La Qualità dell'Aria e i Cambiamenti Climatici

Effetti sulla salute degli inquinanti atmosferici

TORINO RESPIRA

Con il sostegno di: Fondazione Compagnia di San Paolo

Torino Respira è un comitato di cittadini, nato per promuovere iniziative finalizzate a migliorare la qualità dell'aria nella città di Torino e nell'area metropolitana torinese.

Il Comitato persegue il proprio scopo mediante attività di informazione, sensibilizzazione e coinvolgimento dei cittadini, organizzazione di incontri con esperti, sollecitazione delle istituzioni all'adozione di misure dirette alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e delle emissioni che ne sono causa. Questa finalità viene perseguita anche tramite il sostegno a iniziative giudiziarie, sia in sede penale che civile, a tutela della salute.

Il Comitato è retto da un Consiglio Direttivo che pianifica e coordina l'organizzazione di iniziative e attività, approva l'adesione dei richiedenti e cura l'espletamento di tutte le attività formali relative alla vita del Comitato stesso. Il Consiglio Direttivo, i cui membri agiscono gratuitamente, viene eletto annualmente dall'assemblea dei soci.

https://www.torinorespira.it/

Indice dei macro argomenti

· Determinanti dell'esposizione agli inquinanti.....pag **4**

· Studi tossicologici ed epidemiologici.....pag **7**

· Effetti sulla salute.....pag **11**

· Salute e cambiamenti climatici.....pag **21**

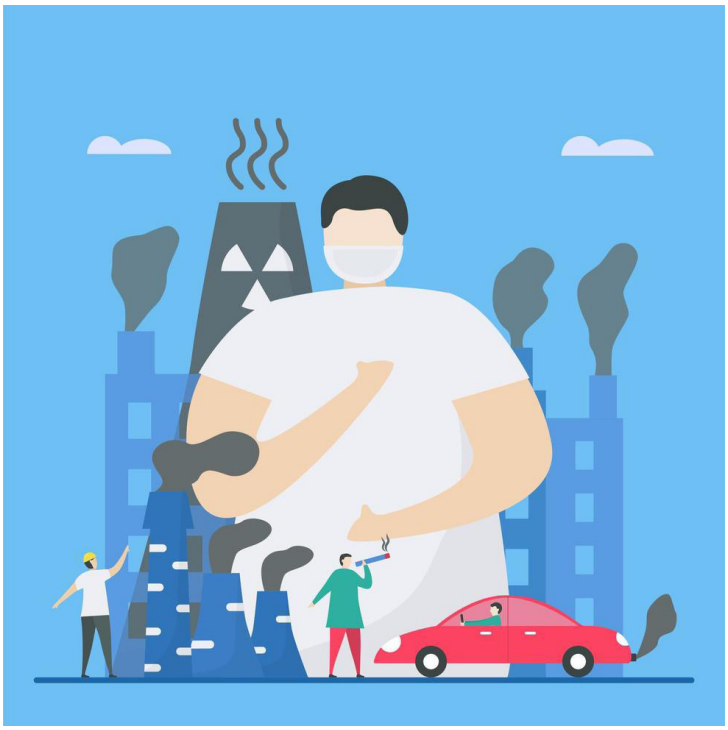
· Bibliografia.....pag. **30**

Determinanti dell'esposizione agli inquinanti

L'ESPOSIZIONE cioè il contatto tra gli inquinanti e il corpo umano è variabile e gli effetti sui diversi organi variano a seconda della :

1. **concentrazione** nell'aria degli inquinanti (vicinanza dalla fonte, barriere fisiche presenti tra le fonti e le persone)
2. **tempo** trascorso a contatto con questi (outdoor e indoor)
3. **caratteristiche chimico-fisiche degli inquinanti** (solubilità , pattern di deposizione nell'apparato respiratorio)
4. **livello di attività fisica della persona** (aumento della frequenza respiratoria) e dalle caratteristiche del soggetto esposto (suscettibilità)

- **Dose efficace**: la quantità di inquinante che realmente interagisce con un certo organo o apparato cioè la dose di inquinamento che raggiunge gli organi target
- **Non esiste una soglia limite** bensì l'effetto inizia già a dosi piccole e aumenta con l'aumentare della dose.



Stime dell'esposizione

- Le stime dell'esposizione devono essere sufficientemente accurate, precise e biologicamente rilevanti, e in grado di quantificare il range dei livelli di esposizione della popolazione in studio
- L'esposizione di un individuo può essere misurata con campionatori personali in prossimità di narici e bocca (esposizione media di diversi giorni)
- Negli studi epidemiologici che coinvolgono popolazioni molto grandi l'esposizione personale viene sostituita con i valori di concentrazione esterna degli inquinanti misurate in posizioni fisse (alta variabilità negli ambienti urbani es. canyon stradali)
- Quando i dati ambientali non sono adeguati a rappresentare la realtà si utilizzano altri metodi come modellistica, proxy di esposizione (es. distanza <250-100 m della residenza dalle strade ad alto traffico), indicatori biologici (es. sangue, urine, aria espirata)

