

PANDEMIA & INQUINAMENTO

(analisi al Boreal)



Quando dopo una incredibile e lunga odissea in compagnia dello spettro della morte volteggiare d'attorno mi apprestai al Viaggio di ritorno approdai a quello che rimaneva d'una città una metropoli, insomma la civiltà edificata da cui provenivo, l'orrore non meno della conferma di quanto avevo pensato...

Dormii su una stuoia, in una taverna chiamata 'La Rosa', del corridoio, perché c'era nella casa, in un letto, un uomo dall'aria russa e pazzesca, dai denti sporgenti che non mi piaceva per niente, ed ero troppo stanco per cercare un altro alloggio; ripartii la mattina dopo, presto, e verso le dieci ero già arrivato a Reading.

L'idea di orientarmi in terra con gli stessi mezzi che mi erano serviti per orientarmi in mare, per quanto naturale, non mi era ancora venuta in mente; ma non appena vidi una bussola in mostra in un negozio vicino al fiume, tutte le mie difficoltà scomparvero: perché una carta o una mappa, una bussola, un compasso e, trattandosi di lunghe distanze, anche un quadrante, erano tutto quel che occorreva per mutare la locomotiva in nave terrestre: bastava scegliere quelle linee il cui tracciato passasse più vicino alla rotta prestabilita, anche se non la seguivano esattamente.

Così attrezzato, lasciai Reading verso sera, prima che si facesse buio. A un angolo vicino alla fabbrica di biscotti vidi un ragazzo, che mi sembrò fosse cieco: stava, come incastrato, in piedi, aveva una catena al polso, e legato alla catena un cane, e il ragazzo si trovava in una posizione tanto arbitraria da farmi pensare fosse stato sollevato, con catena e cane, e piantato lì dalla tempesta del giorno; ma la cosa più strana era il suo braccio, rimasto proteso sopra il cane, così che nell'attimo in cui lo scorsi mi sembrò un ubriaco che stesse aizzando contro di me il suo cane; infatti, tutti i cadaveri che vidi erano molto malconci, svestiti e stravolti dalla tempesta; si sarebbe detto che la terra facesse ogni sorta di vani sforzi per ripulire le sue strade.

Non molto lontano da Reading scorsi il vivaio di un floricultore: alcune aiuole sembravano morte, altre fiorivano con rigogliosa esuberanza; e qui, di nuovo vidi aleggiare intorno alla locomotiva nell'aria della sera, tre farfalline appena uscite dalla crisalide; poi passai accanto a una quantità di treni, pieni zeppi di gente, tutti sull'altro binario, due dei quali distrutti in uno scontro e una locomotiva esplosa; perfino i campi e i terrapieni ai due lati della ferrovia apparivano insolitamente popolati, come se i viaggiatori, non potendo più fidarsi di treni né di altri veicoli, avessero deciso di raggiungere la costa occidentale a piedi, schierati in colonne e carovane.

Prima di arrivare a Slough, stavo per entrare in una galleria, quando osservai sotto l'arco di ingresso una quantità di legni spezzati; mentre percorrevo il tunnel, mi allarmarono i salti che faceva la locomotiva, per via dei cadaveri che ingombravano le

rotaie; all'uscita, un altro ammasso di legni rotti. Immaginai che un gruppo di disperati avesse deciso di chiudere ermeticamente le due uscite della galleria dopo esservi introdotto, con varie provviste, nella speranza di poter sopravvivere, finché il giorno del giudizio fosse passato; a un certo punto un treno diretto a Londra aveva infranto le barricate, probabilmente schiacciandoli; oppure altre folle, pazzamente desiderose di condividere il loro rifugio cavernicolo, avevano forse buttato giù le palizzate; essendo questi incidenti, come poi scoprii, divenuti quotidiani.

Non mi mancava molto per arrivare a Londra, ormai, ma la cattiva sorte volle farmi trovare sul mio stesso binario un treno, anch'esso diretto alla capitale, completamente vuoto: altro non potevo fare che trasferirmi con tutte le mie cose sulla locomotiva di questo treno, che trovai in buone condizioni, fornita perfino di carbone e di acqua; dovetti però farla partire, una fatica abominevole: ormai ero nero dalla testa ai piedi.

Verso le dieci e mezzo un altro treno mi sbarrò la strada; ma mi trovavo a 400 metri soltanto da Paddington.

Scesi e mi avviai a piedi verso la stazione, tre carrozze piene di cadaveri che si reggevano ancora in piedi, per via della calca, sopra rotaie dove i cadaveri erano così abbondanti e trascurabili quanto le onde nel mare o i rami nel bosco: perché intere moltitudini avevano inseguito i treni in movimento, cercando di raggiungerli, oppure li avevano preceduti, di corsa, nella folle speranza di poterli fermare.

Arrivai a quel gran capannone di vetri e travature che è la stazione; la notte era perfettamente silenziosa, senza luna, senza stelle; erano quasi le undici; impossibile non accorgersi che a un certo punto i treni, per potersi muovere, si erano dovuti per forza aprire la strada sguazzando sopra un pantano di corpi, spingendoli da dietro, e questi avevano formato una massa compatta sulle rotaie; certamente lo avevano fatto, si vedeva, e lo stesso dovevo fare io adesso, dovevo decidermi a guardare quel pantano, perché carne umana ce n'era dappertutto, sui tetti delle carrozze, negli spazi tra un vagone e l'altro, sulle piattaforme, spruzzata sulle colonne di sostegno come una schiuma

ammucchiata sui vagoni merci aperti; una palude di carne, e la stessa sostanza, davanti alla stazione, riempiva gli interstizi lasciati dal vero e proprio esercito di veicoli che copriva a tappeto quel quartiere.

