

# **FINE PARTICULATE MATTERS AND RESPIRATORY HEALTH: AN UPDATE**

**UPDATES ON THE PREVENTIVE CARE IN PHARMACY PRACTICE 2019**

**SUCHADA SOORAPAN**



# มลพิษทางอากาศ แบ่งเป็น 2 ประเภท

## ● OUTDOOR AIR POLLUTION

- การเผาป่า
- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์/  
โรงงาน
- ก๊าซพิษ เช่น CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>
- OZONE ระดับพื้นดิน
- ควันจากยาสูบ

## ● HOUSEHOLD AIR POLLUTION

- การเผาไหม้ของก๊าซหุงต้ม
- สารก่อภูมิแพ้ ทั้งในและนอกอาคาร
- สารเคมีที่ใช้ในบ้าน
- ควันจากการสูบบุหรี่



งานแรกพบ ส่นภท  
กค. 2562



# สารในมลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

- PM2.5
- PM10
- OZONE
- ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
- ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>)
- ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>)

- การเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง กระบวนการทางอุตสาหกรรม การก่อสร้าง

- ระคายเคืองตา ระบบทางเดินหายใจและเยื่อปอดต่าง ๆ
- ประสิทธิภาพการทำงานของปอดลดลง โรคหืดหรือโรคของระบบหายใจเกิดกำเริบได้
- มีอาการอ่อนเพลีย วิงเวียนศีรษะ คลื่นไส้อาเจียน และ หัวใจทำงานหนักขึ้น

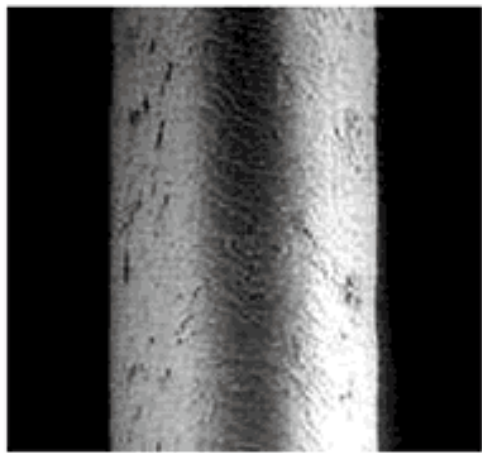
## PM (Particulate Matter)

Complex mixture of small solid particles and liquid droplets that are suspended in the air and vary in size, shape, surface area, chemical composition, solubility and origin.

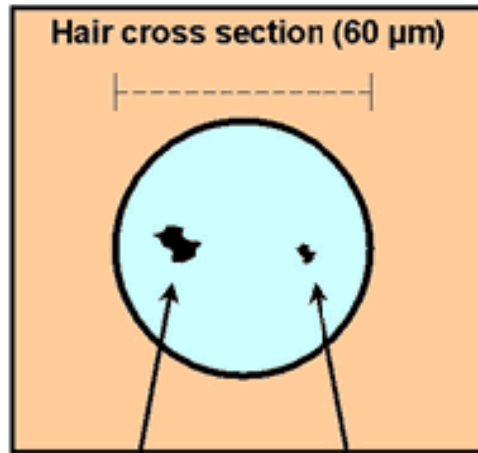
**Tiananmen Square and Gate of Heavenly Peace, Beijing**

**April 2012**



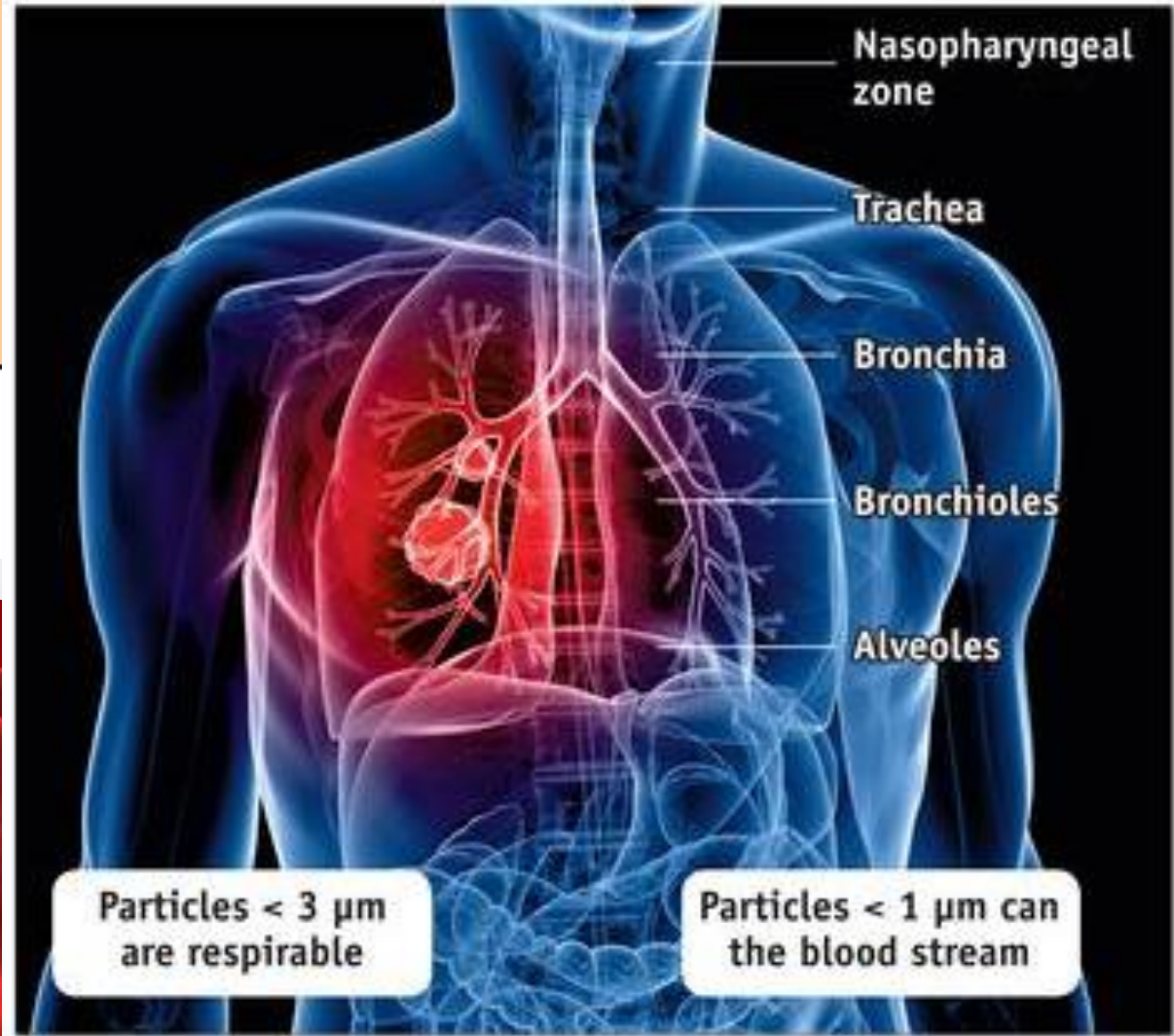


Human Hair  
(60  $\mu\text{m}$  diameter)



PM10  
(10  $\mu\text{m}$ )

PM2.5  
(2.5  $\mu\text{m}$ )



5 - 10  $\mu\text{m}$

3 - 5  $\mu\text{m}$

2 - 3  $\mu\text{m}$

1 - 2  $\mu\text{m}$

0,1 - 1  $\mu\text{m}$

# How small is PM2.5?

0.5  $\mu\text{m}$

2.5  $\mu\text{m}$

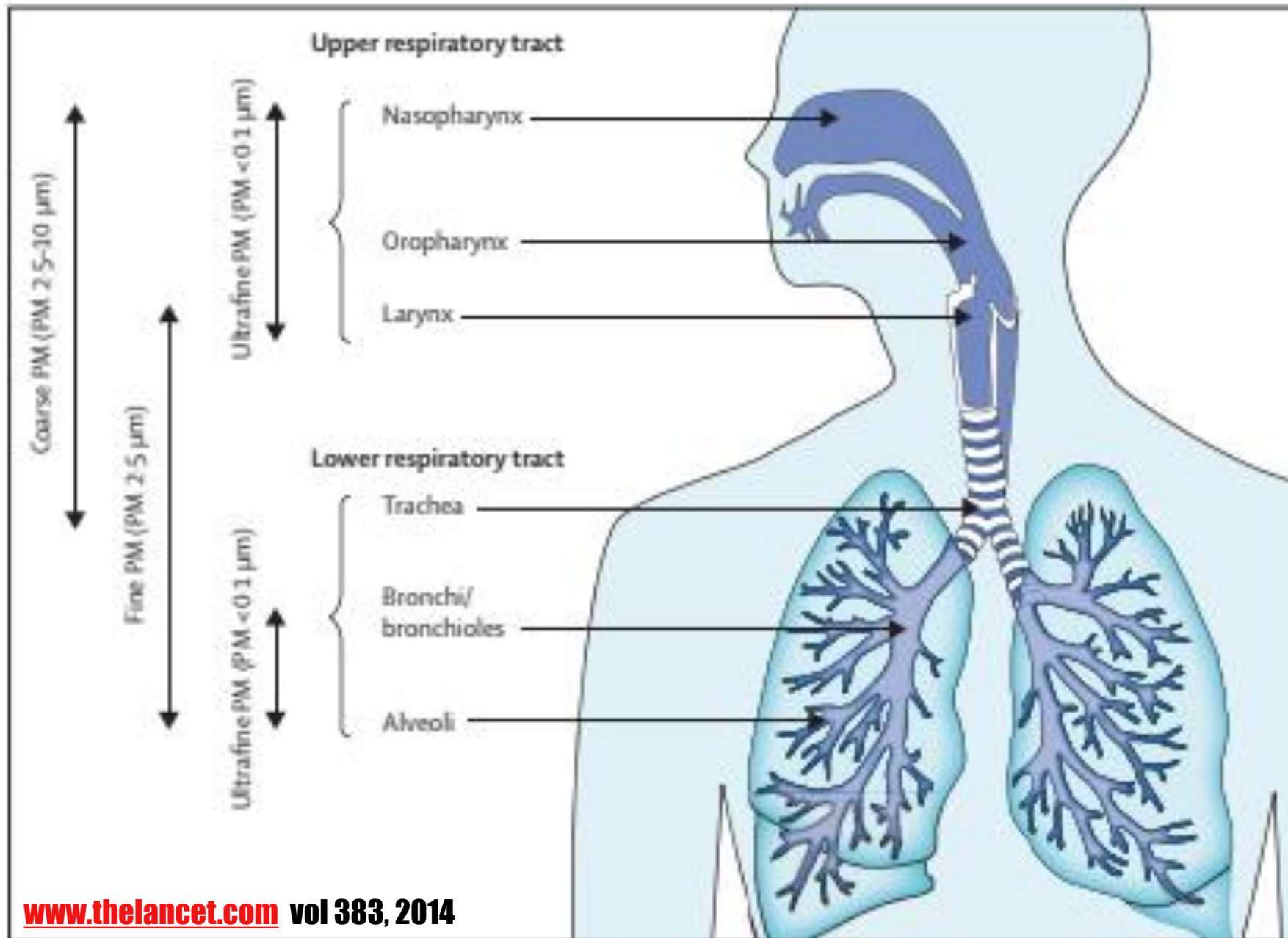
1  $\mu\text{m}$

Red Blood Cell 8  $\mu\text{m}$

AQblue



<https://www.trox.de/en/filter-elements-and-filter-units/what-is-new-about-the-new-iso%2%A016890%3F-08ff93085c89ca99>