In sintesi:

1. Nei casi più semplici si può determinare la concentrazione degli inquinanti aereodispersi con il solo approccio diretto (misure ambientali strumentali)
2. Indirettamente con modelli matematici
3. Nei casi più complicati risulta preferibile un approccio globale con l'integrazione dei dati analitici con le elaborazioni matematiche (integrando i due metodi precedenti)

Fattori di suscettibilità

SOGGETTI MAGGIORMENTE SENSIBILI AGLI EFFETTI SANITARI DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO
■ soggetti anziani, indigenti o bambini;
■ soggetti che presentano maggiore suscettibilità per fattori genetici innati (per esempio, polimorfismi legati alla famiglia della glutatione-S-transferasi o quelli legati al gene TNFα) o per uno sviluppo incompleto delle funzioni fisiologiche (bambini);
■ soggetti che presentano maggiore suscettibilità perché affetti da malattie cardiovascolari, respiratorie (asma, BPCO, polmonite) o diabete di tipo 2, che comportano alterazioni funzionali tali da favorire un danno maggiore per esposizione agli inquinanti atmosferici;
■ soggetti esposti ad altre sostanze tossiche, per esempio, in ambiente di lavoro, i cui effetti potrebbero sommarsi o interagire con quelli degli inquinanti atmosferici;
■ soggetti esposti ad alte concentrazioni di inquinanti atmosferici, perché residenti in zone con alta densità di traffico, o per motivi lavorativi (per esempio, vigili urbani, autisti di mezzi pubblici);
■ soggetti sovrappeso od obesi hanno un aumentato rischio di diabete (oltre a ipertensione arteriosa, ipercolesterolemia, riduzione della capacità polmonare totale) e conseguentemente di mortalità dovuta all'esposizione a inquinanti atmosferici. Al contrario, una dieta ricca di antiossidanti può ridurre tali effetti.

Tabella 17. Soggetti maggiormente sensibili agli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico.

Fonte: Epidemiologia e prevenzione 2013, 37 (4-5) suppl 2:1-86

Studi tossicologici ed epidemiologici

- Gli standard per la qualità dell'aria derivano dall'integrazione dei dati provenienti dagli dagli studi tossicologici sugli animali e di esposizione umana controllata e dagli studi epidemiologici
- **Effetti sulla salute a BREVE TERMINE**: osservabili a pochi giorni di distanza dai picchi di inquinamento
- **Effetti sulla salute a LUNGO TERMINE**: osservabili dopo esposizioni di lunga durata e a distanza di anni dall'inizio dell'esposizione

1. Studi sperimentali tossicologici

- Studi su animali, cellule in vitro, studi su esposizione umana controllata (studio inquinanti specifici in condizioni controllate standardizzando i metodi e i livelli di esposizione)
- Comprensione dei meccanismi (es. agenti cancerogeni come idrocarburi policiclici aromatici, mutageni, sostanze epigenetiche)
- Gli studi sull'uomo vengono spesso svolti a diversi livelli di attività fisica per modificare il dosaggio e a varie concentrazioni di inquinanti (sintomi, parametri fisiologici e funzionali, biomarker)
- Effetti a breve termine, incapacità di studiare effetti cronici sulla salute dell'esposizione a lungo termine o a vita

Esempi di studi sperimentali

- Una serie di esperimenti ha analizzato la capacità delle particelle ambientali di indurre un redox cycling (ciclo di ossidoriduzione), confermando il ruolo del PM nell'indurre stress ossidativo
- Ipotesi di un ruolo aterogenetico dell'inquinamento atmosferico è stata inizialmente studiata negli animali (conigli, topi o ratti cronicamente esposti a particelle ambientali sviluppano aterosclerosi)
- Uno studio umano in camera sigillata ha evidenziato infiammazioni allergiche più gravi tra i soggetti sensibilizzati esposti sia ad allergeni che a particelle di diesel rispetto a quelli esposti ai soli allergeni in particolare tra i soggetti che mostrano un difetto in due geni che regolano la difesa antiossidante delle vie aeree ovvero glutatione transferasi GSTM e GSTp.

2. Studi epidemiologici

Effetti a breve termine (acuti):

- le concentrazioni di inquinanti variano giornalmente a causa del forte influsso delle condizioni metereologiche sulla dispersione dell'accumulo
- studio di EVENTI: molti studi hanno preso in esame l'associazione tra cambiamenti giornalieri della qualità dell'aria e la frequenza di una serie di eventi

Studi tossicologici ed epidemiologici

2. Studi epidemiologici

EFFETTI ACUTI
Mortalità giornaliera
Ricoveri ospedalieri per problemi respiratori
Ricoveri ospedalieri per problemi cardiovascolari
Visite presso strutture di pronto soccorso per problemi respiratori e cardiaci
Visite ambulatoriali per patologie respiratorie e cardiache
Utilizzo di medicinali per problemi respiratori e cardiovascolari
Giorni di inattività
Assenze dal lavoro
Giorni di scuola persi
Automedicazione
Sintomi acuti
Cambiamenti fisiologici (es. delle funzioni polmonari)