E tutto quel profumo di fiori, che in nessun luogo, tranne quella nauseante nave, era mai mancato, qui veniva finalmente e completamente sopraffatto da un altro odore; e mi venne in mente il pensiero, santo cielo, che se l'Anima degli uomini aveva ruttato al cielo lo stesso odore che adesso i loro corpi mi offrivano, non era da stupirsi, no, che le cose stessero come stavano.

Uscii dalla stazione; i miei orecchi, ne è testimone il cielo, si aspettavano ancora il solito rumore cittadino, per quanto fossi abituato ormai a quel muto e assente vuoto del silenzio; e fui sopraffatto da un nuovo terrore, e mi smarrii in una nuova disperazione ancor più sconfinata, quando invece di lampioni e di ruote in movimento, vidi davanti a me la lunga strada che conoscevo bene, immersa in un mutismo lugubre, come fossi in una Babilonia secolare invasa dall'erba; quando invece della consueta confusione, non udii che un silenzio sconvolgente, un silenzio che si innalzava al cielo, fino ad altezze da me finora mai sentite, per congiungersi lassù al silenzio di quelle luci di... eternità...

(M.P. Shiel, La nube purpurea)



La **pandemia di Covid-19** rappresenta la più importante crisi dai tempi della seconda guerra mondiale. È quanto ha recentemente dichiarato **Antonio Guterres, segretario generale delle Nazioni Unite**, rivolgendo un importante appello a tutti i governi per mobilitarsi ora, e al meglio, nella risposta a questa emergenza globale. Cercare di chiarire e prevenire le cause dell'impatto della pandemia fa parte di questo impegno.

L'impatto di Covid-19 in alcune regioni del mondo, come la Cina e il nord dell'Italia (in particolare Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, e Piemonte) hanno riportato in auge studi che indicavano una correlazione tra l'inquinamento dell'aria e la letalità dell'epidemia di SARS in Cina*.

【* Inquinamento atmosferico e mortalità nei casi di SARS nella Repubblica popolare cinese: uno studio ecologico. La sindrome respiratoria acuta grave (SARS) ha causato 349 morti con 5.327 casi probabili segnalati nella Cina continentale dal novembre 2002. La mortalità per caso di SARS è variata tra le aree geografiche, il che potrebbe essere per la maggior parte della sua diffusione a causa del livello di inquinamento dell'aria.

METODI:

Nell'analisi dei rilevamenti sono stati utilizzati dati accessibili al pubblico sulla morbilità della SARS. L'inquinamento atmosferico è stato valutato mediante indice di inquinamento dell'aria (API) derivato dalle concentrazioni di anidride solforosa, biossido di azoto, monossido di carbonio e ozono a livello del suolo. È stata condotta un'analisi ecologica per esplorare l'associazione e la correlazione tra l'inquinamento atmosferico e la mortalità del caso SARS tramite adattamento del modello. Sono stati condotti studi parzialmente ecologici per valutare gli effetti delle esposizioni a lungo e breve termine sul rischio di morte per SARS.

RISULTATI:

L'analisi ecologica condotta tra 5 regioni con 100 o più casi SARS ha mostrato che il tasso di mortalità dei casi è aumentata con l'incremento dell'API (mortalità del caso = $- 0,063 + 0,001 * API$). Uno studio ecologico basato sull'esposizione a breve termine ha dimostrato che i pazienti con SARS provenienti da regioni con API

moderate-alte avevano aumentato il rischio dell'84% di morire di SARS rispetto a quelli provenienti da regioni con API basse (RR = 1,84, IC al 95%: 1,41-2,40). Allo stesso modo, i pazienti con SARS provenienti da regioni con API alte avevano il doppio delle probabilità di morire di SARS rispetto a quelli provenienti da regioni con API basse. (RR = 2,18, IC al 95%: 1,31-3,65). L'analisi ecologica basata sull'esposizione a lungo termine all'inquinamento dell'aria ambiente ha mostrato l'associazione simile.

CONCLUSIONE:

I nostri studi hanno dimostrato un'associazione rilevante e reciproca del trasporto del contagio atto a mantenere l'invadenza del Virus tra inquinamento atmosferico e mortalità nei casi SARS nella popolazione cinese utilizzando dati accessibili al pubblico su statistiche SARS e indici di inquinamento atmosferico. Sebbene variabili atmosferiche con l'incidenza del Virus possano alterare i rilevamenti monitorati e confondere di conseguenza i risultati, l'innegabile possibilità di un effetto dannoso dell'inquinamento atmosferico sulla prognosi dei pazienti con SARS merita ulteriori indagini.

(Zhang ZF, Froines J, Zhao J, Wang H, Yu SZ, Detels R. 2002)]

La SIMA (**Società Italiana di Epidemiologia Ambientale**) ha pubblicato un 'joint position paper' in cui si ipotizza una connessione tra le alte concentrazioni di particolato atmosferico (PM) e la recente diffusione di SARS-CoV-2 nelle regioni dell'Italia settentrionale. Particolato atmosferico e infezioni respiratorie.

