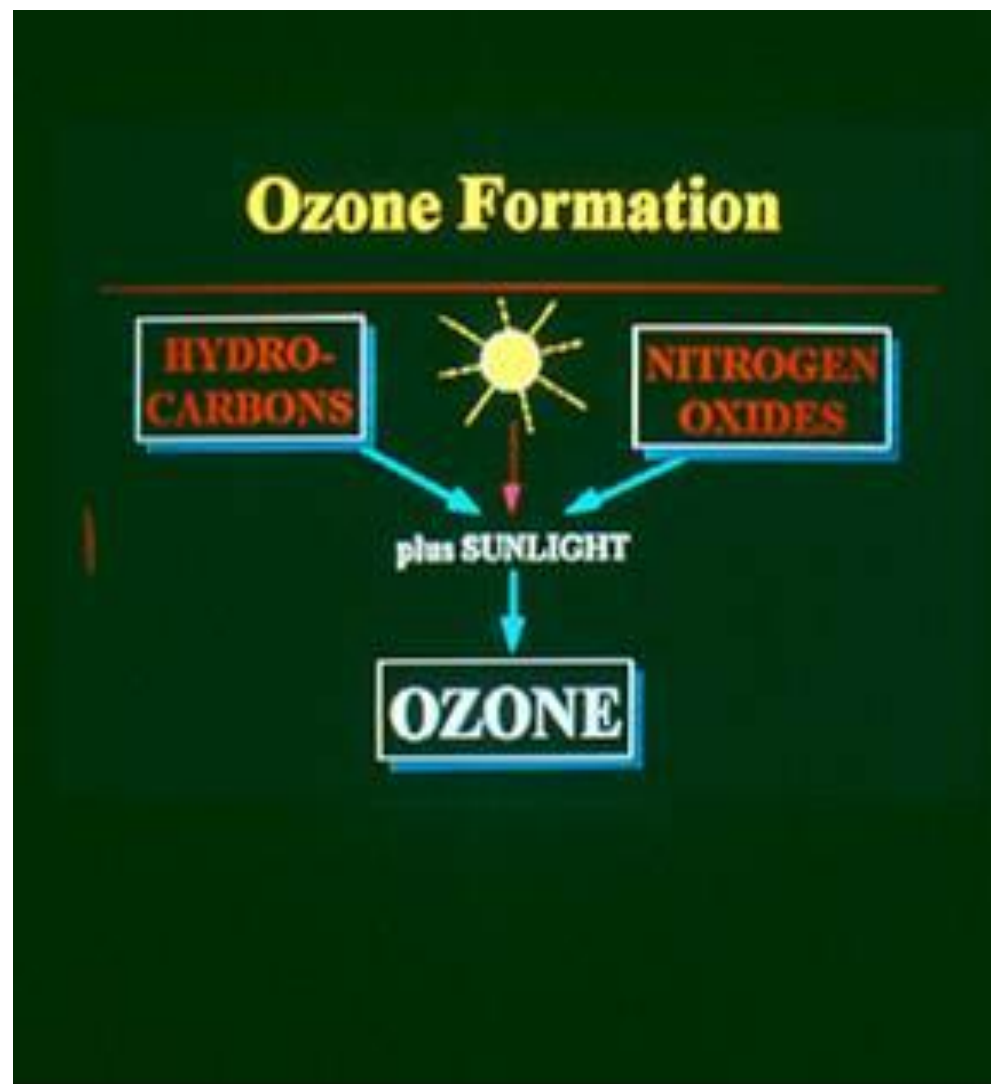
延缓了肺的发育和降低肺的功能

臭氧 (O_3) : 来源

❖ “次级污染物”

❖ 通过挥发性有机化合物, 二氧化氮+ 氧的光化学反应形成

- 下午晚些时候达到高峰
- 在热的、静止不流动的空气中浓度最高



臭氧对健康的影响： “类似于肺的灼伤”