Fonte: European Respiratory Society 2010
qualità dell'aria e salute

2. Studi epidemiologici

Effetti a lungo termine (cronici)

- l'esposizione a lungo termine all'inquinamento atmosferico varia da persona a persona a causa delle differenze spaziali piuttosto che temporali della qualità dell'aria (vicinanza alle arterie del traffico)
- tecniche di modellizzazione per mappare la distribuzione spaziale degli inquinanti e il *geocoding* delle abitazione e dei luoghi di lavoro che consente una valutazione individuale dell'esposizione. Progetto ESCAPE www.escapeproject.eu)
- studi a lungo termine devono coinvolgere persone che vivono in luoghi caratterizzati da livelli medi di inquinamento atmosferico differenti giungendo ad analisi su più città o su più comunità
- **analisi delle condizioni cliniche e/o patologiche, stati funzionali, diffusione di patologie croniche (bpco), aspettative di vita**

Studi tossicologici ed epidemiologici

2. Studi epidemiologici

EFFETTI CRONICI
Mortalità provocata da patologie cardiorespiratorie croniche
Incidenza e diffusione delle patologie respiratorie croniche (asma, BPCO)
Variazioni croniche di funzioni fisiologiche (es.funzioni polmonari)
Tumore al polmone
Patologia cardiovascolare cronica
ALTRI EFFETTI:
Peso ridotto alla nascita
Parto prematuro
Problemi di sviluppo cognitivo nei bambini

Fonte: European Respiratory Society 2010 qualità dell'aria e salute

Studi tossicologici ed epidemiologici

2. Studi epidemiologici

Misure di frequenza delle malattie

- Il rischio calcolato dagli studi epidemiologici è tipicamente espresso in termini relativi, a esempio come rischio relativo (RR) o in odds ratio (OR).
- Poiché nella maggior parte dei casi tutti i partecipanti allo studio vengono esposti a un certo livello di esposizione l'RR viene di solito espresso tra alcune unità di inquinante e non sul confronto tra "esposti" e "non esposti" (es. l'associazione tra variazioni giornaliere di livelli di PM 2.5 e la mortalità di giornaliera viene spesso indicata come variazione di 10 µg .m-3 del PM 2.5)