แบ่งตาม aerodynamic diameter

- **Coarse PM** (2.5–10 μm)
- **Fine PM or PM 2.5**
- **Ultrafine PM** (<0.1 μm)

**PM<sub>10</sub>** include the coarse, fine, and ultrafine fractions  
(respirable dust)



## ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมฝุ่นในทางเดินหายใจ

- ขนาด รูปร่าง ความหนาแน่น ประจุและพื้นผิวของฝุ่น
- รูปแบบการหายใจ (ลึก ตื้น)
- อัตราการไหลของอากาศสู่ปอด





## ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายฝุ่น

- ความเร็วลม
- ความกดอากาศ
- ความชื้น
- สภาพอากาศ (ฝนตก แสงแดด)
- แหล่งกำเนิด และขนาดของฝุ่น



# AIR QUALITY INDEX, AQI

- ดัชนีที่หน่วยงานรัฐของแต่ละประเทศใช้แจ้งต่อประชาชนถึงคุณภาพอากาศ และพยากรณ์คุณภาพอากาศในอนาคต มีการตั้งค่ามาตรฐานแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ
- ตัวแทนค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ (6 ชนิด) ได้แก่  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ , CO, OZONE,  $NO_2$ ,  $SO_2$

# การวัดคุณภาพอากาศของฝุ่นละออง

- รายงานเป็นค่าเฉลี่ยรายวัน หรือรายปี ของความเข้มข้น PM10 หรือ PM2.5 ต่อปริมาตรอากาศ ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ )

WHO กำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (เกณฑ์ในประเทศไทย กรมควบคุมมลพิษ)

- PM<sub>2.5</sub> ค่าเฉลี่ยรายวัน 25  $\mu\text{G}/\text{M}^3$  (50) รายปี 10  $\mu\text{G}/\text{M}^3$  (25)
- PM<sub>10</sub> ค่าเฉลี่ยรายวัน 50  $\mu\text{G}/\text{M}^3$  รายปี 20  $\mu\text{G}/\text{M}^3$



# AIR QUALITY INDEX

0-50

GOOD

Air pollution poses little or no risk.

51-100

MODERATE

Health concern for people who are unusually sensitive to air pollution.

101-150

UNHEALTHY FOR SENSITIVE GROUPS

Sensitive groups, young children and the elderly, may experience health effects.

151-200

UNHEALTHY

Everyone may experience health effects; sensitive groups may experience more serious health effects.

201-300

VERY UNHEALTHY

Health alert: everyone may experience more serious health effects.

301-500

HAZARDOUS

Health warnings of emergency conditions. The entire population is more likely to be affected.

US Environmental Protection Agency  
กำหนดการรายงาน AQI เป็น 6 ระดับ (0-500) ค่ามากขึ้น คุณภาพอากาศแยลง

<https://www.airvisual.com/>  
<https://gmtma.org/air-quality/>

ประเทศ

Air Quality Index (AQI)

ไทย

กรมควบคุมมลพิษ  
ประเทศไทย

**VERY GOOD**

0-25 คุณภาพอากาศดีมาก

**GOOD**

26-50 คุณภาพอากาศดี

**MODERATE**

51-100 ปานกลาง

**UNHEALTHY**

101-200 เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ

**VERY UNHEALTHY**

201+ มีผลกระทบต่อสุขภาพ

**GOOD**

0-50 คุณภาพอากาศดี

**MODERATE**

51-100 คุณภาพอากาศปานกลาง

**UNHEALTHY for SENSITIVE GROUPS**

101-150 กลุ่มผู้ อ่อนแอจะได้รับผลกระทบ

**UNHEALTHY**

151-200 ไม่ดีต่อสุขภาพ

**VERY UNHEALTHY**

201-300 ไม่ดีต่อสุขภาพอย่างมาก

**HAZARDOUS**

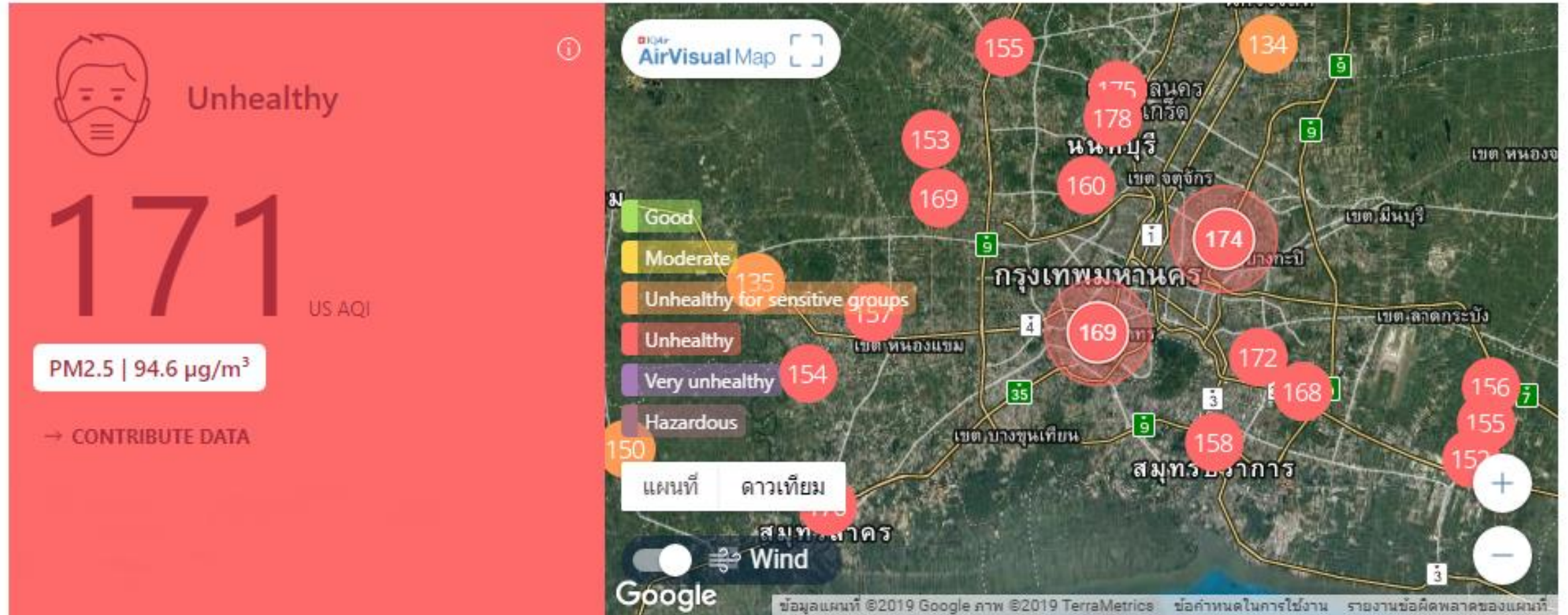
301+ เป็นอันตรายมาก

U.S. Environmental  
Protection Agency



# Bangkok air quality index (AQI) and PM2.5 air pollution

13:00, Jan 30



Air pollution is variable across different times and regions.

