

1 Dicembre

Permafrost e i misteriosi ed inquietanti patogeni artici

Tutto era gelato, anche il rumore.

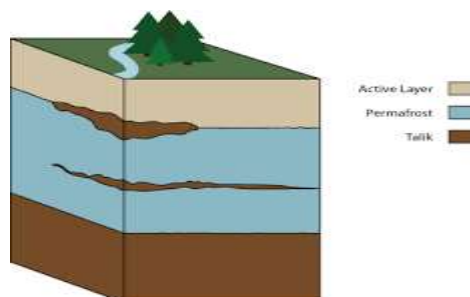
Jules Verne

Nessun organismo, eccetto forse i microbi, è pronto ad adattarsi al regime climatico instabile in cui è entrata la Terra. Gli esseri umani sono molto indietro nell'adattamento al cambiamento climatico che hanno causato con le loro emissioni di anidride carbonica, in particolare per quanto riguarda la diffusione di patogeni causata dal clima. **I tropici** sono stati al centro delle preoccupazioni per il clima e le malattie, poiché il riscaldamento fa sì che insetti e altri vettori di malattie si diffondano lontano dall'equatore. Ma mentre le malattie provenienti dal sud, come la **febbre dengue, l'Ebola e lo Zika**, sono chiari pericoli che occupano la maggior parte dell'attenzione degli epidemiologi delle malattie infettive, pochi ricercatori sono alla ricerca di **nuovi o antichi patogeni artici** a cui le attuali generazioni di esseri umani non sono mai state esposte.

Geografia cinofila: dalla canicola dei tropici al freddo cane dell'artico
L'inquietante e misterioso Permafrost



Un team di ricerca ha descritto il permafrost come "una riserva di vita microbica minimamente caratterizzata" che può contenere migliaia di specie, di cui solo poche sono state studiate. Poiché ci sono così poche informazioni, la maggior parte degli esperti avverte che cercare di valutare il rischio microbico nell'Artico e dall'Artico è "speculativo".



Ma altri sottolineano che quando i dati sono scarsi, le ipotesi informate possono portare a una strategia migliore per rispondere a crisi ora imprevedute. Di recente la stampa ha parlato molto di **"virus zombie"** che fuoriescono dal **permafrost** in fase di scongelamento. I corpi di persone e animali sepolti nel permafrost qualche secolo fa contenevano varianti potenzialmente infettive di **vaiolo, antrace e influenza**, ma a causa di questo rischio, la maggior parte degli scienziati ha espresso scarso interesse nello studio dei **virus zombie**, in particolare del vaiolo. C'è scarso

accordo tra gli esperti sui rischi di diffusione di patogeni "zombie" nella popolazione mondiale più ampia.

Alcune ricerche stabiliscono che anche i microbi del **permafrost** molto vecchi possono essere vitali.



Ma **Paul Hunter**, *professore di medicina all'Università di East Anglia* che ha studiato il Covid e le malattie infettive legate alle condizioni meteorologiche estreme, non è preoccupato per i virus che sono stati effettivamente rianimati dal permafrost perché *"nessuno di loro è un agente patogeno umano, sono tutti virus protozoici"*. Inoltre, dice Hunter, poiché tutti i **"virus zombie"** che sono agenti *patogeni umani sono familiari, se vengono rianimati possono essere gestiti con vaccini e antibiotici*. *"Attualmente non c'è nulla che suggerisca che potrebbe uscire qualcosa che sarebbe una nuova malattia che infetterebbe gli esseri umani"*, aggiunge. Gran parte del DNA virale trovato nel **permafrost** è degradato, quindi anche se i virus rimangono intatti, è improbabile che siano infettivi. Ma *gli zombie potrebbero essere il minore dei nostri problemi di salute nell'Artico*.

I **microbi artici** sono molto più diversi e complessi dei pochi virus noti finora identificati nei corpi congelati che si sono scongelati e presentano rischi molto reali per gli esseri umani e altri animali.



A differenza dell'Antartide, l'Artico ospita milioni di persone (le stime variano da quattro milioni a 13 milioni).