Effetti sulla salute: studi principali

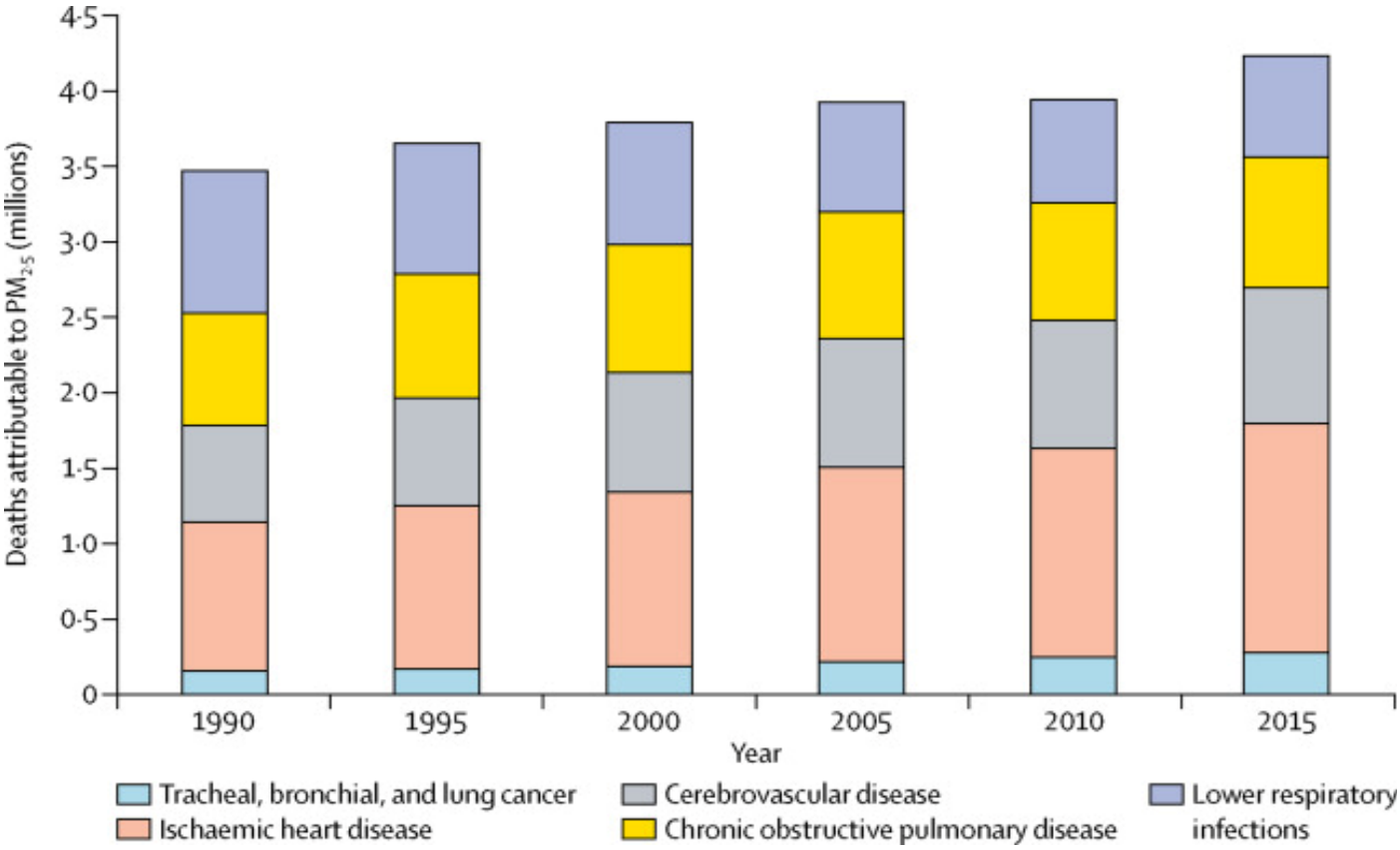
- NMPSA (Stati Uniti) (2005): studio delle serie temporali condotto nelle più grandi città americane ha riportato effetti prodotti da incrementi del PM10 sulla mortalità respiratoria e cardiovascolare. Ostro e colleghi hanno valutato effetto esposizione a PM 2.5 sulla mortalità in 9 città della California in > 22 milioni di adulti: per ogni incremento di 15 di PM 2.5 sono stati riportati incrementi della mortalità dello 0.61% per tutte le cause, dello 0.70% per cause cardiovascolari e del 2.05% per cause respiratorie.
- APHEA 2: conferma europea di questi risultati, incrementi giornalieri di PM10 corrispondono a incrementi della mortalità generale, respiratoria e cardiovascolare. > 50 milioni di adulti in 23 città europee. Analoghi risultati anche per incrementi di 10 µ/m3 di O3 e NO2
- Studio MISA: meta-analisi italiana sugli effetti a breve termine in 15 città italiane (9.1 milioni di abitanti) aumento mortalità per tutte le cause e cause respiratorie dovute all'esposizione a PM10. Analoghi risultati anche per incrementi di 10 µ/m3 di O3
- EPIAIR: 10 città italiane su 300.000 soggetti di età>35 aa (2001-2005) ha evidenziato 1) un aumento di mortalità per cause respiratorie pari al 2.29% (IC95%:1.03-3.58) per ogni incremento di 10 µ/m3 PM10 nell'arco di un periodo di esposizione da 0-3 giorni, più alto in estate 7.77% (IC95%:2-25-13.17) 2) incremento di mortalità per ogni incremento di 10 µ/m3 di NO2 nell'arco di 5 giorni è stato calcolato un aumento di mortalità per cause respiratorie pari al 3.48% (IC95%:0.75-6.29) e per cause cardiache pari a 2.63% (IC65%:1.53-3.75). Incremento dei ricoveri per malattie cardiache e malattie respiratorie (0-5 giorni) per NO2 e O3
- SISTI (2008): 9 città italiane, oltre a riportare l'associazione tra PM10 e mortalità, suggerisce una correlazione con lo scompenso cardiaco
- Studio impatto sanitario di PM10 e O3 in 13 grandi città italiane (inclusa Torino) OMS 2006: 25 eventi avversi e corrispondenti coefficienti di rischio concentrazione-risposta. Circa 8220 morti l'anno, in media, sono attribuibili a concentrazioni di PM10 > 20 µg/m3, questo equivale al 9% della mortalità per tutte le cause (escluse gli incidenti) nella popolazione > 30 anni e la mortalità a breve termine è pari a 1372 decessi, l'equivalente dell'1.5% della mortalità per tutte le cause dell'intera popolazione. Impatto dell' O3 per concentrazioni > 70 µg/m3 ammonta allo 0.6% di tutte le cause di morte.

Fonte: Epidemiologia e prevenzione 2013, 37 (4-5) suppl 2:1-86

Effetti sulla salute: dimensioni del problema

- Global Burden Disease: grande studio morbilità e mortalità attribuibile ad inquinamento atmosferico (Studio osservazionale-25 anni dal 1990-2015 in 127 paesi) www.thelancet.com vol 189 May 13 2017
- PM 2.5 è il 5° fattore di rischio di mortalità nel mondo ed è responsabile di **4.2 milioni di morti (7.6 % delle morti globali** e > 103 milioni di anni di vita persi a causa della disabilità)
- Morti attribuibili ai PM 2.5 sono aumentate da **3.5 milioni nel 1990 a 3.8 nel 2000 a 4.2 nel 2015**
- Esposizione O3 (ozono) ambientale causa 254.000 morti in più per BPCO
- OMS stima che l'inquinamento indoor da fuochi per cucinare e per riscaldarsi causi 3.8 milioni di morti (soprattutto nei paesi a basso-medio reddito)