<https://www.airvisual.com/thailand/bangkok>

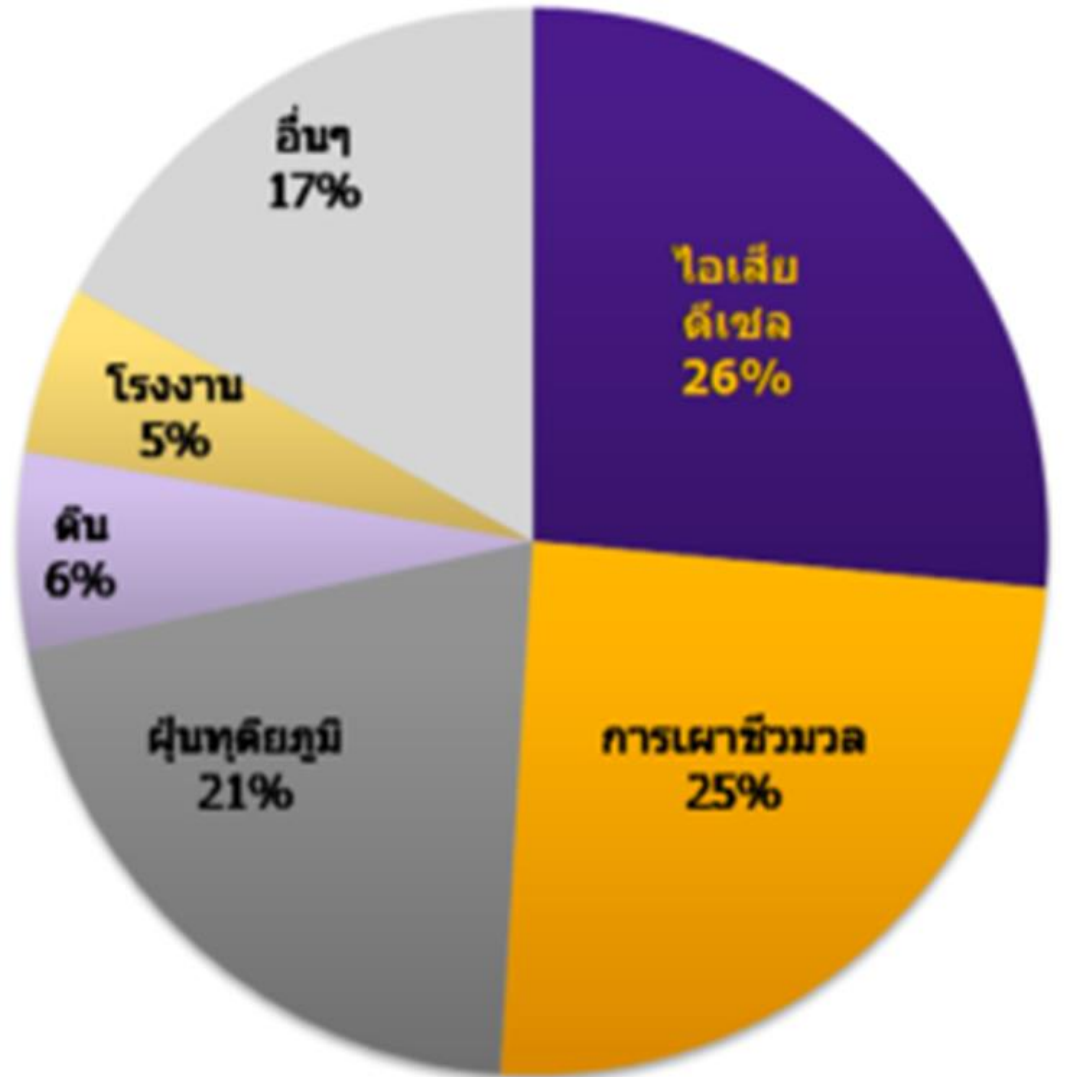


# PM2.5 มาจาก ...

1. ควันพิษจากการจราจร ควันที่เกิดจากท่อไอเสียรถยนต์เป็นสาเหตุหลักที่ปล่อย PM2.5
2. ควันและฝุ่นจากการเผาต่างๆ
3. ฝุ่นละอองจากภาคอุตสาหกรรมและการก่อสร้าง

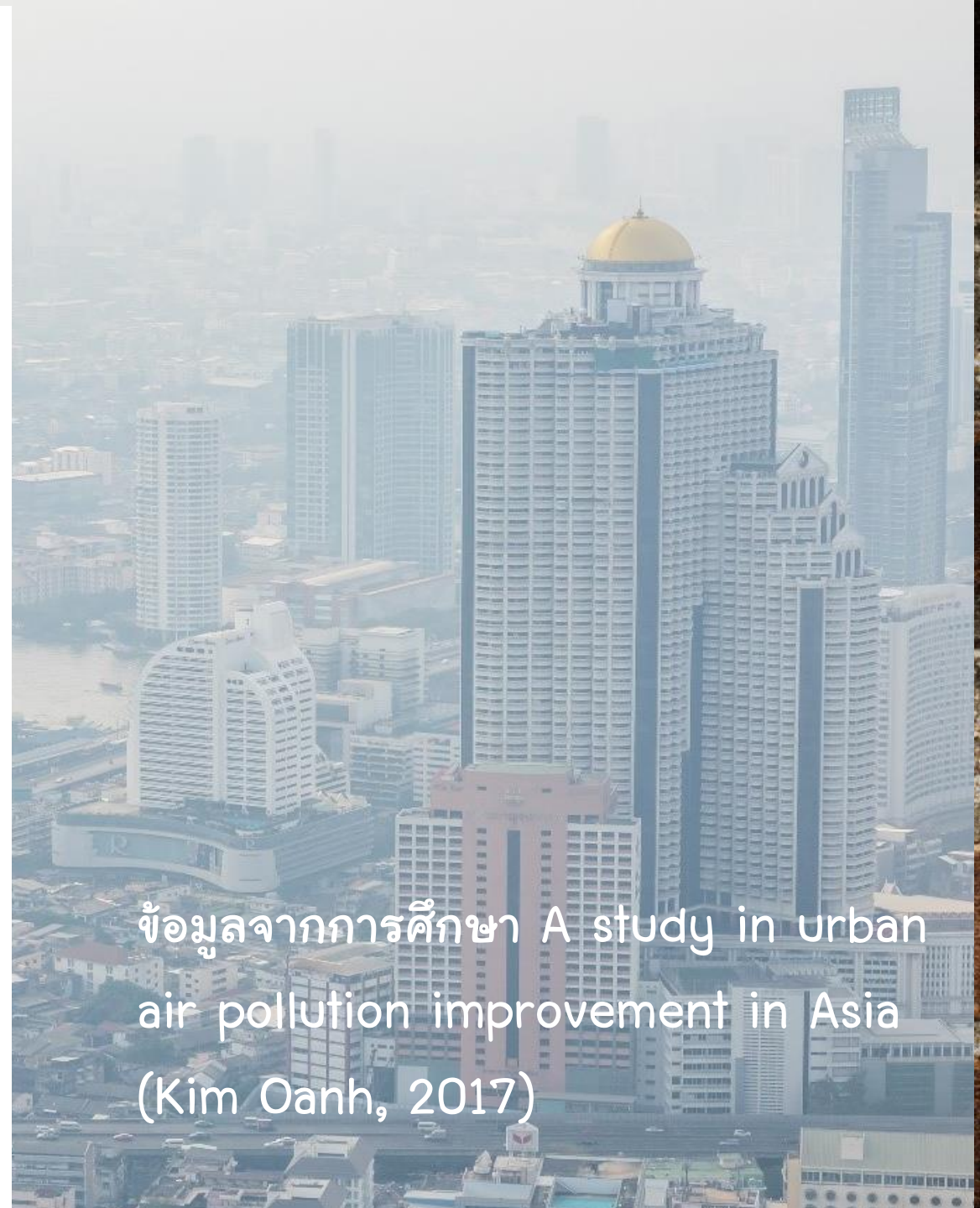
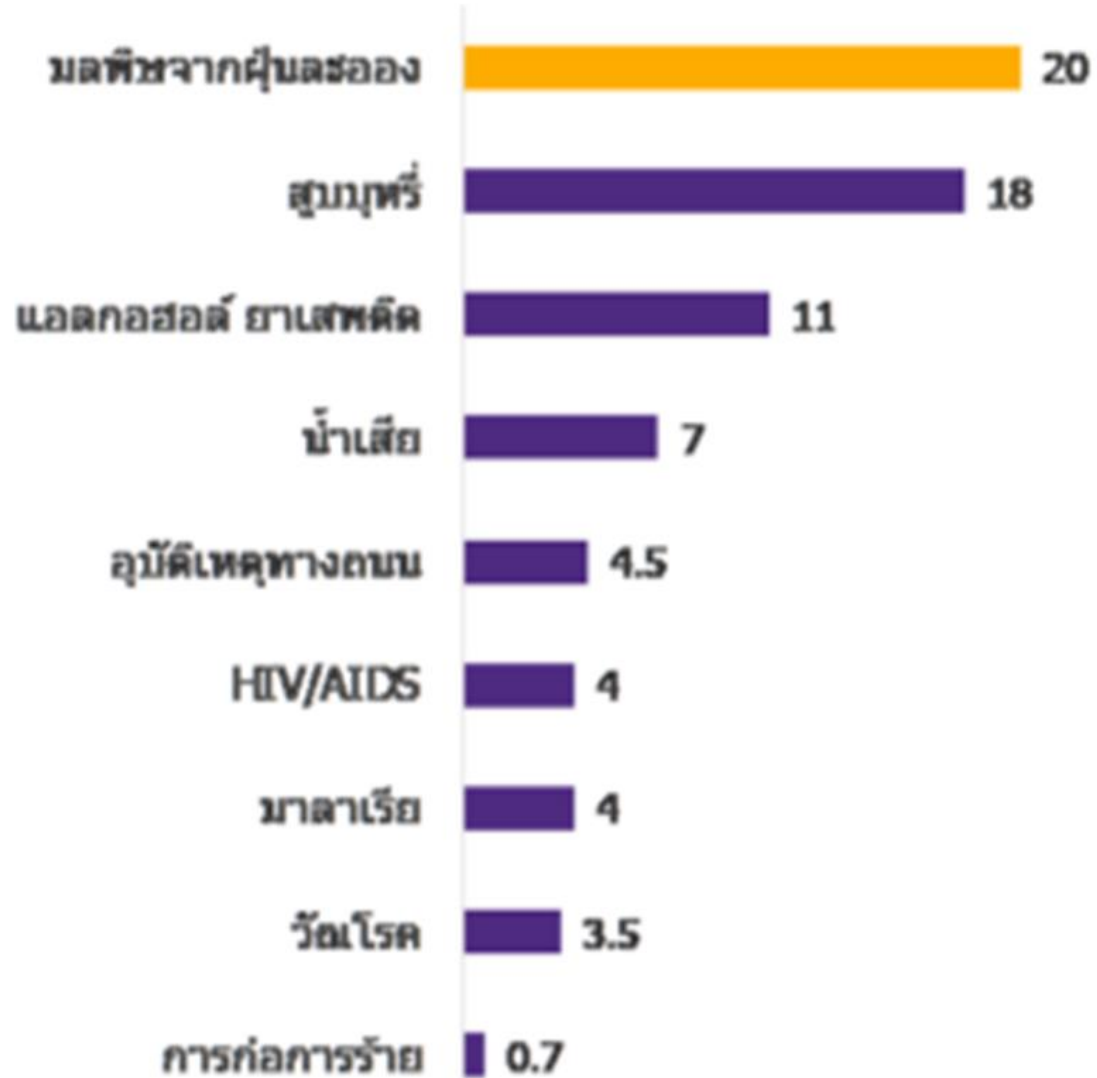
## แหล่งที่มาของ PM 2.5 ในกรุงเทพฯ

หน่วย: %



# อายุขัยเฉลี่ยที่ลดลงจากภัยต่างๆ

หน่วย: เดือน



ข้อมูลจากการศึกษา A study in urban air pollution improvement in Asia (Kim Oanh, 2017)



# ผลกระทบต่อสุขภาพ

ข้อมูลขององค์การอนามัยโลกพบว่า

- 91% ของประชากรโลกอาศัยอยู่ในเขตที่คุณภาพอากาศแย่กว่าเกณฑ์ปลอดภัยที่ WHO กำหนดไว้
- 9 ใน 10 ของประชากรโลกหายใจเอาอากาศที่เป็นมลพิษเข้าไปในร่างกาย
- แต่ละปี มีผู้เสียชีวิตจากการได้รับมลพิษทางอากาศราว 7 ล้านคน
- เมื่อปี ค.ศ. 2016 มีผู้เสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศราว 4.2 ล้านคนทั่วโลก