I patogeni si stanno spostando sia verso sud che verso nord nelle regioni artiche attraverso numerose rotte e le persone nell'Artico ne stanno sopportando il peso. I residenti indigeni e i lavoratori mobili nelle industrie minerarie e di estrazione di combustibili fossili affrontano i rischi più immediati derivanti dalla commistione di ecologie precedentemente separate.

Il cambiamento climatico promette anche di aggravare **la zoonosi, o malattie che passano dagli animali alle persone (e viceversa)**. Infine, ci sono rischi derivanti dal trasporto atmosferico globale di microbi e dagli scambi di geni tra popolazioni microbiche precedentemente separate che possono creare nuove malattie o peggiorare quelle vecchie.



Il cambiamento climatico ha un effetto chiaro e inquietante sulle malattie infettive. Uno studio del 2022 condotto dall'ecologo **Camilo Mora** e dai *colleghi dell'Università delle Hawaii* ha scoperto che su **"375 malattie infettive documentate che hanno avuto un impatto sull'umanità, 218 sono state aggravate da pericoli climatici"**. Il riscaldamento, le precipitazioni, le inondazioni e la siccità hanno esacerbato **103 malattie trasmesse da vettori, 78 trasmesse dall'acqua e 60 trasmesse dall'aria,** la maggior parte causate da virus e batteri, con un minore coinvolgimento di funghi e protozoi. E queste erano solo malattie già note alla scienza.

Il cambiamento climatico sta influenzando in modo drammatico il **permafrost**, un conglomerato sciolto di roccia, terreno, materia vegetale, ghiaccio e microbi, con un sottile strato superiore che si scioglie e si ricongela stagionalmente; copre circa il 25 per cento della superficie terrestre dell'emisfero settentrionale.

Le stime del **permafrost** più antico nell'emisfero settentrionale, nella regione siberiana di Kolyma, variano tra un milione e tre milioni di anni. La massa combinata di permafrost continuo nell'Artico e nell'altopiano tibetano è di circa 11 milioni di chilometri quadrati; al contrario, il **permafrost** dell'Antartide copre al massimo circa 71.000 km². La Russia è di gran lunga il possessore della maggior parte del **permafrost** artico, un fatto che causa problemi al resto del mondo, dati gli obiettivi bellici della Russia e la sua riluttanza a condividere le informazioni.

Gli esseri umani che vivono nell'Artico hanno costruito negli ultimi secoli le loro residenze, attività commerciali e altre infrastrutture sul **permafrost**, che fungeva da una sorta di fondamento perpetuo.



Ora, con il progredire del cambiamento climatico, il **permafrost** sta crollando in tutto il Nord, distruggendo sistemi idrici, strade, edifici e condutture e portando alla contaminazione delle aree utilizzate dagli esseri umani. Il crollo del **permafrost** genera nuovi laghi che possono unirsi ai corsi d'acqua superficiali e trasportare microbi nell'oceano.

Miniere a cielo aperto, scogliere erose e doline espongono antica materia organica . Oltre a batteri e virus, funghi, licheni e persino vermi nematodi sono stati riportati in vita dal **permafrost** . Quindi, mentre c'è qualche motivo per evitare il panico per i microbi zombie, gli esseri umani affrontano la possibilità di incontrare il vasto “magazzino microbico” appena esposto rilasciato dal **permafrost**.

I potenziali patogeni potrebbero entrare e uscire dall'Artico in vari modi. L'acqua di zavorra delle navi trasporta specie invasive, tra cui microbi. I vettori animali, in particolare roditori come castori, ratti e conigli, portano patogeni del sud come giardia, rabbia, toxoplasmosi e hantavirus verso nord, mentre mammiferi marini e uccelli migrano per grandi distanze verso nord e sud, attraversando gli oceani Artico, Pacifico e Atlantico, distribuendo batteri, virus e funghi.

E con l'aumento dell'estrazione di risorse, sempre più lavoratori si spostano tra turni di settimane nell'Artico verso aree urbane in regioni più a sud, spesso utilizzando il trasporto aereo.