Cos'ha dunque a che fare Covid-19 con l'inquinamento atmosferico?

Tanto per iniziare, vale la pena volgere uno sguardo alla patofisiologia di Covid-19 e al ruolo del PM

atmosferico. Come per altre patologie respiratorie di tipo infettivo, la trasmissione di SARS-CoV-2 può avvenire attraverso mucose come la bocca, il naso e gli occhi. Come spiegato da Floriano Bonifazi e Francesco Forastiere su Scienza in Rete, la via aerea di trasmissione, che assume particolare importanza negli ambienti chiusi, include due modalità: quella a goccia, che è un processo a corto raggio (meno di 2 metri di distanza), e quella tramite aerosol, cioè tramite gocce più piccole, che può realizzarsi sul corto o sul lungo raggio. La forma più grave di Covid-19 coinvolge il tratto respiratorio superiore, e a seguire i polmoni, nei quali la compromissione della risposta immunitaria apre la strada a infezioni batteriche secondarie, che possono ulteriormente aggravare le condizioni del paziente.

Per quanto riguarda il legame tra inquinamento dell'aria e infezioni respiratorie, diversi studi mostrano che l'elevata concentrazione di inquinanti atmosferici provoca un aumento nei tassi di ospedalizzazione per queste malattie. Tra gli inquinanti, è nota la nocività sul tratto respiratorio del particolato PM2.5 e PM10 (con diametro medio ≤ 2.5 e $\mu\text{m} \leq 10 \mu\text{m}$ rispettivamente), e specialmente del PM2.5, che agisce anche sull'immunità polmonare, come si è osservato nelle polmoniti da influenza.

Secondo un recente studio condotto in Emilia Romagna da ARPAE (Agenzia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia dell'Emilia Romagna), le principali fonti di PM10 nel nord Italia includono le merci su strada (21%), agricoltura e allevamenti (19%), riscaldamento a legna (17%), industria (16%) e veicoli leggeri (13%), seguiti da riscaldamento non a legna (3%), produzione di energia (3%) e altre fonti secondarie.

L'Italia si colloca attualmente al secondo posto in Europa per decessi da PM2.5, e al primo posto per i decessi da biossido di azoto.

Vista l'elevata mortalità riscontrata nei siti industriali contaminati, e il recente rapido aumento dei decessi in zone fortemente industrializzate (come **Bergamo e Brescia in Lombardia**), **direttamente o indirettamente legati a Covid-19**, un'ipotesi riguardante il potenziale ruolo dell'inquinamento atmosferico nell'aumento della mortalità sembra più che plausibile.

Un'analisi pubblicata sul **Repository di Epidemiologia e Prevenzione** ha preso in esame quattro ipotesi per spiegare i possibili effetti del PM sulla diffusione, la patofisiologia e la prognosi delle infezioni respiratorie virali come Covid-19. Vediamole una a una.

Gli inquinanti atmosferici possono influenzare la prognosi delle malattie respiratorie?

Sì, potrebbero.

Come dimostrano diversi studi osservazionali, nelle zone con elevato inquinamento atmosferico si osserva un peggioramento della prognosi delle malattie respiratorie croniche e di quelle infettive, tra cui la polmonite, e un aumento della mortalità. In particolare, uno studio suggerisce che la variabilità geografica della mortalità del caso di SARS in Cina dal novembre 2002 potrebbe essere in parte spiegata dal forte inquinamento atmosferico. Per quanto riguarda il particolato, studi scientifici individuano nel PM2.5 il maggior responsabile della mortalità nei pazienti affetti da malattie respiratorie infettive.

Inquinanti atmosferici e PM possono causare il peggioramento del decorso delle malattie respiratorie anche in modo indiretto. È il caso delle co-morbidità causate dall'inquinamento atmosferico e del fumo di tabacco (ad esempio asma, BPCO, tumore ai polmoni e malattie cardiovascolari). Per quanto riguarda Covid-19, i pazienti con malattie cardiovascolari sembrano risultare

più suscettibili alle complicanze più gravi dell'infezione, incluso il decesso. Inoltre, come riferito dall'ISS (Istituto Superiore di Sanità), il fumo di tabacco, in quanto fonte di PM, aumenterebbe la probabilità di ricovero ospedaliero per Covid-19, e il successivo ricorso a cure intensive e alla ventilazione meccanica. L'associazione tra fumo e severità di COVID-19 resta ancora oggetto di dibattito e di studio da parte della comunità scientifica.

Può l'interazione con gli inquinanti atmosferici aumentare il potenziale infettivo dei patogeni di tipo respiratorio?

Sì, potrebbe.

Le principali evidenze scientifiche degli effetti diretti del PM sulle malattie respiratorie sono state finora ottenute su modelli animali. Tuttavia, sulla base di queste osservazioni, i meccanismi target su cui agisce il PM corrispondono a quelli coinvolti nella fisiopatologia delle malattie infettive respiratorie umane, e coinvolgono una scarsa risposta infiammatoria e una significativa attività di immunosoppressione. Considerata l'importanza, per il decorso dell'infezione da Covid-19, della risposta efficace dei pazienti all'insorgenza delle infezioni batteriche secondarie, non è possibile quindi escludere che l'esposizione agli inquinanti atmosferici possa effettivamente aumentare il potenziale infettivo di SARS-CoV-2.