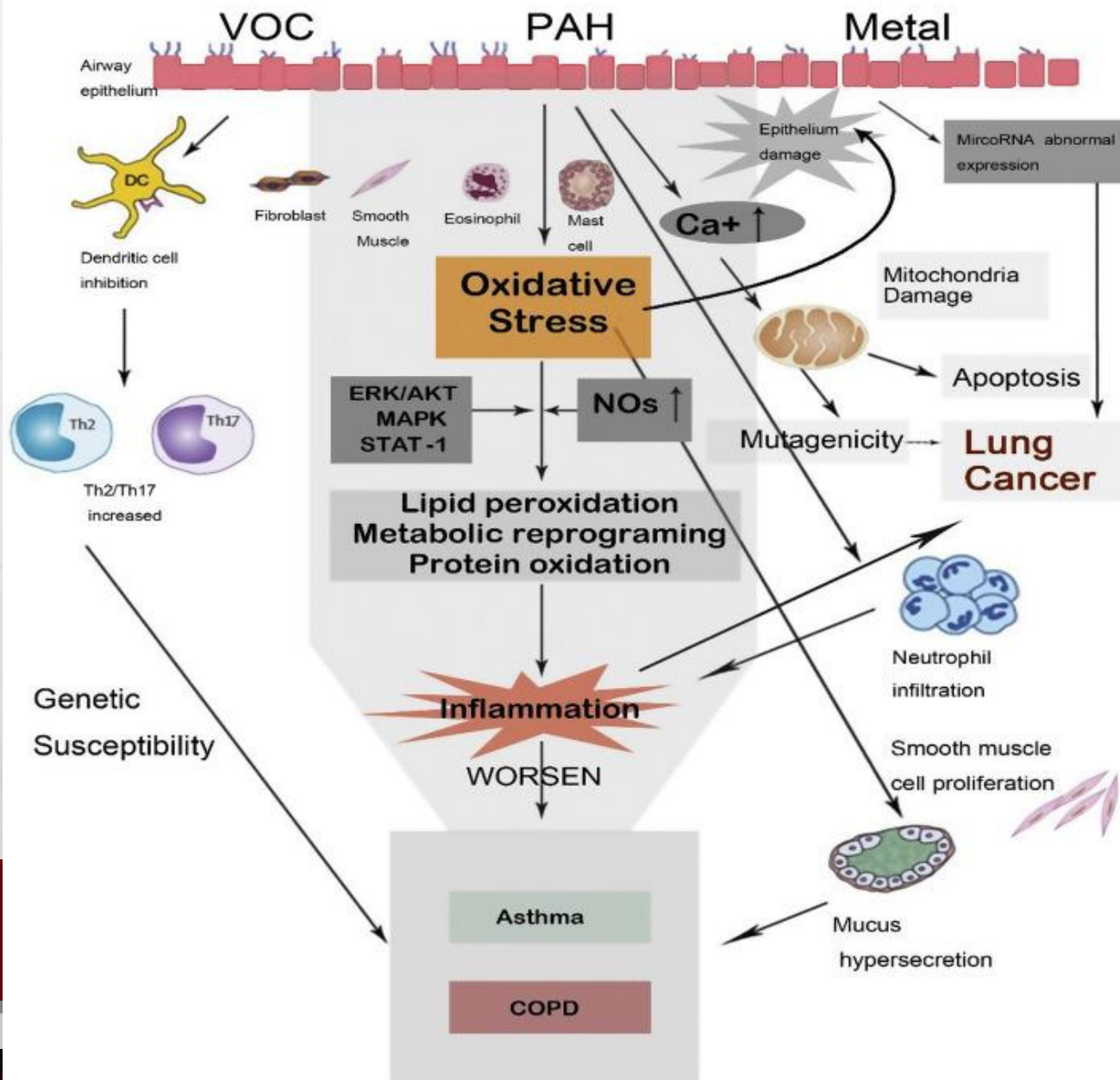
WHO (2013) โดย International Agency for Research on Cancer (IARC) กำหนดว่า....

“มลพิษทางอากาศ ภายนอกอาคาร จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 ของสารก่อมะเร็ง เนื่องจากเป็นสาเหตุของมะเร็งปอด”

พบสารพิษจับอยู่บนผิวของอนุภาค PM2.5 เช่น เหล็ก ทองแดง วาเนเดียม แคลเซียม อะลูมิเนียม สังกะสีพลวง แมงกานีส แอมโมเนียม ซัลเฟต ไนเตรต คลอไรด์ และ POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAHS) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง

# Exposure to PMs

PM<sub>2.5</sub> PM<sub>10</sub>



## MECHANISMS OF PM<sub>2.5</sub> ON RESPIRATORY SYSTEM

VOC: volatile organic compounds;

PAH: polycyclic aromatic hydrocarbon;

ERK: extracellular regulated protein kinases;

MAPK: mitogen-activated protein kinase;

STAT-1: signal transducers and activators of transcription-1;

Cronic Diseases and Translational Medicine  
Volume 4, Issue 3, 2018, Pages 176-186

## ● IMMUNE RESPONSE

- PM<sub>2.5</sub> EXPOSURE CAN STIMULATE THE OVEREXPRESSION OF GENES FOR TRANSCRIPTION FACTORS AND CYTOKINES THAT TRIGGER THE INFLAMMATORY RESPONSE AND INJURY

## ● OXIDATIVE STRESS

- EXPOSURE TO PM<sub>2.5</sub> CAN INDUCE ROS-MEDIATED OXIDATIVE STRESS AND ALTER CELLULAR PERMEABILITY IN EPITHELIAL CELLS.

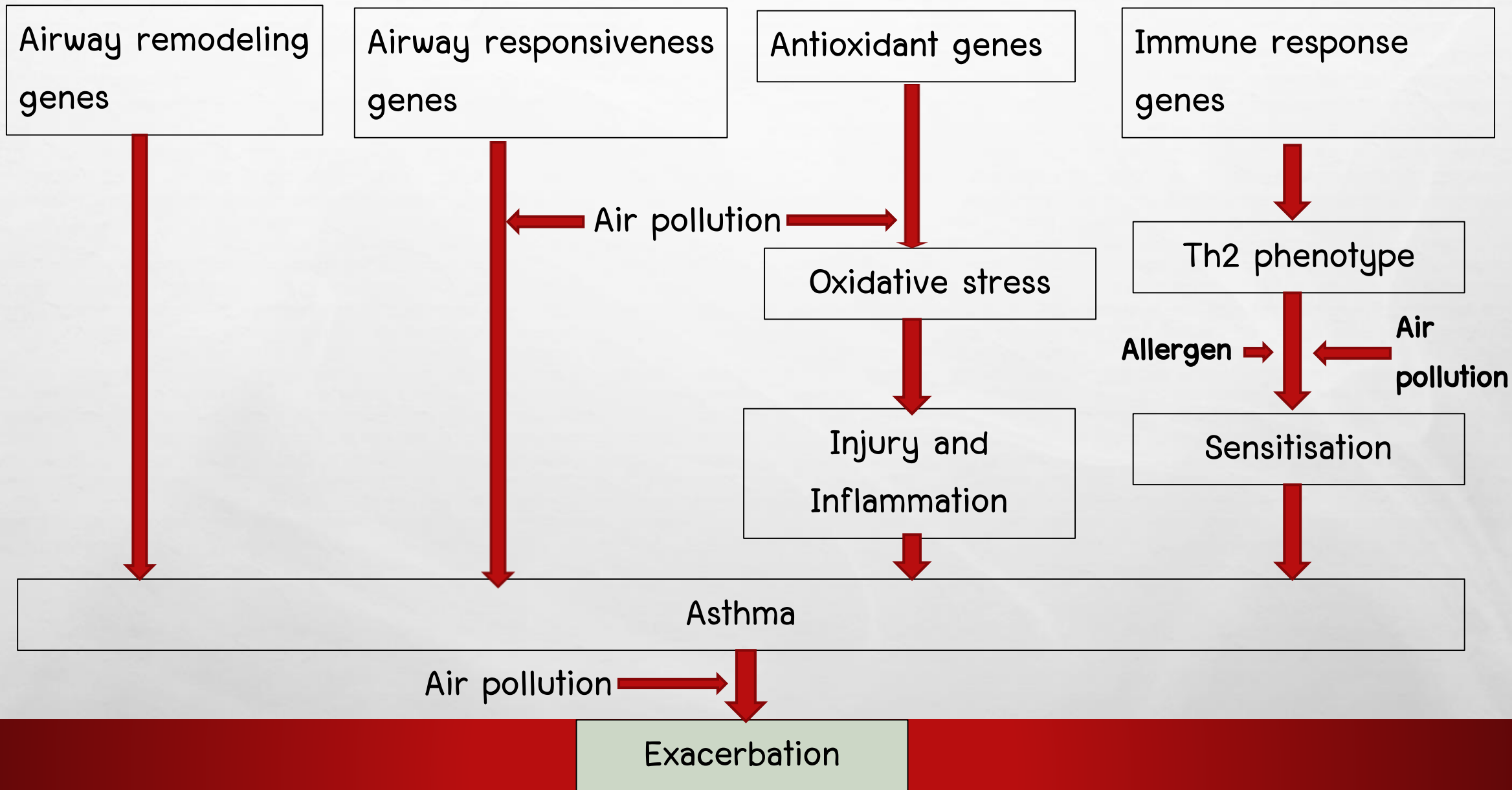
## ● INFLAMMATORY INJURY

- DEPOSITION OF PM ON AIRWAY EPITHELIAL CELLS ACTIVATES INFLAMMATORY SIGNALING CASCADES, WHICH MAY ALTER SYSTEMIC IMMUNOLOGIC AND INFLAMMATORY RESPONSES