Mora ha confrontato diversi secoli di dati sui cambiamenti climatici con un set di dati relativo alle epidemie. Ha scoperto che il clima influenza le malattie infettive in diversi modi. "**Ci deve essere un contatto tra malattia e persona**", afferma.

Ciò accade quando le persone sono costrette a migrare in nuovi ambienti a causa di "**uragani, inondazioni e ondate di calore**". Inoltre, ha scoperto **Mora**, i patogeni possono diventare più forti alle latitudini più elevate, dove gli inverni più miti consentono loro di sopravvivere tutto l'anno e i disastri degradano sia le protezioni della salute pubblica sia le risposte immunitarie delle persone a temperature più elevate e insolite. Tutte queste circostanze stanno iniziando a influenzare l'Artico.

L'aumento delle spedizioni e l'accelerazione dello sviluppo sono strettamente legati nell'Artico e presentano un rischio significativo di diffusione di malattie. C'è grande interesse per una rotta di spedizione transartica tra l'Oceano Atlantico e l'Oceano Pacifico perché potrebbe ridurre di cinque giorni l'attuale tempo di transito attraverso i canali di Suez e Panama per i viaggi tra Asia, Europa e Nord America orientale. Gli interessi della spedizione attendono con ansia il momento in cui le rotte marittime transartiche saranno libere dai ghiacci tutto l'anno .

Non è certo se lo sviluppo industriale e commerciale nell'Artico continuerà a ritmo sostenuto nel breve periodo. La guerra tra Russia e Ucraina ha in qualche modo smorzato l'entusiasmo per la navigazione transartica, così come la minaccia in corso di blocchi di ghiaccio marino e problemi di manutenzione delle infrastrutture terrestri cruciali sia per la navigazione che per l'esplorazione di petrolio e gas, compresi gli oleodotti.

Ma in assenza di un'inversione del riscaldamento climatico o di uno shock economico globale, si prevede che l'attività di navigazione nell'Artico non potrà che aumentare. Nell'ultimo decennio, la navigazione artica ha sicuramente fatto così, come misurato dal traffico navale complessivo, dalle distanze percorse e dal sorprendente esempio della miniera di ferro di Mary River a Baffinland, dove il traffico nel vicino porto di Milne Inlet è aumentato del 583 per cento in cinque anni.



Traffico navale da e per la miniera di Mary River. L'estrazione di risorse e le imbarcazioni di tutti i tipi sono aumentate nell'Artico: il traffico di portarinfuse è aumentato del 160 per cento tra il 2013 e il 2019.

La slide è animata e mostra l'incremento del traffico navale

Le navi spostano circa 10 miliardi di tonnellate di acqua di zavorra in tutto il mondo ogni anno. Le navi solitamente scaricano la loro acqua di zavorra, che aiuta a mantenere la stabilità della nave, in porto e imbarcano nuova acqua per il viaggio successivo. L'espansione delle spedizioni nell'Artico porta con sé una grave minaccia di scambio di microbi tra le acque più meridionali e quelle artiche.



David Lodge, professore presso l'*Atkinson Center for Sustainability della Cornell*, ha studiato l'esplosione di specie invasive nei porti e sulle coste del mondo. Ci sono pochi dati sull'Artico, quindi sottolinea che sta speculando, ma afferma: *"Penso che le navi siano il modo più probabile per portare organismi piuttosto nuovi, tra cui microbi, nell'Artico e fuori dall'Artico"*.

La città russa di **Murmansk Murmansk** è il porto con il rischio più elevato di diffusione di specie invasive, secondo un articolo del 2016 dell'informatico della Notre Dame University **Mandana Saebi** e colleghi.



La maggior parte del traffico di Murmansk si sposta tra i porti russi e quelli dei paesi nordici. Ma molti viaggi si collegano anche con i porti a sud; ad esempio, alcuni viaggi che fanno scalo a Murmansk visitano anche i porti dell'Africa occidentale. Ciò potrebbe esacerbare la diffusione delle malattie polari verso sud e spostare le malattie tropicali in regioni con una presenza umana in espansione che stanno rapidamente perdendo permafrost e ghiaccio marino.