Fonte: CHEST 2019 155 (2):409-416



Global Burden Diseases Study www.thelancet.com vol 189 May 13 2017

Effetti sulla salute: dimensioni del problema

Mortalità globale per patologia attribuibile a PM 2.5 secondo stime del GBD:

- 17.1% cardiopatia ischemica
- 14.2% malattie cerebrovascolari
- 16.5% tumore polmonare
- 24.7% infezioni basse vie respiratorie
- 27.1% BPCO

Global Burden Diseases Study www.thelancet.com vol 189 May 13 2017

Effetti sulla salute: Italia

Mortalità per cause naturali attribuibile a PM2.5 per macro area

Area geografica	Popolazione >30aa	Numero di casi osservati	Numero di casi attribuibili		
			N	95%CI	
ITALIA	40,077,488	525,750	32,815	19,634	40,969
NORD	18,847,023	248,313	22,441	13,451	27,984
CENTRO	8,858,531	118,876	5,544	3,326	6,913
SUD E ISOLE	12,371,934	158,561	4,830	2,856	6,073
NON URBANO	25,826,119	344,014	13,401	7,923	16,853
URBANO	14,251,369	181,736	19,414	11,711	24,116

Fonte: Progetto VIIAS 2005

Effetti sulla salute:

Riduzione speranza di vita in Italia 2010

		Riduzione speranza di vita (mesi)
	Italia	9,2
Area geografica	Nord	11,6
	Centro	8,0
	Sud	5,3
Macroarea	Urbano	12,6
	Rurale	9,0
Genere	Uomini	8,5
	Donne	10,0

Relativa a l PM2,5
Livello controfattuale 10 ug/m3
Fonte Progetto MED HISS

Riduzione speranza di vita in Piemonte 2010

Area geografica	Riduzione speranza di vita (mesi)
Regione Piemonte	9,6
Provincia Torino	9,1
Provincia Vercelli	9,6
Provincia Novara	13,2
Provincia Cuneo	7,4
Provincia Asti	12,0
Provincia Alessandria	12,2
Provincia Biella	8,0
Provincia VCO	5,9
Torino Città	24,7

Relativa a l PM2,5
Livello controfattuale 10 ug/m3
Fonte Progetto MED HISS

Effetti sulla salute: sostanze gassose

INQUINANTE	DETERMINANTE DEL DANNO	TESSUTO INTERESSATO
Biossido di zolfo (so_2)	Molto solubile	• Alte vie respiratorie e cute
Biossido di azoto (NO_2) Ozono (O_3) Monossido di carbonio (CO)	Meno solubili (NO2 e O3 sono sostanze irritanti e O3 ha un alto potere ossidante)	• Penetrano più profondamente nell'albero respiratorio • Danno bronchiale e bronchiolare • CO: ipossia tessutale

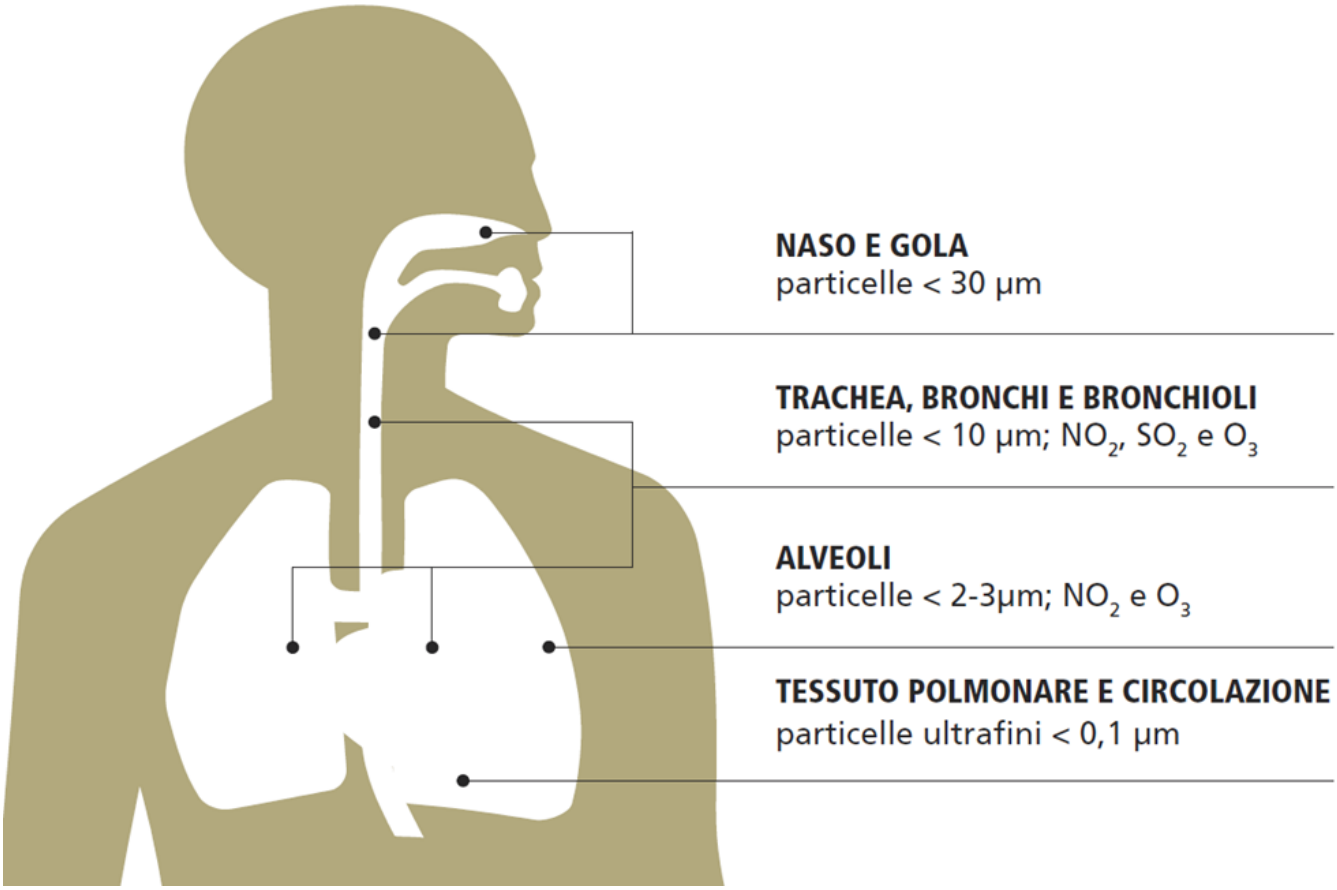
CHEST 2019 Dean E. et al;155 (2):409-416