In particolare, l'esposizione di topi al PM10 geogenico (che gioca un ruolo particolarmente importante negli ambienti aridi) ha fatto osservare un aumento nei processi infiammatori, la compromissione della funzionalità polmonare, e un aumento della carica virale, con conseguente peggioramento della risposta all'infezione respiratoria virale. Effetti simili sono stati rilevati con l'esposizione al PM2.5, dove l'aumento dell'infiammazione, la riduzione delle difese immunitarie e la maggior incidenza di nuove infezioni hanno portato

a un aumento della mortalità. Lo stress ossidativo prodotto dall'esposizione acuta al PM causa anch'esso immunosoppressione polmonare, aumenta la gravità delle malattie influenzali, e si traduce in una maggiore morbilità e una minore sopravvivenza alle infezioni virali.

Infine, per quanto riguarda i danni genetici, l'esposizione al PM può provocare cambiamenti sistemici nella metilazione del DNA, compromettendo quindi la regolazione della produzione di proteine. Effetti di questo tipo sono stati osservati in operai di un'acciaieria esposti ad alti livelli di particolato con herpesvirus EBV (Virus Epstein-Barr), e studi condotti sui topi suggeriscono che l'esposizione prolungata a PM2.5 e PM10 può generare alterazioni epigenetiche, citotossicità, stress ossidativo e infiammazione, con compromissione delle difese a livello polmonare e aumento delle malattie respiratorie legate al PM.

Come proposto dai ricercatori della **SIMA**, una terza ipotesi riguarda il ruolo del PM come veicolo per Sars-Cov2. Sebbene il potenziale ruolo del PM come veicolo per patogeni sia già stato dimostrato, pochi studi hanno effettivamente esplorato le dinamiche e le composizioni microbiche del particolato. **Ad esempio, uno studio del 2012 e 2013 di Qin Nan** e colleghi sulle comunità microbiche del PM atmosferico a Pechino **ha rilevato la prevalenza di batteri (95.5% per PM2.5, 93% per PM10),** seguiti da eucarioti (1.5% e 2.2%), archeobatteri (0.2%) e virus (2.8% e 4.5%). La variabilità dei microrganismi è risultata dipendere dalla temperatura e dall'umidità, e l'abbondanza è risultata maggiore nel periodo invernale e durante i maggiori eventi di smog. Uno studio simile del 2014 ha rilevato una prevalenza di batteri (81% per PM2.5 e 86% per PM10), seguiti da eucarioti (13% e 18%), archeobatteri (0.8%) e virus (0.1%). In particolare, i ricercatori hanno osservato la presenza di adenovirus umano sia sul PM2.5 sia sul PM10, che aumenta in funzione dell'inquinamento.

Stando alla letteratura attuale, il PM atmosferico è quindi in grado di ospitare quantità molto piccole di alcuni virus. Inoltre, le interazioni tra microrganismi e particelle possono variare in modo significativo a seconda delle proprietà chimiche e delle condizioni ambientali, come la temperatura e l'umidità, modificando l'attività o vitalità dei microbi. D'altra parte, tenendo conto dei tempi relativamente brevi di attività di SARS-CoV-2 nell'aria (massimo 3 ore nell'aerosol) e considerando che le infezioni virali necessitano di un minimo specifico di carica virale per essere innescate, l'ipotesi che l'infezione possa derivare dall'inalazione di virus trasportati dal PM appare poco probabile, però va maggiormente sottolineato e scientificamente rilevato che, in generale, la mancanza di prove scientifiche **non consente di confermare l'ipotesi della diffusione del contagio di Covid-19 tramite PM outdoor, ma sottolinea il potenziale di contagio negli ambienti indoor, incluse le infrastrutture del trasporto pubblico e i luoghi anche aperti particolarmente affollati.**

Fra i possibili responsabili dei decessi da Covid-19 vi sono anche i germi normalmente ospitati nel naso e nella gola, e i batteri antibiotico resistenti che si incontrano negli ospedali. In questo senso, essendo il PM in grado di veicolare agenti patogeni provenienti da allevamenti e altre fonti agricole, una quarta ipotesi sul ruolo del particolato potrebbe riguardare il possibile aumento dell'antibiotico resistenza come effetto della prolungata esposizione a fonti di inquinamento quali le acque reflue e gli allevamenti. Un collegamento per SARS-CoV-2 è stato osservato in un recente studio pubblicato su The Lancet, che riporta possibili contaminazioni enteriche da queste fonti, ragione per cui, come spiega Nature, molti gruppi di ricerca hanno cominciato ad analizzare i sistemi fognari.

Per quanto riguarda la potenziale presenza di microbi associati al materiale fecale, come dimostrato dallo studio del 2012 e 2013 di Qin, la proporzione di specie microbiche associate alle feci umane, dei cani e dei suini aumenterebbe in modo significativo al crescere delle concentrazioni di inquinanti sia nei campioni di PM2.5 sia in quelli di PM10. I microrganismi, che nello studio presentavano una maggior presenza nel più inquinato mese di gennaio, includevano molti commensali e potenziali agenti patogeni umani, così come potenziali agenti patogeni associati ai polli. In questo senso, per il possibile trasferimento all'uomo di batteri resistenti agli antibiotici provenienti dal bestiame, gli studiosi sottolineano l'importanza di mitigarne la diffusione nell'ambiente. Peraltro, stando alla letteratura scientifica, un fattore critico nella diffusione ambientale della trasmissione di batteri antibiotico resistenti risulta essere la loro persistenza in ambienti agricoli.