## ● MUTAGENICITY

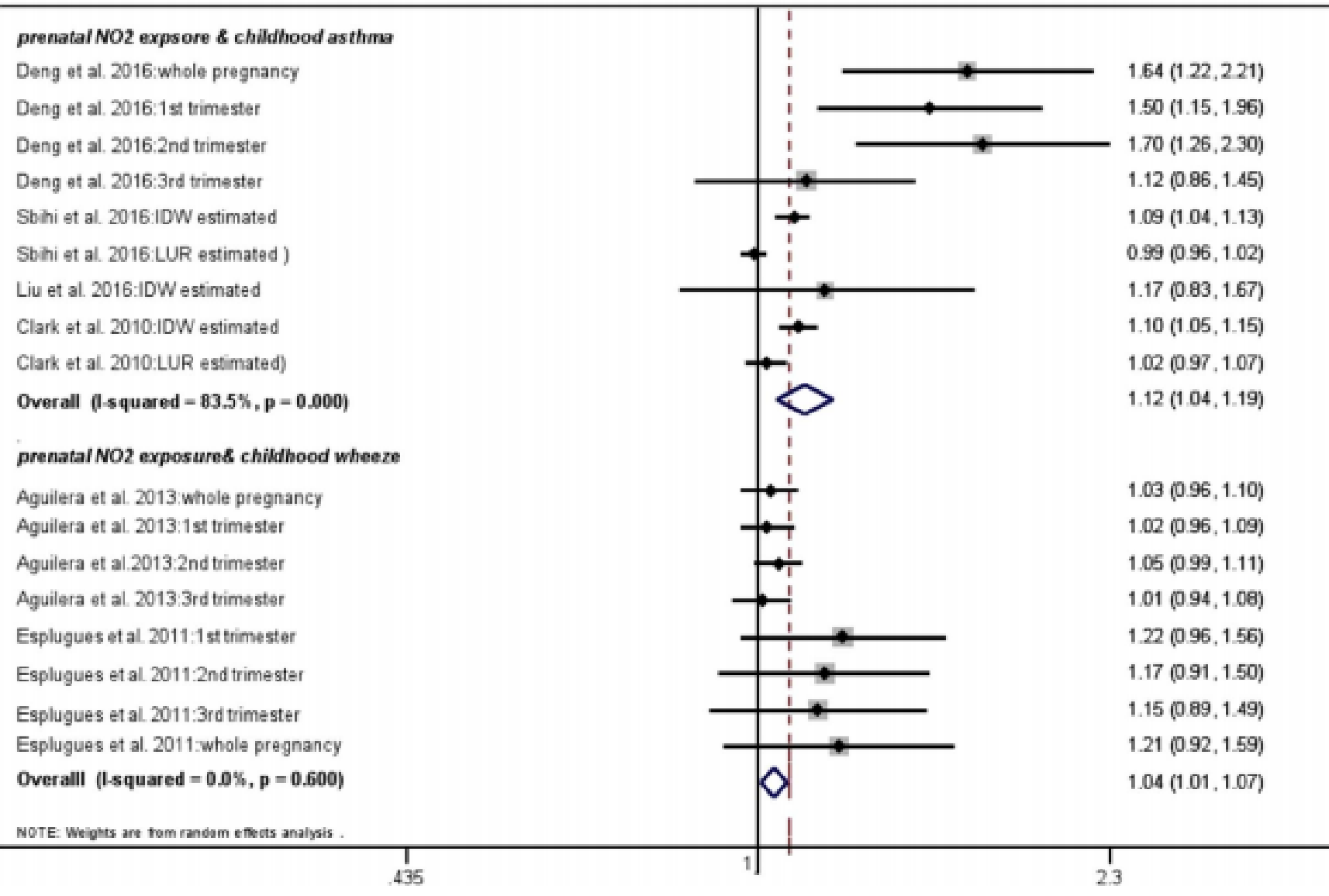
- PM<sub>2.5</sub> IS MADE UP OF ORGANIC COMPONENTS AND HEAVY METALS, BOTH OF WHICH ARE STRONG MUTAGENIC AND CARCINOGENIC AGENTS.





# ACUTE EFFECTS OF SHORT-TERM EXPOSURES TO POLLUTANT GASES IN ASTHMATIC ADULTS

	OZONE	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
Bronchoconstriction	+/-	-	+
Decreased FEV1 and FVC	+	-	-
Increased airway responsiveness	+	+	-
Airway inflammation	+	+	-
Enhanced responses to inhaled allergen	+	+	+



The impact of prenatal exposure to air pollution on childhood wheezing and asthma: A systematic review

18 studies met criteria.

Environmental Research  
159 (2017) 519–530



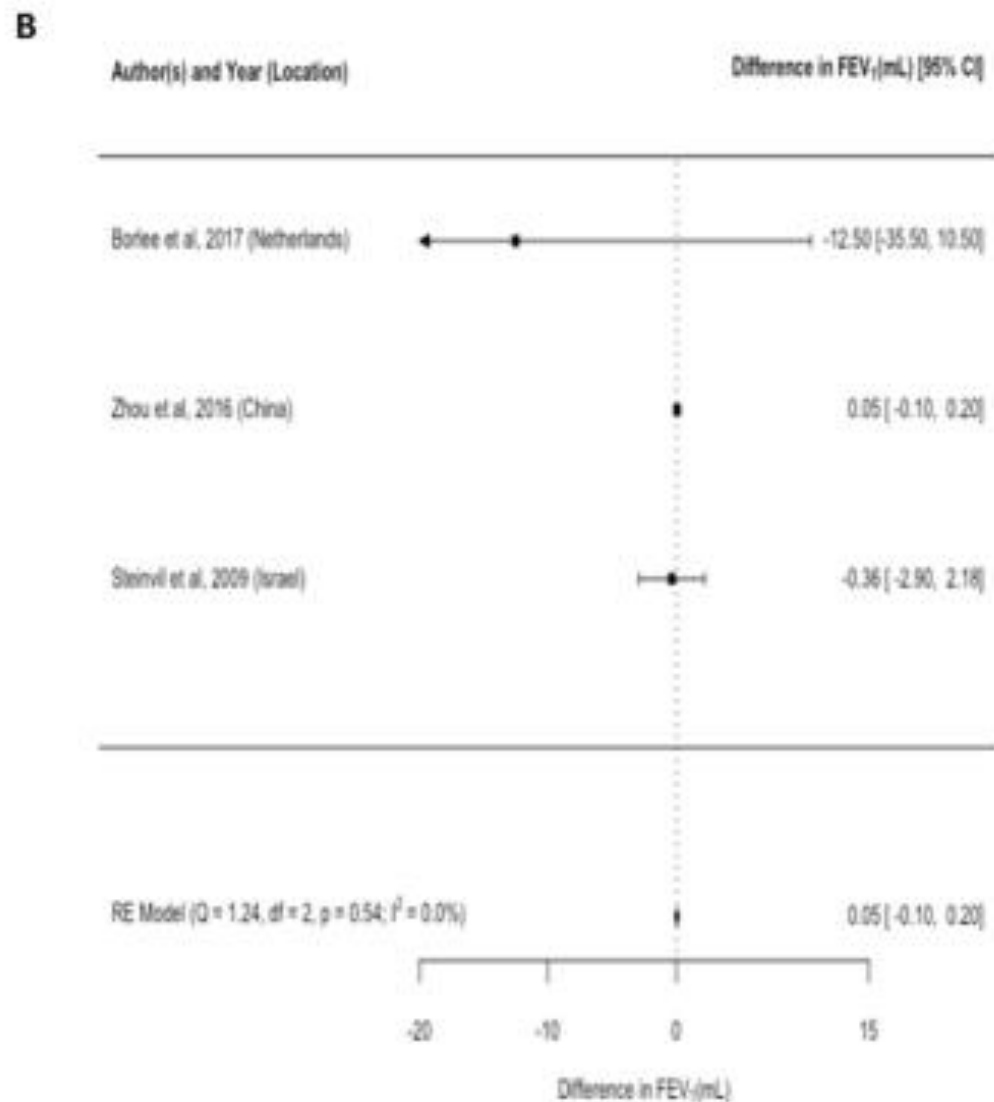
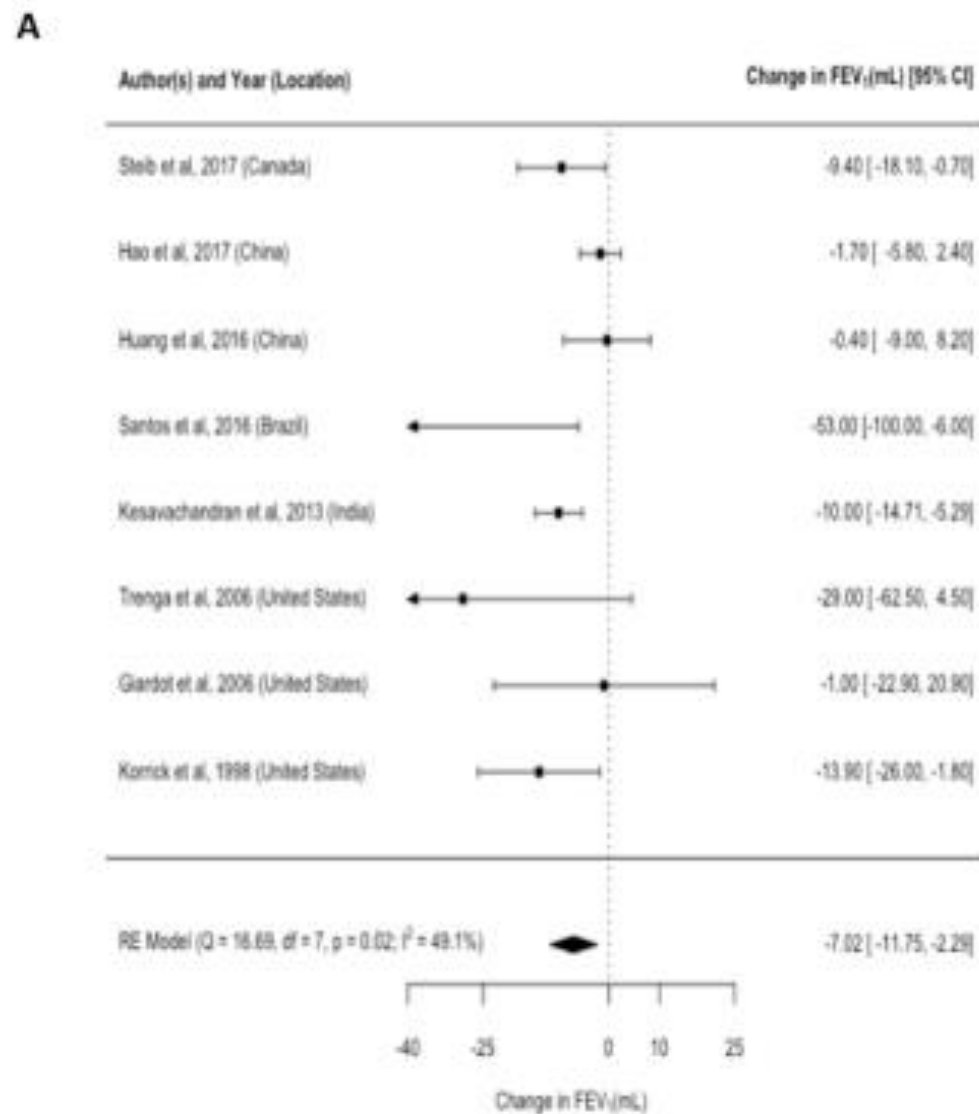
## CONCLUSIONS:

THE OVERALL AND SUBGROUP RISK ESTIMATES FROM THE META-ANALYSES SHOWED STATISTICALLY SIGNIFICANT ASSOCIATIONS BETWEEN PRENATAL EXPOSURES TO NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, AND PM<sub>10</sub> AND THE RISK OF WHEEZING AND ASTHMA DEVELOPMENT IN CHILDHOOD.