- SO2 l'esposizione acuta può provocare reazioni infiammatorie della mucosa (rinite, bronchite, alveolite), per esposizioni prolungate fenomeni di bronco-costrizione, attraverso l'attivazione di processi infiammatori può determinare aumento della viscosità plasmatica e della coagulazione del sangue
- NO2 irritante delle vie respiratorie e occhi, il gas può legarsi all'emoglobina con formazione di meta-emoglobina
- O3 irritante per tutte le mucose (irritazione occhi e disturbi respiratori, esposizione critica o prolungata può causare tosse, riduzione della funzione polmonare, iper-reattività bronchiale reversibile entro 48 h dalla cessata esposizione in grado però di causare fenomeni di sensibilizzazione e irritazione se persistenza di esposizione anche a concentrazioni non elevate). Alto potere ossidante per cui distrugge l'epitelio alveolare facilitando l'ingresso di altri inquinanti, associato a processi infiammatori con possibili conseguenze cardiovascolari

Effetti sulla salute: particolato

- PM può veicolare nell'albero circolatorio numerosi microinquinanti adsorbiti sulla superficie, come metalli (piombo, cadmio) e idrocarburi aromatici policiclici (IPA) e questo spiega la sua capacità di indurre anche effetti mutageni sull'uomo
- Studi tossicologici in vitro hanno mostrato effetti del PM a livello cellulare che includono: mutagenicità, danni al DNA (genotossicità), cancerogenicità e stimolazione della produzione di citochine le quali favoriscono i processi infiammatori associati alle patologie cardiovascolari
- PM2.5 e PM 0.1 veicolano una più alta concentrazione di composti organici (es.IPA) e hanno un'elevata capacità di produrre radicali liberi (presenza in superficie di metalli di transizione come cobalto, rame, ferro, manganese, nickel, vanadio, titanio). La produzione di radicali liberi causa danni alle membrane lipidiche, alle proteine ed al DNA ed ha un effetto pro-infiammatorio. Il PM di origine veicolare produce più radicali liberi dei PM di altra origine
- PM può interagire con allergeni presenti nell'aria e comportarsi come un aptene carrier per indurre reazioni allergiche asmatiche in pazienti sensibilizzati

Effetti sulla salute: particolato



Le particelle più fini hanno la capacità di penetrare più in profondità nel sistema respiratorio.

Le particelle ultra-fini possono penetrare nei tessuti ed entrare nel circolo sanguigno.