Sulla base degli studi epidemiologici, l'esposizione all'inquinamento atmosferico e al particolato sembra giocare un ruolo importante nella suscettibilità e la prognosi alle infezioni respiratorie. Sia in modo diretto, sia per gli effetti indiretti esercitati dal fumo di tabacco e da una serie di debilitanti co-morbidità come il rischio cardiovascolare. Tuttavia, i risultati degli studi condotti in laboratorio su modelli animali rendono difficile indagare e misurare con precisione quanto il PM possa effettivamente accrescere il potenziale infettivo dei patogeni respiratori nell'uomo.

Per quanto riguarda il possibile ruolo del PM come veicolo di diffusione delle infezioni virali, la sostanziale mancanza di prove a supporto di questa ipotesi sembra piuttosto segnalare la necessità di un'indagine più approfondita.

Nel caso in cui questa terza ipotesi venisse provata, una particolare attenzione meriterebbe il PM geogenico negli ambienti aridi, tanto per i Paesi più poveri, quanto

per le restanti regioni del mondo che, come l'Italia, risultano soggette per effetto dei cambiamenti climatici al progressivo e già misurato avanzare della siccità.

La quarta e ultima domanda relativa al potenziale ruolo del PM nel trasporto di microrganismi antibiotico resistenti dovrebbe semmai sollevare alcune domande di interesse sanitario. Siamo sicuri di conoscere a sufficienza il potenziale di antibiotico resistenza nei nostri campi e allevamenti? Siamo certi di fare abbastanza per mantenere i nostri ospedali sicuri per i pazienti?

Le conclusioni che si possono trarre da una prima revisione della letteratura scientifica sembrano abbastanza chiare: 'Una rondine non fa primavera', ma **può valere lo sforzo di volgere uno sguardo al cielo.** Come dimostra la recente esperienza di SIMA, identificare una correlazione tra due variabili non ne dimostra la causalità. Allo stesso modo, uno studio che mostra una possibile correlazione tra inquinamento atmosferico e mortalità per SARS in Cina dal 2002 non può essere trasposto ad altri contesti senza ulteriori studi. Tuttavia, un ragionevole dubbio induce giornalisti e cittadini a porsi domande importanti. **Il lockdown che ha accomunato Italia e Cina,** e che ora va estendendosi ad altri paesi presi nella morsa dell'epidemia, con tutti i disagi e problemi che pone, **induce anche a riflettere sul cielo insolitamente azzurro sopra le metropoli normalmente inquinate. Disinquinare, e avviare finalmente decise politiche di mitigazione del cambiamento climatico, è possibile e non più rimandabile.**

La correlazione tra Covid-19 e inquinamento nelle aree industrializzate merita di essere indagata più a fondo.

La composizione e il potenziale di tossicità del PM possono mostrare una grande variabilità, il che

dovrebbe indurre anche a indagini specifiche nelle diverse aree geografiche, utilizzando le enormi potenzialità offerte dall'analisi di big data, dall'intelligenza artificiale e dalle più avanzate tecniche di visualizzazione dei dati oggi a disposizione dei ricercatori. Stando alle recenti notizie del coinvolgimento da parte del Ministro per l'Innovazione di un gruppo di 74 esperti per l'analisi dei dati per far fronte all'emergenza coronavirus, e visto il potenziale supporto dell'European Centre for Medium-Range Weather Forecasts all'analisi delle variabili meteorologiche satellitari, anche l'Italia dovrebbe avviare il prima possibile questi approfondimenti.

(Chi cerca trova...)

L'inquinamento atmosferico può essere considerato un co-fattore estremamente elevato livello di letalità SARS-CoV-2 nel Nord Italia?

Edoardo Conticini, Bruno Frediani, Dario Caro, un'unità di reumatologia, Dipartimento di Medicina, Chirurgia e Neuroscienze, Università di Siena, Policlinico Le Scotte, viale Mario Bracci 1, Siena, Italia
Dipartimento di Scienze ambientali, Università di Aarhus, Frederiksborgvej, Roskilde, Danimarca 22
marzo 2020:

Concludono dal loro studio, da cui estrapolo i passi più significativi, la possibile correlazione tra inquinamento e malattie dovute allo stesso, e il fattore pandemico, anche se prove basilari mancano di dati oggettivi cui molti scienziati si stanno occupando. Di certo per quanto evidenziato anche alla lettura di un profano le malattie respiratorie già accertate causa inquinamento favoriscono il favorire, in tutte le zone maggiormente esposte al rischio detto, del più facile propagarsi della pandemia.

Questo documento indaga la correlazione tra l'alto livello di sindrome respiratoria acuta grave CoronaVirus 2 (SARS-CoV-2) letalità e inquinamento atmosferico nel Nord Italia. **Anzi, la Lombardia e l'Emilia Romagna sono regioni italiane con il più alto livello di mortalità virale al mondo e uno della zona più inquinata d'Europa.**

Sulla base di questa correlazione, questo studio analizza il possibile collegamento tra inquinamento e sviluppo della sindrome da stress respiratorio acuto e infine morte. Noi forniamo prove che le persone che vivono in una zona con alti livelli di inquinanti sono più inclini a sviluppare croniche condizioni respiratorie e adatto a qualsiasi agente infettivo. Inoltre, un'esposizione prolungata all'aria, l'inquinamento porta a uno stimolo infiammatorio cronico, anche in soggetti giovani e sani.