THERE IS INSUFFICIENT EVIDENCE TO SHOW AN EFFECT OF PRENATAL EXPOSURE TO BC, CO, AND O<sub>3</sub> ON CHILDHOOD WHEEZING AND ASTHMA. FURTHER STUDIES ARE NEEDED TO EXAMINE THE INDIVIDUAL COMPOUNDS' EFFECTS.

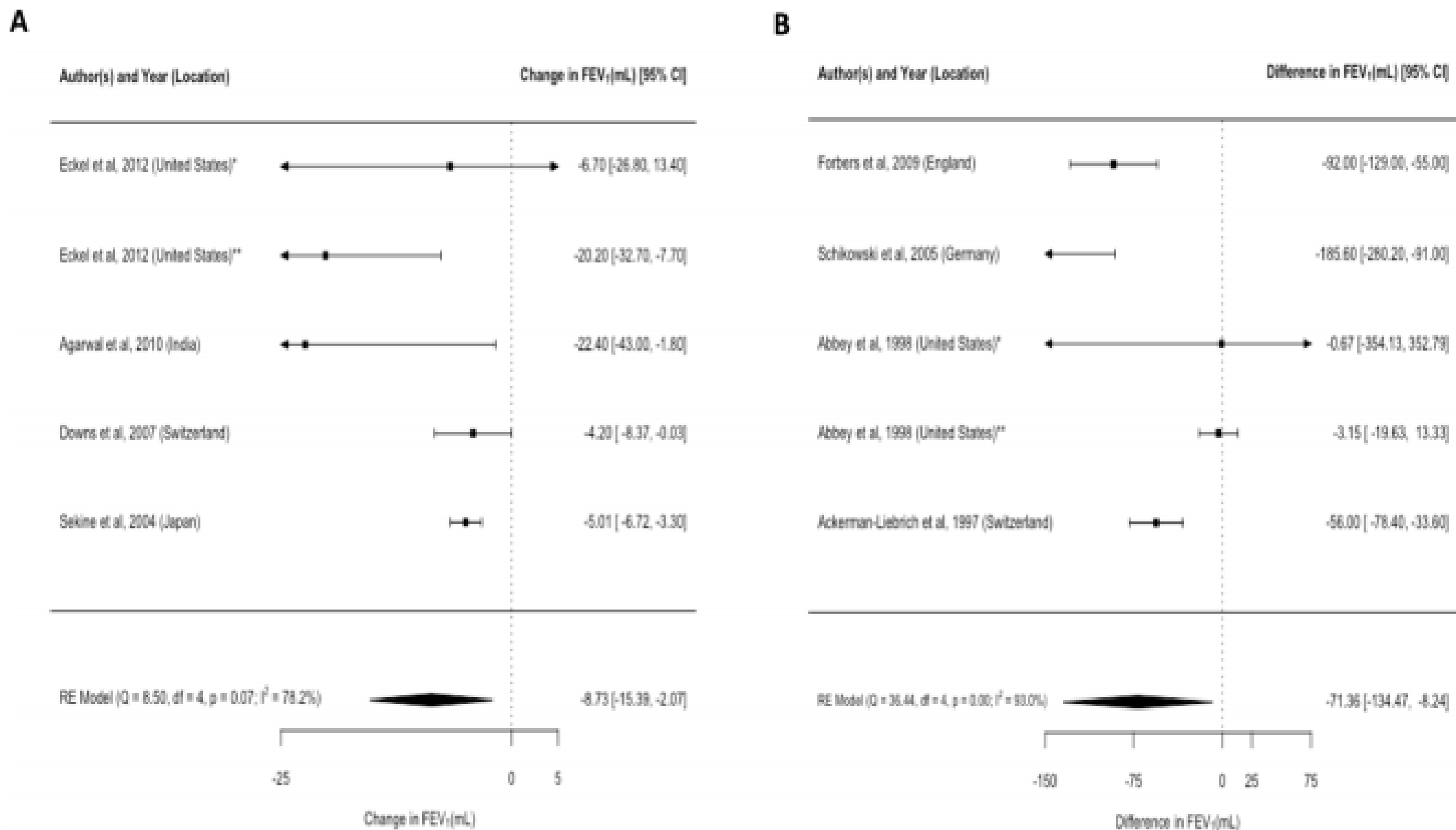
# Effect of outdoor particulate air pollution on FEV1 in healthy adults: a systematic review and meta-analysis

- 23 studies were included in this review
- A  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  increase in **short-term PM2.5 exposure** (days) was associated with a  $-7.02\text{mL}$  (95%CI  $-11.75$  to  $-2.29$ ) change in FEV1 .
- A  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  difference in **long-term PM10 exposure** was associated with a  $-8.72\text{mL}$  (95%CI  $-15.39$  to  $-2.07$ ) annual change in FEV1 and an absolute difference in FEV1 of  $-71.36\text{mL}$  (95%CI  $-134.47$  to  $-8.24$ ).
- Acute and long-term exposure to outdoor particulate air pollution are associated with decreased FEV1 in healthy adults.



**Figure 2** The effect of acute exposure to PM<sub>2.5</sub> and FEV<sub>1</sub> in healthy adults. Description: panel A displays a forest plot of study-specific and pooled change in FEV<sub>1</sub> associated with an increase in acute exposure to PM<sub>2.5</sub> of 10 µg/m<sup>3</sup>. Panel B displays a forest plot of study-specific and pooled difference in FEV<sub>1</sub> associated with greater acute exposure to PM<sub>10</sub> of 10 µg/m<sup>3</sup>. FEV<sub>1</sub>, forced expiratory volume in 1 s; PM<sub>2.5</sub>, particulate matter with aerodynamic diameter less than 2.5 µm; PM<sub>10</sub>, particulate matter with aerodynamic diameter less than 10 µm; RE, random effect.





**Figure 3** The effect of long-term exposure to PM<sub>10</sub> and FEV<sub>1</sub> in healthy adults. Description: panel A displays a forest plot of study-specific and pooled change in FEV<sub>1</sub> associated with an increase in long-term exposure to PM<sub>10</sub> of 10 µg/m<sup>3</sup>. Panel B displays a forest plot of study-specific and pooled difference in FEV<sub>1</sub> associated with greater long-term exposure to PM<sub>10</sub> of 10 µg/m<sup>3</sup>. \*Men-only estimate; \*\*women-only estimate. FEV<sub>1</sub>, forced expiratory volume in 1 s;

Results for acute exposures were stronger for studies that involved exercise, suggesting that physical activity may amplify the effect of air pollution on acute lung function. However, these subgroup analyses were based on a small number of studies and should therefore be interpreted with caution.

**A reduced FEV1 is associated with increased rates of stroke, cardiovascular mortality and all-cause mortality.**

limitation of our meta-analysis: Older studies tended to use PM10 as their particulate pollution measure, whereas newer studies more commonly use PM2.5 as it is now widely held that it contains the fraction of PM that is more harmful to human health

# IMPACT OF PM<sub>2.5</sub> ON CHRONIC RESPIRATORY DISEASES

- SEVERAL STUDIES HAVE DEMONSTRATED THAT PM<sub>2.5</sub> INCREASES THE RISK OF
    - RESPIRATORY MORBIDITY
    - HOSPITAL ADMISSION RATES
    - EMERGENCY DEPARTMENT VISIT
  - AGGRAVATES CHRONIC RESPIRATORY CONDITIONS, AND DECREASES LUNG FUNCTION
- EACH 10  $\mu\text{G}/\text{M}^3$  INCREASE IN PM<sub>10</sub> WAS ASSOCIATED WITH A 7% INCREASE OF HOSPITALIZATIONS DUE TO AECOPD IN JINAN, 2009.
  - A 0.38% INCREASE IN TOTAL MORTALITY (95% CONFIDENCE INTERVAL, *CI*: 0.31, 0.45).



# ADVERSE RESPIRATORY HEALTH EFFECTS

## (AMERICAN THORACIC SOCIETY, ATS)

- INCREASED MORTALITY
- INCREASED INCIDENCE OF CANCER
- INCREASED FREQUENCY OF SYMPTOMATIC ASTHMATIC ATTACKS
- INCREASED INCIDENCE OF LOWER RESPIRATORY TRACT INFECTIONS
- INCREASED EXACERBATIONS OF CHRONIC CARDIOPULMONARY OR OTHER DISEASES
- REDUCTION IN FEV1 OR FVC ASSOCIATED WITH CLINICAL SYMPTOMS
- INCREASED INCIDENCE OF CHEST TIGHTNESS
- INCREASED INCIDENCE OF COUGH/PHLEGM PRODUCTION
- INCREASED INCIDENCE OF ACUTE URI
- EYE, NOSE, AND THROAT IRRITATION

# MEASURES AGAINST AMBIENT AIR POLLUTION

- Regulate daily activity according to the air quality index (AQI)
  - patients with asthma are sensitive to  $\text{SO}_2$
  - patients with COPD, asthma are sensitive to  $\text{O}_3$
  - Level of  $\text{NO}_2$  and possibly  $\text{O}_3$  may reduce the response to SABA in children with asthma
- Use of Masks
- Measures for indoor air pollution: air filtration HEPA filter



# UK DAILY AIR QUALITY INDEX

	Value	Health message for at-risk individuals
Low	1-3	Enjoy your usual outdoor activities
Moderate	4-6	Adults and children with lung problems and adults with heart problems who have symptoms should consider reducing strenuous physical activity, particularly outdoors.
High	7-9	Same as Moderate (4-6) plus ... People with asthma might find they need to use their reliever inhaler more often. Older people should also reduce physical exertion.
Very high	10	Adults and children with lung problems, adults with heart problems, and older people should avoid strenuous physical activity. People with asthma might find they need to use their reliever inhaler more often.