- Nel 10/2013 lo IARC (International Agency for Cancer Research) ha classificato l'inquinamento atmosferico come cancerogeno per l'uomo: esistono sufficienti evidenze scientifiche che questo causi il cancro al polmone, associazione positiva con il cancro della vescica
- Il PM è stato valutato separatamente ed è stato altresì classificato come cancerogeno per l'uomo con crescente rischio di cancro all'aumentare dei livelli di esposizione.
- Studio dell' American Cancer Society di Pope et al (JAMA 2002) su 10.749 soggetti morti per cancro polmonare riporta che ad ogni incremento di 10 µg/m3 di PM2.5 era associato un aumento di rischio di cancro polmonare dell' 8-14%
- Numerosi studi mostrano aumento del tumore al polmone tra i NON fumatori

Fonti: Ennio Cadum ARPA Piemonte, Pope et al JAMA 2002;287:1132-41

Effetti sulla salute: Le raccomandazioni dell'OMS

- I limiti di legge attuali per il particolato non sono considerati sufficienti a tutelare la salute dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)
- I limiti raccomandati (dal 2005) sono:
- PM2,5: 10 µg/m3 media annua (25)
- 25 µg/m3 media sulle 24 ore
- PM10: 20 µg/m3 media annua (40)
- 50 µg/m3 media sulle 24 ore
- Nel 2015 un gruppo di esperti dell'OMS ha raccomandato una ulteriore revisione di queste linee guida

Fonte: WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide – WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs) Bonn, 2015

- Nel 2013 l'ufficio regionale per l'Europa dell'OMS ha pubblicato una review delle evidenze degli aspetti sanitari dell'inquinamento dell'aria nella quale, per quanto riguarda il PM si sottolinea che occorrerebbe rivedere le attuali linee guida dell'OMS.
- Lo stato attuale delle conoscenze scientifiche mostra che gli effetti negativi associati al PM10 e PM 2.5 non hanno valori soglia nell'ambito dei valori ambientali studiati e seguono una funzione concentrazione-risposta prevalentemente lineare e si verificano a valori relativamente bassi

Fonte: Ennio Cadum ARPA Piemonte

In sintesi gli inquinanti atmosferici agiscono:

1. EFFETTI DIRETTI su organi bersaglio, a livello del polmone i meccanismi di clearance non riescono a filtrare il carico di PM e delle polveri che si accumulano intorno ai bronchioli terminali e determinano un'infiammazione cronica e fibrosi.

2. EFFETTI INDIRETTI mediati dallo stress ossidativo e dalla risposta infiammatoria.

L'infiammazione, solitamente nel polmone, causa stress ossidativo che comporta perossidazione dei lipidi, riduzione degli antiossidanti e attivazione di segnali proinfiammatori che possono agire anche su organi distanti.

Fonte: Dean et al CHEST 2019; 155 (2):409-416, David E. et al European Hearth Journal 2015, 36,83-93

Effetti sulla salute: buone notizie

Studi di intervento:

studi nei quali è stata valutata la capacità di riduzione o rimozione degli effetti nocivi al ridursi della concentrazione degli inquinanti.

Gli studi hanno mostrato che l'abbattimento dell'inquinamento atmosferico può portare a un miglioramento nella salute della popolazione.

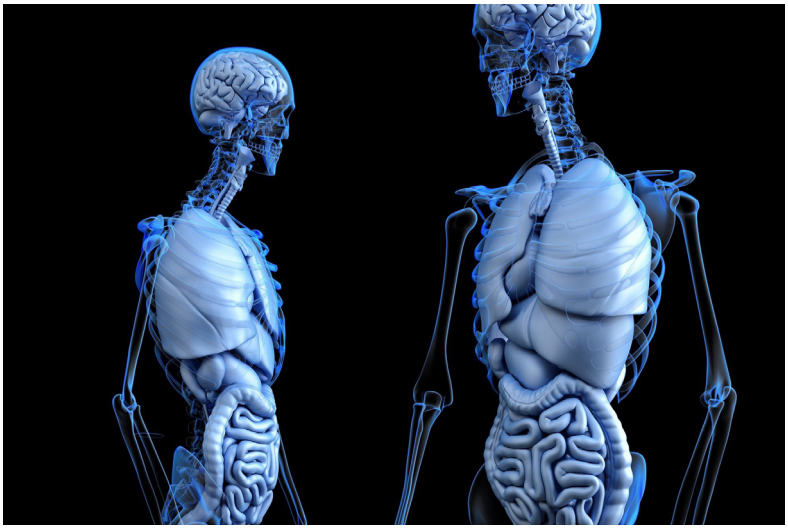
- Studio di Friedman et al, frequenza di eventi asmatici nei bambini in concomitanza della chiusura del centro cittadino di Atlanta per Olimpiadi 1996. Confronto 17 giorni dei Giochi Olimpici con 4 settimane precedenti. I risultati hanno mostrato una più bassa prevalenza di eventi asmatici acuti in associazione alla riduzione delle concentrazioni di O3, PM10 e CO

Fonte: Epidemiologia e prevenzione 2013, 37 (4-5) suppl 2:1-86

Alcuni studi hanno mostrato che la riduzione del particolato si associa a riduzione dei tassi di morbilità e mortalità. In particolare uno studio condotto negli Stati Uniti ha mostrato una riduzione di mortalità del 27% per tutte le cause per ogni riduzione di 10 µg/m3 della concentrazione di PM2.5. In particolare la riduzione di 10 µg/m3 è risultata associata ad un aumento dell'aspettativa di vita di 0.61 anni.