Concludiamo che l'alto livello di inquinamento nell'Italia settentrionale dovrebbe essere considerato un cofattore aggiuntivo dell'alto livello di letalità registrato in quella zona.

Sindrome respiratoria acuta grave CoronaVirus (SARS-CoV-2) è l'agente patogeno di Covid-19, una malattia segnalata per la prima volta in un piccolo cluster a Wuhan, nella provincia di Hubei, in Cina, nel Dicembre 2019, e successivamente diffuso in tutto il mondo. A causa di ciò è stata dichiarata la sua alta contagiosità e il suo corso aggressivo dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) un'emergenza di sanità pubblica di preoccupazione internazionale (un'emergenza per la salute pubblica, 2019).

Il decorso della malattia è spesso lieve, non distinguibile da una influenza, ma in un numero considerevole di casi può richiedere ospedalizzazione,

che alla fine porta ad una crisi respiratoria acuta sindrome (ARDS) e successiva morte.

A causa dell'alta variabilità delle decisioni politiche e sanitarie prese dai vari governi, dati sull'incidenza, letalità e la mortalità è notevolmente diversa tra paesi e persino tra le regioni dello stesso paese. A partire dalla fine di Febbraio 2020, il contagio si è rapidamente diffuso in Italia, in particolare al nord (**Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna**), a quanto pare risparmiando le regioni centrali e meridionali.

Dopo un ritardo di alcuni giorni, Covid-19 è ora ampiamente diffuso in molti altri paesi europei, in particolare Spagna e Germania, tuttavia con evidenti differenze nazionali che non possono essere spiegate solo da differenti politiche e sistemi sanitari. In particolare, da quando il virus ha iniziato a diffondersi in Italia, Lombardia ed Emilia Romagna ha registrato un alto livello di letalità se paragonato ad altri paesi ma anche rispetto ad altre regioni italiane.

ED ANCORA:

Leonardo Setti - Università di Bologna, Fabrizio Passarini - Università di Bologna, Gianluigi de Gennaro - Università di Bari, Alessia Di Gilio - Università di Bari, Jolanda Palmisani - Università di Bari, Paolo Buono - Università di Bari, Gianna Fornari - Università di Bari, Maria Grazia Perrone - Università degli Studi di Milano, Andrea Piazzalunga - Esperto, Milano, Pierluigi Barbieri - Università di Trieste, Emanuele Rizzo - Società Italiana di Medicina Ambientale Alessandro Miani - Società Italiana di Medicina Ambientale:

INTRODUZIONE

Ad oggi, diversi studi scientifici si sono concentrati sulla diffusione di virus tra gli esseri umani dimostrano una maggiore incidenza di infezione correlabile al

particolato nell'aria (PM) livelli di concentrazione [1,2]. È noto che le frazioni di PM (ad esempio PM 2.5 e PM 10) servono come vettore per diversi inquinanti chimici e biologici, virus inclusi. I virus possono essere assorbiti attraverso la coagulazione su materiale particolato composto da particelle solide e/o liquide il cui la vita nell'atmosfera quantificata in ore, giorni o settimane. Particelle e adsorbito biologico gli inquinanti possono essere soggetti a diffusione nell'atmosfera e nei trasporti, anche a lunghe distanze (trasporto a lungo raggio). I PM rappresenta anche un substrato che consente il lungo termine della persistenza del virus nell'atmosfera, per ore o giorni. L'inattivazione virale dipende dai parametri ambientali selezionati: se da un lato, elevata la temperatura solare, le radiazioni sono in grado di accelerare il tasso di inattivazione, d'altra parte un'elevata umidità relativa può promuovere la velocità di diffusione.

Studi scientifici pubblicati di recente hanno già evidenziato la relazione della diffusione del virus tra la popolazione esposta in riferimento ai livelli di concentrazione nell'atmosfera di fattori inquinanti e/o atmosferici. Ed inoltre uno studio effettuato in Cina circa il virus dell'influenza aviaria ad alta patogenicità (H5N1) può essere sottoposto a trasporto a lungo raggio a causa della polvere sahariana. Gli autori hanno dimostrato che la concentrazione nell'ambiente del virus dell'influenza A era significativamente più alto durante i giorni di polvere asiatica che durante il giorni di relativa tranquillità.

Nel 2016 hanno studiato se il virus respiratorio sinciziale (RSV) l'infezione nei bambini in Cina era associata alla temperatura ambiente e all'aria inquinata. È stato dimostrato che l'RSV causa la polmonite nei bambini e che la sua penetrazione nelle parti più profonde dell'apparato respiratorio promosse dal trasporto basato sulle particelle può causarne la morte. Un positivo correlazione tra il tasso di infezione e il

particolato PM 2,5 ($r = 0,446$, $P < 0,001$), PM 10 ($r = 0,397$, $P < 0,001$) è stato più che dimostrato. Hanno fornito ulteriori prove di questo nel fatto che il virus e l'incidenza è associata all'esposizione a livelli atmosferici elevati di concentrazione di PM 2,5 in Cina.