# หน้ากากอนามัยป้องกันฝุ่น PM2.5

หน้ากาก รุ่น N95 สามารถกรองฝุ่นทั่วไป ฝุ่นขนาดเล็ก PM2.5 และ PM10 ได้

หน้ากาก รุ่น R95 หน้ากากกรองอนุภาคสำหรับงานพ่นสีและกันกลิ่น สามารถกรองฝุ่นละอองและพุ่มโลหะที่ 0.3 ไมครอน รวมถึงกลิ่นสี และไอของสารระเหย ยกเว้นสารเคมีได้ ประสิทธิภาพการกรองไม่น้อยกว่า 95%

หน้ากากกรองอนุภาคเส้นใยไฟฟ้าสถิต สามารถกรองฝุ่นละอองและพุ่มโลหะที่ 0.3 ไมครอน ยกเว้นละอองของน้ำมันได้

หน้ากากป้องกันฝุ่นละออง ต้องระบุว่าสามารถป้องกันฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า PM 0.3 ได้



# ประสิทธิภาพการกรองฝุ่น PM 2.5

หน้ากาก  
อนามัย  
N95



≈ 99.59%

หน้ากาก  
อนามัย 1 ชั้น



≈ 66.37%

หน้ากาก  
อนามัย 2 ชั้น



≈ 89.75%

หน้ากากอนามัย 1 ชั้น  
+กระดาษทิชชู 1 แผ่น  
พับครึ่ง



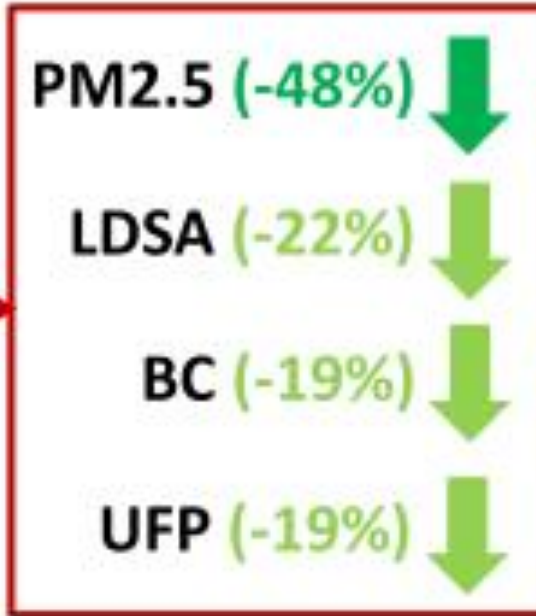
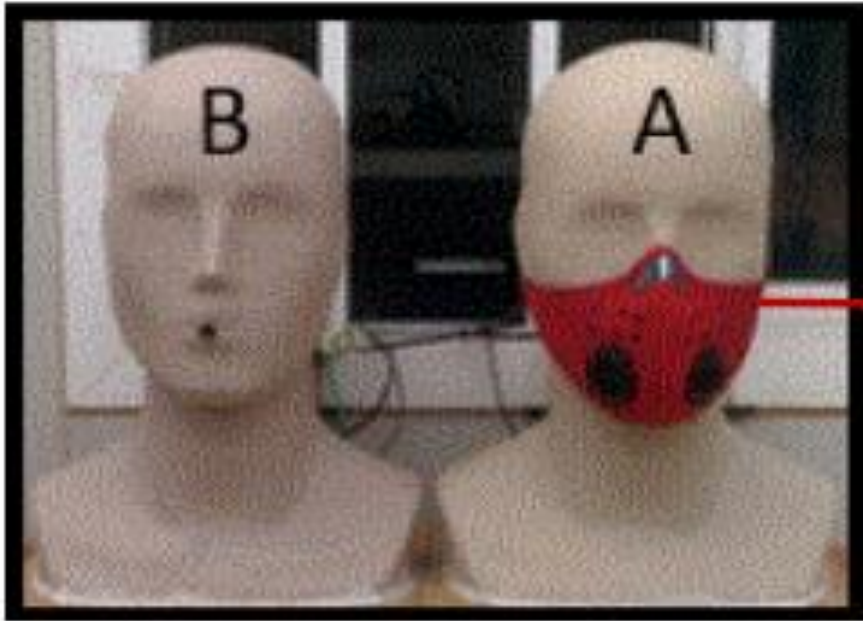
≈ 98.05%

หน้ากากอนามัย 1 ชั้น  
+กระดาษทิชชู 2 แผ่น  
พับครึ่ง



≈ 67.04%





**LDSA** lung deposited surface area

**BC** black carbon concentration

**UFP** ultrafine particles (dianeters < 0.1  $\mu\text{m}$ )

## Barcelona (Spain)

- Large variability among different face masks
- The common feature is higher effectiveness for PM2.5 than for BC, LDSA – possibly related to particle size distribution

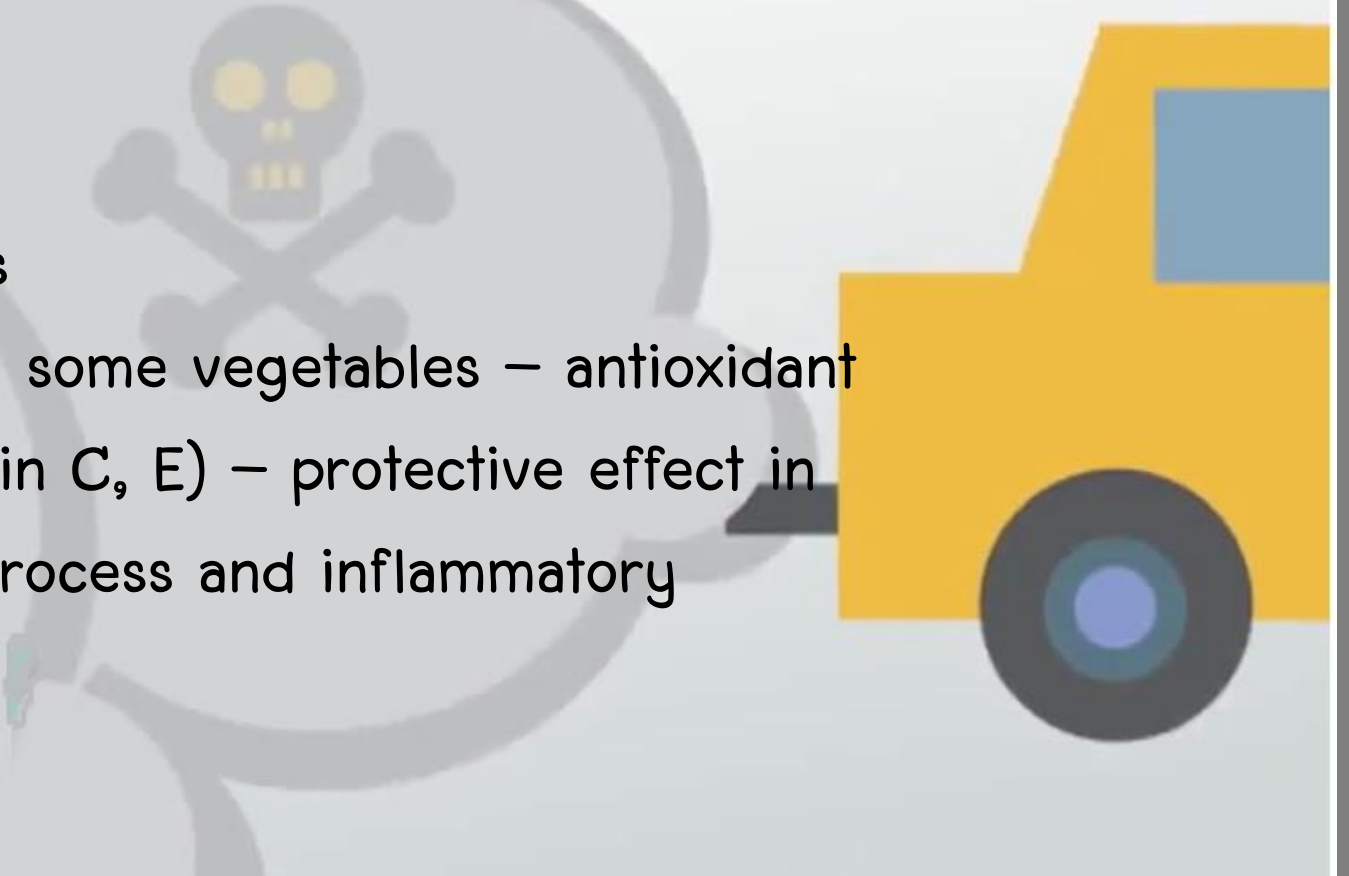


# COMMERCIAL FACE MASK

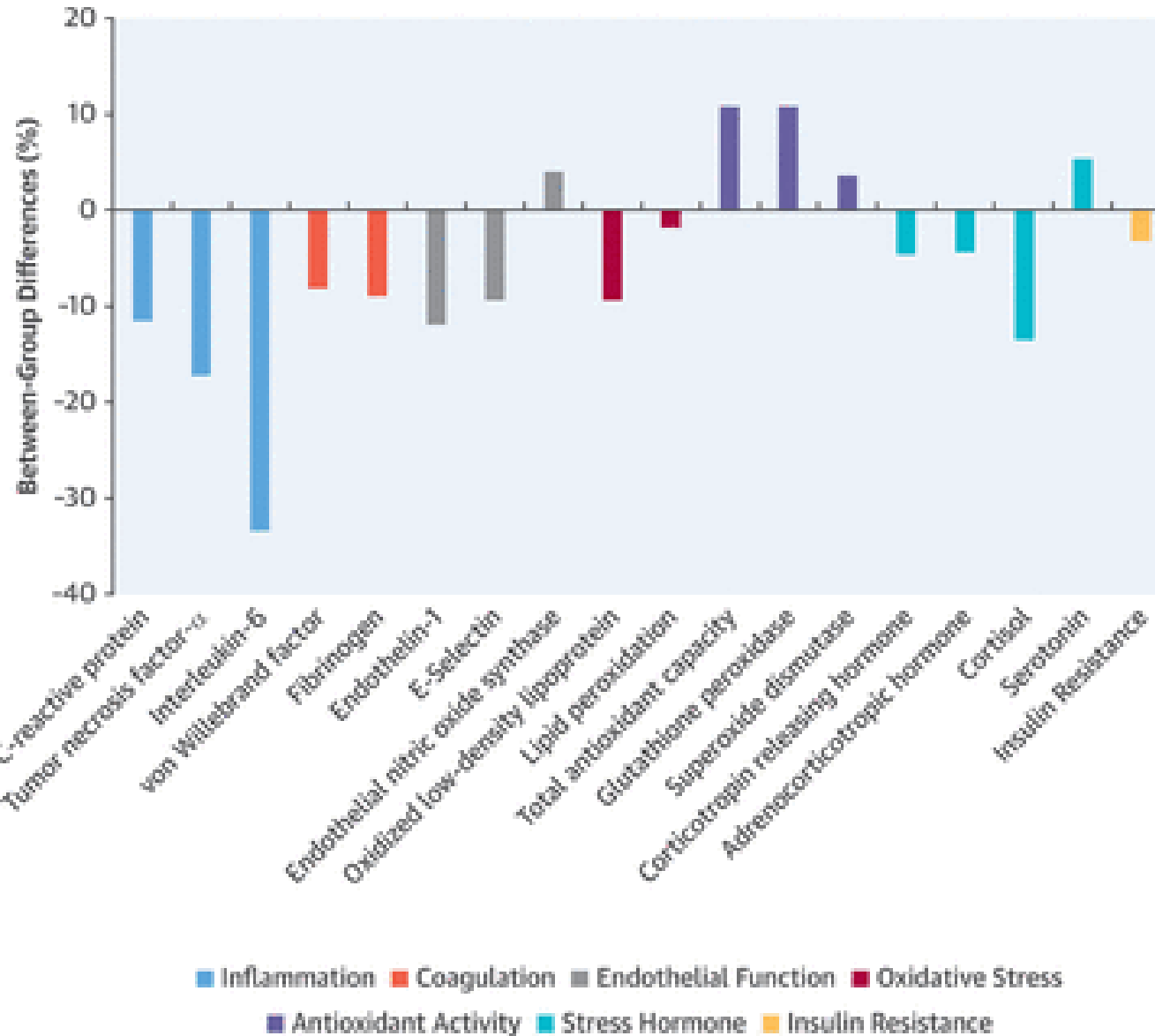
- QUALITY OF THE FILTER
- NUMBER OF DIFFERENT FILTER LAYERS
- HOW THE MASK FITS TO THE FACE