- Studio APHEIS-3: ha incluso 23 città per un totale di 39 milioni di abitanti, sarebbe possibile prevenire 11.000 decessi prematuri all'anno se si riducesse l'esposizione ai PM 2.5 a 20 µg/m3.

Fonte: Epidemiologia e prevenzione 2013, 37 (4-5) suppl 2:1-86



Effetti sulla salute: cosa fare

- La strategia più importante è la **riduzione delle emissioni**, l'obiettivo della prevenzione dev'essere il **miglioramento della qualità dell'aria.**
- **Ridurre l'inquinamento degli ambienti interni:** fumo di tabacco, camini, stufe al cherosene, aprire le finestre al di fuori degli orari di punta e degli orari caratterizzati da livelli elevati di inquinanti
- **Modificare l'esposizione personale**: esposizione più alta in un raggio di 50-100 m da strada trafficata, concentrazioni più alte ai piani bassi degli edifici, scelta degli orari e dei livelli di attività, **possibilità di indossare mascherine**
- **Dieta ricca di frutta e verdure** (antiossidanti e vitamine)
- **Controllo delle comorbilità**

Salute e cambiamenti climatici

- Nel 1990 l'OMS pubblica il primo rapporto sugli effetti sanitari dei cambiamenti climatici
- Ad eccezione degli effetti diretti di eventi meteorologici estremi, **la salute non è danneggiata direttamente dal clima, ma dalle conseguenze che il suo cambiamento avrà per l'ambiente**
- Il cambiamento climatico altera la concentrazione e la distribuzione degli inquinanti atmosferici e interagisce con la presenza di **allergeni stagionali** (anticipi della pollinazione di molte specie vegetali, aumento della quantità di polline, maggior concentrazione di muffe)
- **I cambiamenti climatici accentuano le diseguaglianze** (in termini di impatto per la salute ci si attende che le emissioni di gas serra avranno conseguenze più gravi nei paesi più poveri. Alcune previsioni indicano che le popolazioni africane avranno, a causa del cambiamento climatico, una perdita di vita 500 volte maggiore di quella attesa per le popolazioni europee.
- Anche le diseguaglianze di salute già esistenti all'interno di una stessa popolazione tenderanno ad aumentare

Bibliografia

- *Qualità dell'aria e salute. European Respiratory Society 2010*
- *Inquinamento atmosferico e salute umana Epidemiologia e prevenzione 2013; 37(4-5) suppl 2: 1-86*
- *ARPA Piemonte – Ennio Cadum 2016*
- *Cohen et al Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution:an analysis of data from Global Burden of Diseases Study 2015 www.thelancet vol 189 May 13 2017*
- *Dean et al Air Pollution and Noncommunicable Diseases part 1 CHEST 2019;155(2):409-416 and part 2 CHEST 2019,15582):417-426*
- *Thurston et al A jont ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution?An analytical framwork Eur Resp J 2017;49:1600419*
- *Newby et al Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease European Heart Journal (2015) 36,83-93*
- *Cohen et al Air Pollution and lung cancer:what more do we need to know? THORAX 2003,58:1010-1012*
- *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs) Bonn, 2015*
- *WHO Clean Air for Health: Geneva action agenda*

Quali sono i fattori che determinano un aumento dell'esposizione agli inquinanti?

Leggete le affermazioni nella tabella sottostante.

Spuntate una sola casella per ogni affermazione.

Affermazione		Sono sicuro che sia giusta	Penso che sia giusta	Penso che sia sbagliata	Sono sicuro che sia sbagliata
1	una bassa concentrazione ambientale degli inquinanti				
2	l'attività fisica del soggetto esposto				
3	una minore solubilità degli inquinanti gassosi				
4	la vicinanza fisica alla fonte di emissione				

Quali tra le seguenti affermazioni relative agli inquinanti e ai loro effetti sulla salute sono vere?

Leggete le affermazioni nella tabella sottostante.

Spuntate una sola casella per ogni affermazione.

Affermazione		Sono sicuro che sia giusta	Penso che sia giusta	Penso che sia sbagliata	Sono sicuro che sia sbagliata
1	esiste un valore soglia sotto il quale non si verificano effetti negativi sulla salute				
2	gli attuali limiti di legge sono ampiamente "protettivi" nei confronti dei soggetti esposti				
3	gli attuali limiti proposti dall'OMS sono ampiamente "protettivi" nei confronti dei soggetti esposti				
4	gli effetti negativi incrementano all'aumentare della dose che raggiunge gli organi target				

Quali tra questi sono provvedimenti si è rilevato utile nel ridurre gli effetti negativi degli inquinanti sulla salute?

Leggete le affermazioni nella tabella sottostante.

Spuntate una sola casella per ogni affermazione.

Affermazione		Sono sicuro che sia giusta	Penso che sia giusta	Penso che sia sbagliata	Sono sicuro che sia sbagliata
1	una dieta ricca di alimenti antiossidanti				
2	svolgere attività sportiva all'aperto				
3	chiudere le finestre durante le ore di punta				
4	utilizzare una mascherina				