Allo scopo di valutare la relazione tra i livelli di concentrazione di PM e COVID-19 velocità di diffusione, sono stati raccolti i seguenti dati:

PM 10 livelli di concentrazione giornaliera raccolti dalle stazioni di monitoraggio ambientale di Rete dell'Agenzia per la protezione ambientale (ARPA) a livello nazionale. Dati PM 10 sono le stazioni di monitoraggio sul territorio italiano e pubblicamente disponibili sui siti web ARPA. Il numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM 10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e il numero di stazioni di monitoraggio ambientale per ciascuna provincia selezionata sono entrambi presi in considerazione per i rilevamenti (numero di superamenti di PM 10/numero di stazioni per ciascuna Provincia), ed inoltre il numero di persone giornalieri infette da COVID-19 per ciascuna Provincia selezionata segnalate sul Sito della Protezione Civile Italiana.

La corrispondenza dei dati ha permesso di evidenziare l'associazione tra il numero del limite giornaliero di PM 10 in eccedenze di valore, registrate nel periodo dal 10 febbraio al 29 febbraio, e il numero di persone infette COVID-19 aggiornate al 3 marzo. L'analisi dei casi con infezione da livelli di PM 10 è stato effettuato tenendo conto di un ritardo di 14 giorni, ovvero il COVID-19 stimato periodo di incubazione fino alla manifestazione e alla diagnosi dei sintomi.

Correlazione tra il numero di persone infette da COVID-19 in ciascuna provincia (riportate su scala logaritmica e classificato in 5 classi diverse) e il numero medio di superamenti del limite giornaliero di PM 10. La media per ogni classe sono calcolate dividendo il numero medio di superamenti per il numero della stazione di

monitoraggio per ogni provincia. Persone infette da correlazione - superamenti di PM 10.

Questa evidenza porta gli autori all'ipotesi di una relazione diretta tra il numero di persone infette da COVID-19 e dai livelli di concentrazione di PM 10 in aree specifiche sul territorio italiano, a conferma dei precedenti risultati di studi recentemente pubblicati in materia ambientale dei fattori coinvolti nella diffusione dell'infezione virale. L'ipotesi di una relazione diretta tra i casi di COVID-19 e i livelli di PM 10 sono rafforzati dall'evidenza che la concentrazione dei focolai di COVID-19 notificati in Pianura Padana erano più alti che in altre parti d'Italia.

CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI

In conclusione, la rapida diffusione dell'infezione da COVID-19 osservata in regioni selezionate del Nord sia ed è correlata all'inquinamento da PM 10 a causa di particelle sospese nell'aria in grado di fungere da vettore di agenti patogeni. Come già evidenziato in studi precedenti, si consiglia di prendere in considerazione e rendere conto del contributo del PM 10 e sensibilizzare i responsabili politici alla necessità di intraprendere azioni dirette per il controllo dell'inquinamento.

ED ANCORA:

Abbiamo visto che – secondo la maggior parte degli esperti – la distruzione della biodiversità, l'avanzare dell'urbanizzazione e la globalizzazione potenziano a livelli fin qui inediti un meccanismo ben noto, ovvero quello del salto di specie (“spillover”) da specie selvatiche a uomo di nuovi virus.

È stata anche sollevata, da più parti, l'ipotesi che l'inquinamento dell'aria possa agire tanto come vettore dell'infezione quanto come fattore peggiorativo dell'impatto sanitario della pandemia in corso. Per

quanto sia ancora presto per giungere a conclusioni generali, è bene iniziare a fare chiarezza su un altro aspetto, molto importante, della relazione tra epidemie virali e ambiente. O, meglio ancora, tra salute umana e inquinamento/distruzione ambientale.

L'inquinamento come vettore del virus?

Il primo aspetto è relativo all'ipotesi che il particolato fine agisca da "vettore" nel trasportare a più lunga distanza il virus che si coagulerebbe sulla superficie delle particelle (che hanno un diametro almeno una decina di volte superiore a quello del virus). Questa ipotesi, già avanzata in letteratura da tempo su casi specifici, implicherebbe che la diffusione del virus sia facilitata non dallo smog in generale ma dal particolato fine. E che dunque questo effetto si aggiungerebbe alla trasmissione del contagio come nota (da individuo a individuo).

Un "position paper" presentato dal prof Leonardo Setti dell'Università di Bologna ed altri, ha avanzato una correlazione tra i superamenti dei limiti per il PM10 nelle centraline di alcune città e il numero di ricoveri da Covid-19.

Si tratta di una correlazione basata su un numero assai limitato di osservazioni, e dunque una ipotesi da verificare, ma il fenomeno alla base – il particolato fine come vettore per altri inquinanti – è noto e provato certamente per altri fattori inquinanti (come per gli IPA, idrocarburi policiclici aromatici).

Il documento conclude che "tali analisi sembrano quindi dimostrare che, in relazione al periodo 10-29 febbraio, concentrazioni elevate superiori al limite di PM10 in alcune Province del Nord Italia possano aver esercitato un'azione di *boost*, cioè di impulso alla diffusione virulenta dell'epidemia in Pianura Padana che

non si è osservata in altre zone d'Italia che presentavano casi di contagi nello stesso periodo (...)

Si evidenzia come la specificità della velocità di incremento dei casi di contagio che ha interessato in particolare alcune zone del Nord Italia potrebbe essere legata alle condizioni di inquinamento da particolato atmosferico che ha esercitato un'azione di *carrier e di boost*.