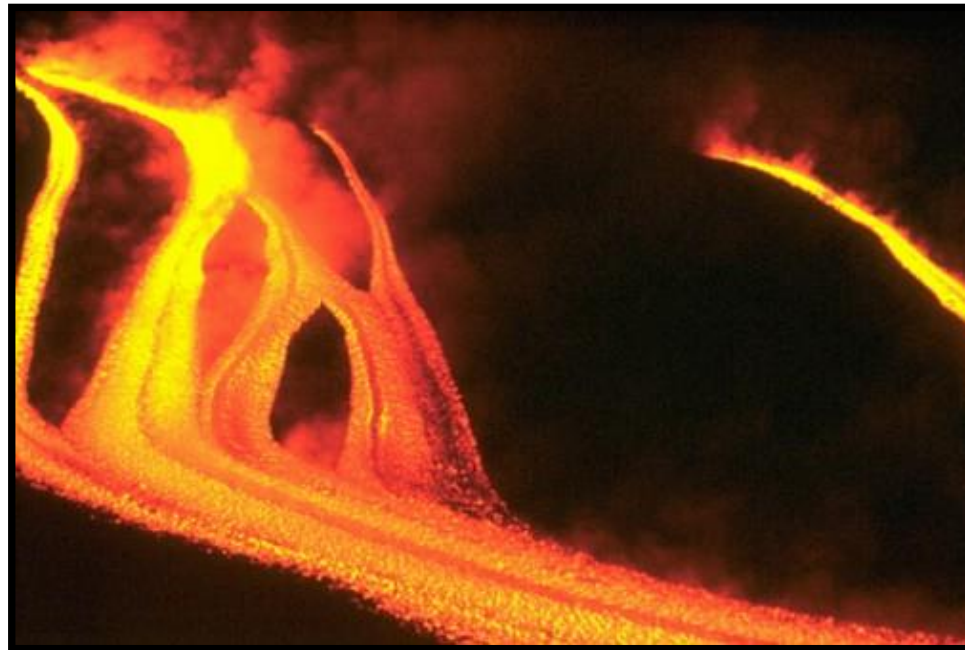
- ❖ 强氧化剂
- ❖ 肺部刺激和炎症
- ❖ 肺功能异常
- ❖ 眼睛、鼻子、喉咙刺激
- ❖ 毒性作用机理：
 - 氧化损伤
 - 中性粒细胞和炎性因子增加（支气管肺泡灌洗）

臭氧 (O_3)

- ❖ 慢性长期暴露可导致：
 - 慢性肺疾病
 - 轻度肺纤维化
 - 小气道阻塞
 - 哮喘加重，就医次数增加
- ❖ 终生臭氧暴露与小气道生理密切相关
- ❖ 在高水平臭氧地区生活4年或以上，与一秒钟用力呼气量 (FEV_1) 和 $FEF_{25-75\%}$ 降低相关 (USA) (*Gauderman, 2000*)

氮氧化物(NO_x): 来源

- ❖ 发电站，工业
- ❖ 机动车
- ❖ 自然来源（火山、闪电、细菌）

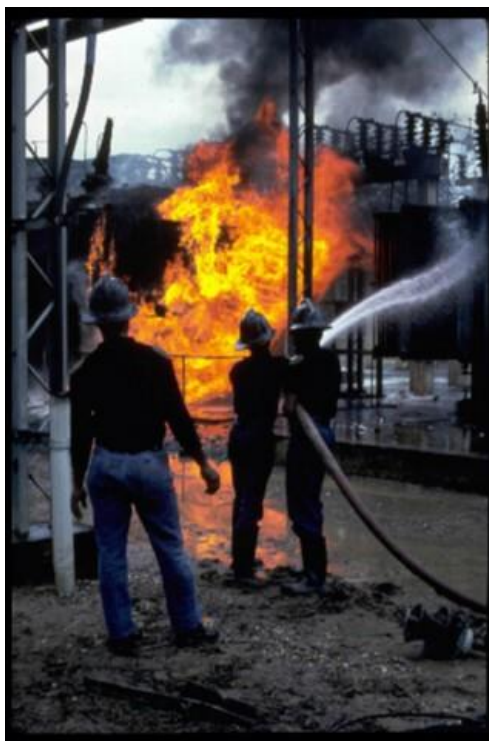


氮氧化物(NO_x)对健康的影响

- ❖ 动物肺气肿
- ❖ 肺功能下降
- ❖ 气道反应性升高
- ❖ 易于感染?