# MEASURES AGAINST AMBIENT AIR POLLUTION

- Other measures
  - smoking cessation
  - sufficient nutrients
    - Fresh fruit and some vegetables – antioxidant vitamins (vitamin C, E) – protective effect in the oxidative process and inflammatory response
    - Fish oil



## CENTRAL ILLUSTRATION: Cardiovascular Benefits of Fish-Oil Supplementation Against Fine Particulate Matter Air Pollution



The average  $PM_{2.5}$  level was  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  during the study period. Compared with the placebo group, the fish-oil group showed relatively stable levels of most biomarkers in response to changes in  $PM_{2.5}$  exposure.

- authors observed beneficial effects of fish-oil supplementation on 5 biomarkers of blood inflammation, coagulation, endothelial function, oxidative stress, and neuroendocrine stress response in the fish-oil group



# RECOMMENDATION FOR MILD ASTHMA (GINA 2019)

- ALL ADULTS AND ADOLESCENTS WITH ASTHMA SHOULD RECEIVE **ICS-CONTAINING CONTROLLER TREATMENT**, TO REDUCE THEIR RISK OF SERIOUS EXACERBATIONS TO CONTROL SYMPTOMS. FOR SAFETY, GINA NO LONGER RECOMMENDS STARTING WITH SABA ONLY TREATMENT

**Adults & adolescents 12+ years**
**Personalized asthma management:**  
 Assess, Adjust, Review response

'Controller' treatment means the treatment taken to prevent exacerbations

**Asthma medication options:**  
 Adjust treatment up and down for individual patient needs

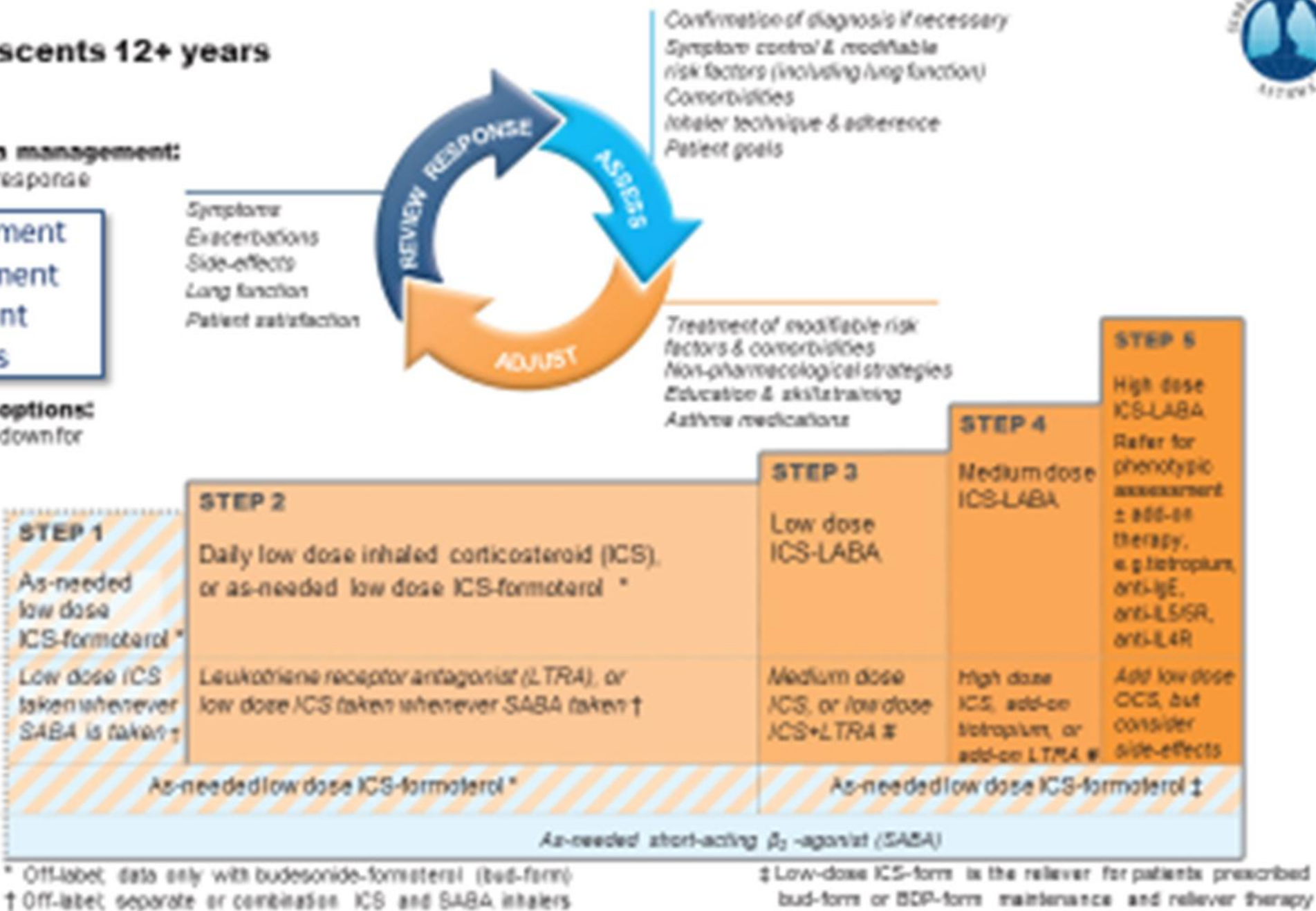
**PREFERRED CONTROLLER**

to prevent exacerbations and control symptoms

Other controller options

**PREFERRED RELIEVER**

Other reliever option



\* Off-label, data only with budesonide-formoterol (bud-form)

† Off-label, separate or combination ICS and SABA inhalers

‡ Low-dose ICS-form is the reliever for patients prescribed bud-form or BDP-form maintenance and reliever therapy

 ‡ Consider adding HDM SUT for sensitized patients with allergic rhinitis and FEV<sub>1</sub> >70% predicted

# ASTHMA FLARE UPS: ASTHMA ACTION PLAN (GINA 2019)

- **INCREASE FREQUENCY OF INHALED RELIEVER** (SABA, OR LOW DOSE ICS-FORMOTEROL); ADD SPACER FOR MDI.

## **RAPID INCREASE IN CONTROLLER**

- ICS: INADULTS, QUADRUPLE DOSE. HOWEVER, IN CHILDREN WITH GOOD ADHERENCE, 5X INCREASE IS NOT EFFECTIVE.
  - MAINTENANCE ICE-FORMOTEROL: QUADRUPLE MAINTENANCE ICS-FORMOTEROL DOSE (TO MAXIMUM FORMOTEROL DOSE OF 72 MCG/DAY)
  - MAINTENANCE ICS-OTHER LABA: STEP UP TO HIGHER DOSE FORMULATION, OR ADDING SEPARATE ICS INHALER TO ACHIEVE QUADRUPLE ICS DOSE
  - MAINTENANCE AND RELIEVER ICS-FORMOTEROL: CONTINUE MAINTENANCE DOSE; INCREASE RELIEVER DOSES AS NEEDED (MAXIMUM FORMOTEROL 72 MCG/DAY)
- **ORAL CORTICOSTEROIDS** (PREFERABLY MORNING DOSING; REVIEW BEFORE CEASING):
    - ADULTS – PREDNISOLONE 40-50 MG, USUALLY FOR 5-7 DAYS
    - FOR CHILDREN: 1-2 MG/KG/DAY UP TO 40 MG, USUALLY FOR 3-5 DAYS
    - TAPERING NOT NEEDED IF OCS HAS BEEN GIVEN FOR LESS THAN 2 WEEKS



- PM เป็นสาเหตุของการเกิด OXIDATIVE STRESS และ INFLAMMATION ในทางเดินหายใจ
- กลุ่มเสี่ยง คือ ผู้สูงอายุ เด็ก หญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์ ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ หรือโรคหัวใจ
- ผลกระทบต่อสุขภาพ
  - เบื้องต้นมีอาการระคายเคืองของอวัยวะสัมผัส การระบายอากาศของปอดลดลง การนำพาออกซิเจนของฮีโมโกลบินลดลง
  - เกิดการเจ็บป่วยแบบเรื้อรัง COPD ASTHMA ALLERGIC RHINITIS LUNG CANCER
  - ภาวะกำเริบของโรค COPD ASTHMA BRONCHITIS PNEUMONIA
- การป้องกันมลพิษทางอากาศ
  - ขณะมีค่า AQI สูง เลี่ยงการอยู่หรือทำกิจกรรมในที่โล่ง ใส่หน้ากากป้องกันขณะอยู่ในพื้นที่เสี่ยง
  - ลดฝุ่นละอองภายในบ้าน
  - ใช้เครื่องฟอกอากาศที่มีแผ่นกรอง HEPA

**THANK YOU**