Fabrizio Bianchi, capo dell'Unità di epidemiologia ambientale e registri di patologia all'Istituto di fisiologia clinica del CNR commenta così:

“ho letto con interesse il lavoro di Setti e collaboratori che, partendo dalla plausibilità generale che soggetti esposti cronicamente a inquinamento atmosferico siano più suscettibili all'aggressione di virus, e specificamente di Covid-19, valutano che la velocità di contagio osservata in particolare in nord Italia potrebbe essere legata alle condizioni ambientali. I risultati, basati su correlazione semplice tra livelli di PM10 e numero di casi di Covid-19 per provincia, richiedono di essere confermati e approfonditi mediante un disegno di studio più evoluto che tenga conto anche della disomogeneità territoriale del tempo di propagazione virale; tuttavia concludere con il supporto a favore di misure restrittive di contenimento dell'inquinamento ritengo sia un monito su cui concordare”.

Uno studio del 2017 che analizzava la diffusione dell'influenza stagionale associata alla presenza di particolato fine per la Cina dimostrerebbe che, in quel contesto, un effetto di questo genere esiste, anche se il contributo alla diffusione risultava limitato al 10,7% dei contagi e alle giornate più fredde. Un precedente studio sulla correlazione tra indicatore di inquinamento dell'aria e mortalità da SARS in Cina (2002-2003) mostrava come il rischio di mortalità era amplificato – circa doppio –

nelle aree a più alto inquinamento rispetto a quelle con qualità dell'aria migliore.

Un secondo aspetto da considerare riguarda il fatto che comunque la presenza di elevate concentrazioni di inquinanti in aria è ritenuta responsabile di mortalità in eccesso.

L'Agenzia Europea Ambiente (EEA) già da alcuni anni include nel rapporto annuale sulla qualità dell'aria (EEA, Air Quality in Europe, 2019) in cui la mortalità in eccesso è correlata a tre parametri ambientali, il PM2.5, NO2 e O3. **L'ultima stima per l'Italia (dati 2016)** riporta un totale di 76.200 morti dovuti a questi parametri, la maggior parte (77% circa) legati al particolato fine (PM2.5). Se poi si guarda la mappa dell'EEA sul valore medio di concentrazione di PM **balza agli occhi la drammaticità della situazione della pianura padana (cosa ben nota a chi si occupa di inquinamento dell'aria).**

Questa situazione cronica è determinata da vari fattori, alta concentrazione di attività industriali e zootecniche, alta densità di popolazione e dunque emissioni da traffico e riscaldamento edifici e, cosa che gioca un ruolo assai rilevante, condizioni meteorologiche assai sfavorevoli.

La mortalità in eccesso è però la punta di un iceberg più ampio di disturbi al sistema respiratorio e cardiocircolatorio associato all'esposizione cronica ad elevati livelli di inquinamento dell'aria. Dunque, pur senza una "prova" epidemiologica che possa correlare direttamente (e quantitativamente) la severità dell'impatto della pandemia con la (pessima) qualità dell'aria, cosa comunque rilevata nel caso cinese sopra citato, **è però possibile affermare con certezza che la popolazione in pianura padana è più di altre cronicamente esposta a elevati livelli di inquinamento dell'aria e dunque alle conseguenze**

che ne derivano. E che, quindi, questo può essere uno dei co-fattori che plausibilmente aggravano la severità dell'impatto di una pandemia che attacca il sistema respiratorio.


Bisogna ricordare che a influenzare la severità dell'impatto ci sono altri fattori ben noti, come ad esempio la quota di fumatori nella popolazione, e come ha rilevato l'Istituto Superiore di Sanità “un terzo in più dei fumatori positivi al Covid-19 presentava all'atto del ricovero una situazione clinica più grave dei non fumatori, e per loro il rischio di aver bisogno di terapia intensiva e ventilazione meccanica è più che doppio” (ISS, 11 marzo 2020).

Per quanto non si possa arrivare a una conclusione generale quantitativa – i diversi studi valutano contesti specifici sui quali giocano molti fattori diversi – si può però affermare che l'inquinamento cronico dell'aria, come i picchi di concentrazione di polveri sottili e altri inquinanti, agisca come fattore peggiorativo nei casi di epidemie.

Ed è perfettamente plausibile che ciò avvenga sia come possibile veicolo che amplifica la diffusione del virus sia come fattore di stress cronico che potrebbe rendere più vulnerabile la popolazione agli effetti dell'epidemia, anche se non è possibile nel caso italiano stabilire di quanto. Ci vorrà una ricerca più ampia come sopra richiamato da Fabrizio Bianchi, che includa il parametro della qualità dell'aria tra i fattori da considerare.

Applicando il principio di precauzione possiamo però dare una conclusione chiara:

politiche ambientali più severe per il miglioramento della qualità dell'aria sono importanti di per sé e l'emergenza che stiamo

An aerial photograph of a winding road through a dense forest. The road is light-colored and curves through the dark green trees. The background is a soft, hazy white, suggesting mist or a bright sky. The text is overlaid on the upper left portion of the image.

vivendo non può che rafforzare questa conclusione. Come Greenpeace abbiamo dunque un motivo in più per continuare con ancora maggiore convinzione le nostre campagne per promuovere una mobilità sostenibile, uscire dall'era dei combustibili fossili, fermare i diesel, ridurre la produzione degli allevamenti intensivi, tutte importanti sorgenti di particolato primario o secondario.

(Giuseppe Onufrio dal 2009 direttore di Greenpeace Italia. Fisico di formazione, per anni ricercatore in campo ambientale ed energetico e attivista ambientalista dagli anni 70)