一氧化碳(CO)：来源

- ❖ 燃料的不完全燃烧
- ❖ 汽车尾气
- ❖ 工业
- ❖ 火



WHO



一氧化碳(CO)对健康的影响

- ❖ 与血液中的血红蛋白结合
- ❖ 降低携氧能力
- ❖ 对于贫血、心脏病或慢性肺病的患儿以及胎儿危险性更大

二氧化硫(SO_2)：来源

- ❖ 含硫的煤或油的燃烧
- ❖ 工业过程，含硫矿石的冶炼
- ❖ 自然来源（火山）
- ❖ 与水结合可产生硫酸（酸性气雾剂，酸雨）

二氧化硫(SO₂)对健康的影响

- ❖ 气体是上气道的刺激物
最先影响咽喉和近端气道
- ❖ 酸性气溶胶颗粒到达远端气道
 - 支气管狭窄
 - 支气管纤毛摆动减慢
 - 慢性支气管炎

酸性气溶胶的长期影响

长期间断暴露于酸性气溶胶（硫酸盐和重硫酸盐）与以下情况相关：

- 8-12岁儿童发生支气管炎的危险性大大增加

- 肺功能下降

室外空气污染物总结

污染物	来源	对健康的影响
颗粒物	汽车、公共汽车和卡车废气，燃料燃烧（包括木头火炉和壁炉），工业，建筑，和其它来源	↑ 婴儿呼吸道疾病死亡率 ↓ 肺功能 ↓ 肺发育 ↑ 哮喘症状
臭氧	当氮氧化物和挥发性有机化合物（VOC）在日光下发生化学反应后在大气中产生	↓ 肺发育 ↑ 哮喘恶化 ↑ 呼吸道疾病入院 ↑ 哮喘入院 ↑ 哮喘就诊 ↑ 因呼吸道疾病缺勤
二氧化硫	工业场所，如冶炼厂、造纸厂、钢铁制造厂，是主要来源	↑ 哮喘入院 ↑ 因下呼吸道疾病就诊
一氧化碳	含碳燃料未被充分燃烧而形成，主要由机动车释放。	↑ 哮喘入院 ↑ 因下呼吸道疾病就诊 头痛
二氧化硫	工厂，如冶炼厂、造纸厂、发电厂、炼钢厂，是主要来源。	↑ 哮喘入院 ↑ 因下呼吸道疾病就诊

空气中的铅 (Pb)

来源

- ❖ 汽油中的四乙铅
- ❖ 铅矿的开采和冶炼
- ❖ 工业
- ❖ 垃圾燃烧
- ❖ 粉尘 (如挂有铅画的家庭、
电池回收、熔炉)

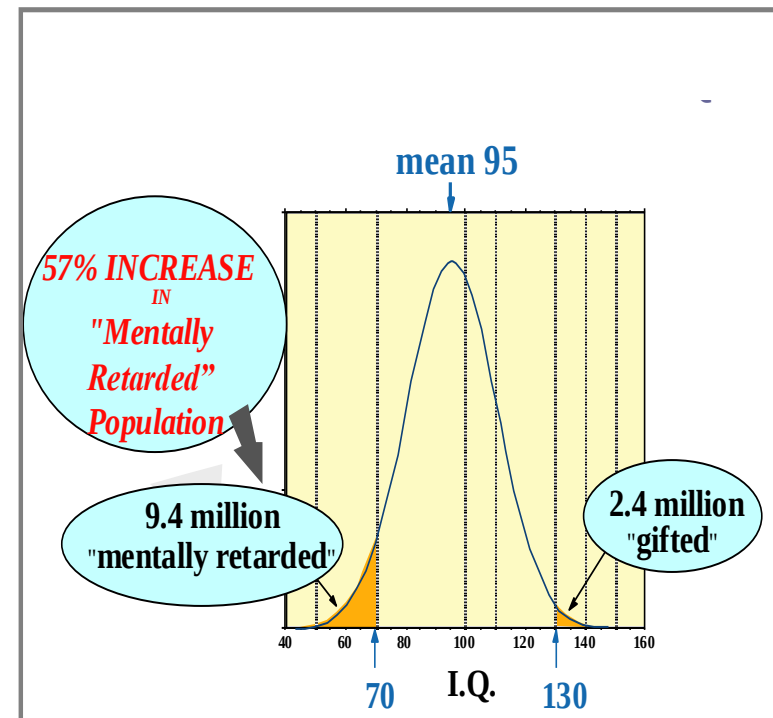
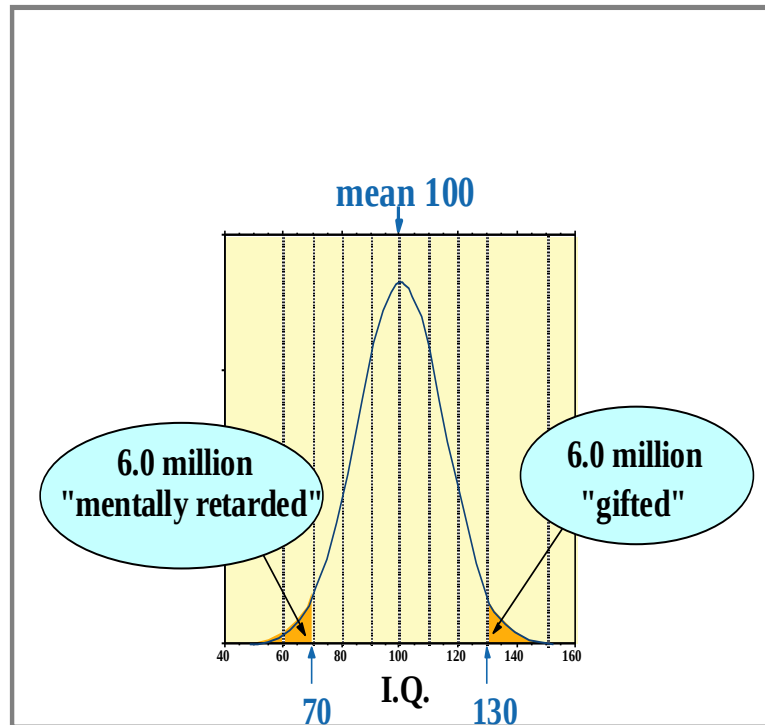


铅 (Pb) 对健康的影响

- ❖ 干扰多种酶系统
 - 血红素合成
 - 神经毒性作用
 - 血压

- ❖ 对小婴幼儿影响更大

铅对于人群IQ的影响



www.prwventingharm.org/execsum.html

Schettler,,GBPSR, 2000

汽油中的铅和血铅



空气中的致癌物质

污染物

- ❖ 砷
- ❖ 苯
- ❖ 铬 VI
- ❖ 镍
- ❖ 多环芳香烃 (PAHs)
- ❖ 氯乙烯
- ❖ 氡

影响系统

肺
白血病
肺
肺
肺
肝
肺、胃肠道?

氟中毒

❖ 至少25个国家地方流行

来源

- 水（主要）
- 空气
- 医源性



❖ 中国

- 燃烧高氟煤
- 影响超过1000万人：牙齿和骨骼氟中毒

生物污染物

- ❖ 霉菌
- ❖ 花粉
- ❖ 蓖麻子粉尘
- ❖ 大豆粉尘



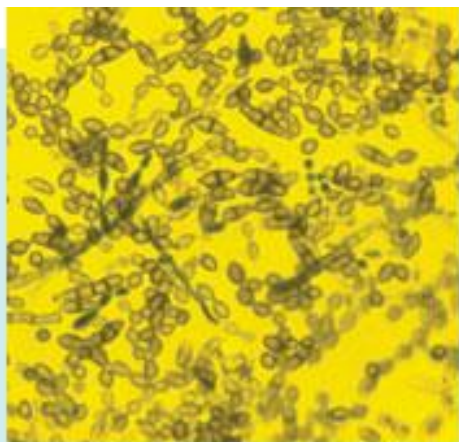
Courtesy of Ruth A. Etzel, MD,

霉菌



EPA

Mold growing on fallen leaves.



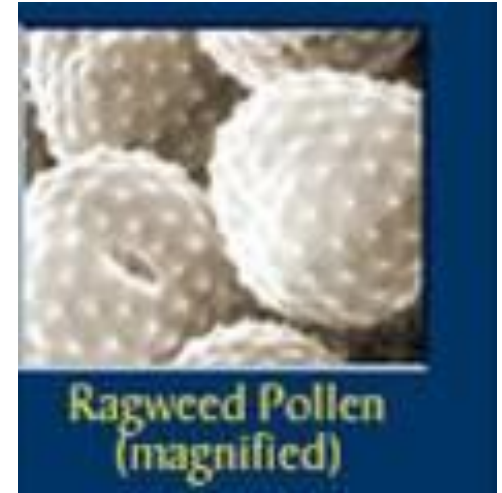
Magnified mold spores.

EPA

- ❖ 60种霉菌具有可以致敏的孢子
- ❖ 30% 具有呼吸系统变态反应性疾病的患者对霉菌尤其敏感
- ❖ 白天室外霉菌数量 ≥ 1000 个孢子/ m^3 的哮喘死亡几率上升了2倍

花粉

- ❖ 潜入家庭
 - 空调
 - 空气过滤系统: 高校粒子空气过滤器 (HEPA)
- ❖ 高的草花粉水平与哮喘入院和流行密切相关
- ❖ 在花粉盛行的时期避免外出
- ❖ 抗组胺药物的应用



NIAID/NIH



WHO

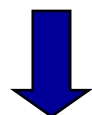
群体水平 减少室外空气污染的暴露

❖ 研究了哪些预防措施？

- 关闭工业（减少呼吸疾病的就诊量）
- 棕煤被替代
- 交通运输方式的改变

人口水平 减少排放→ 改善健康

- ❖ 1996年奥运会期间，亚特兰大地区鼓励公共运输，私人汽车被禁止通行，远程办公受到鼓励
→ 臭氧污染水平显著下降



急性哮喘发作降低了42%

WHO 空气质量指南

物质	出现不良反应的最低浓度	暴露时间
臭氧	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 hours
NO ₂	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hour
CO ^(a)	30 mg/m^3	1 hour
SO ₂	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 minutes
PM ₁₀	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 hours
PM _{2.5}	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 hours
铅	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 year

美国清洁空气立法

- ❖ 1955年 清洁空气立法
- ❖ 1963年 清洁空气法
- ❖ 1967年 清洁空气质量法案
- ❖ 1970年 清洁空气修订法案
- ❖ 1977年 清洁空气修订法案
- ❖ 1990年 清洁空气修订法案

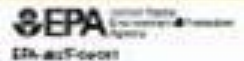
Outdoor Air Pollution

从个体水平上预防 EPA建议 (USA)



Reduce your risk by using the Air Quality Index (AQI) to plan outdoor activities – www.airnow.gov

AQI Levels of Health Concern	AQI Values	What Action Should People Take?
Good	0-50	Enjoy Activities
Moderate	51-100	People unusually sensitive to air pollution: Plan strenuous outside activities when air quality is better
Unhealthy for Sensitive Groups	101-150	Sensitive Groups: Cut back or reschedule strenuous outside activities Particle Pollution: People with heart or lung disease (including diabetics), older adults, and children Ozone: Active children and adults and people with lung disease Sulfur Dioxide: Active children and adults with asthma Carbon Monoxide: People with heart disease and possibly fetuses and infants
Unhealthy	151-200	Everyone: Cut back or reschedule strenuous outside activities Sensitive groups: Avoid strenuous outside activities
Very Unhealthy	201-300	Everyone: Significantly cut back on outside physical activities Sensitive groups: Avoid all outside physical activities



AQI for: O₃, PM, CO, SO₂ and NO₂

在国际水平预防

- ❖ 1992: 联合国气候变化框架公约
- ❖ 1997: 京都议定书: 2005年生效
2012年期满
- ❖ 2001: 马拉喀什协定
- ❖ 2007: 巴厘会议: 对京都议定书延续协议路线图的协商

健康与环境专业人员的重要作用

- ❖ 诊断和治疗
- ❖ 研究并发表
 - 前沿病例
 - 以社区为基础的干预
- ❖ 教育
 - 病人和家庭
 - 学校和学生
- ❖ 倡议
- ❖ 提供良好的角色模型

Outdoor Air Pollution



讨论重点

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 Ruth A. Etzel, MD, PhD, USA

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); Ligia Fruchtengarten MD (Brazil); Amalia Laborde MD (Uruguay); Ruth A. Etzel MD PhD (USA); Leda Nemer TO (WHO/EURO); R. Romizzi MD (ISDE, Italy); S. Borgo MD (ISDE, Italy)

Reviewers: Y. Amitai MD MPH (Israel), I. Buka, MD (Canada) , Ruth A Etzel, MD, PhD (USA); M Krzyzanowski (Germany) PhD.

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

齐建光 翻译

由 北京大学第一医院

闫辉 校对

2014年8月