Anche le navi turistiche possono essere una fonte di scambio di microbi. L'indagine sulle spedizioni dell'Arctic Council ha rilevato che il numero di navi da crociera nell'Artico è balzato da 58 nel 2013 a 96 nel 2023 e le navi da crociera rimangono il sesto tipo di nave più grande dopo le navi da pesca e quelle cargo. Un esperimento ha scoperto che il lavaggio antibiotico delle scarpe posizionato dove i turisti salivano e scendevano dalla loro nave non riduceva efficacemente il carico microbico delle loro scarpe. I passeggeri dello studio hanno visitato l'arcipelago delle Svalbard, dove sono elevate le preoccupazioni circa le invasioni microbiche che colpiscono l'ecosistema terrestre.

Chiaramente, più le persone si spostano, più alto è il rischio di trasmissione di malattie. Nell'Artico, la popolazione più mobile è probabilmente il bacino dei lavoratori dell'industria estrattiva. Un atlante demografico dell'Artico del 2019 ha rilevato che "la quota più alta di popolazione in età lavorativa si trovava nelle regioni in cui un'alta percentuale di occupazione è correlata all'estrazione di risorse naturali, ad esempio petrolio, gas e minerali. Ciò è particolarmente vero nelle regioni artiche russe".

Alcuni di questi lavoratori sono residenti, ma l'attività industriale che porta "popolazioni di lavoratori maschi non residenti" è probabilmente un canale per la rapida dispersione di malattie infettive.

Secondo un'analisi del 2019 dell'**University College di Londra**, questi lavoratori transitori vivono spesso in "condizioni simili a quelle dei campi" che incoraggiano "una maggiore domanda di sesso a pagamento e, quindi, potenzialmente il traffico di esseri umani".

A causa dei rapidi modelli di spostamento e degli angusti alloggi tipici delle operazioni estrattive, "*non è necessaria un'enorme dispersione di un agente patogeno*", afferma **Mora**. Basta la trasmissione da persona a persona in spazi ristretti e una persona infetta che porti rapidamente la malattia in un'area più popolata.



La Groenlandia è un esempio lampante del problema. È già ad alto rischio di scambio di patogeni e sull'orlo di una massiccia espansione dell'estrazione di risorse. La società di esplorazione mineraria **KoBold Metals**, con investitori che includono il fondatore di Microsoft Bill Gates, il proprietario di Amazon e del Washington Post Jeff Bezos e Ray Dalio, fondatore del più grande *hedge fund* al mondo, **Bridgewater Associates**, sta esplorando nichel, rame, cobalto e metalli del gruppo del platino in Groenlandia mentre la massiccia calotta glaciale centrale dell'isola si ritira. Il loro obiettivo è apparentemente quello di facilitare la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio.



Ma, afferma **Markus Kröger**, professore di studi sullo sviluppo globale presso l'Università di Helsinki, i progetti di estrazione stanno anche spingendo contro il *permafrost* in fase di scioglimento e favorendo la creazione di città in fase di espansione e contrazione, che sono noti focolai di malattie emergenti e note. **La Groenlandia è attualmente un punto caldo per le malattie sessualmente trasmissibili clamidia e gonorrea**, superando di gran lunga le regioni artiche degli Stati Uniti e del Canada.

Oltre alla spedizione e allo sviluppo, c'è una terza importante condotta di malattie dentro e fuori le regioni artiche del mondo: la zoonosi. Circa il 60 per cento dei patogeni umani noti e il 75 per cento di quelli emergenti sono passati da altri animali agli esseri umani. Alle latitudini più basse, l'influenza aviaria è già passata dagli uccelli al bestiame e dal bestiame agli esseri umani. Anche gatti e cani sono stati esposti. Nell'Artico, è già noto che gli animali domestici hanno scambiato patogeni con i mammiferi marini.



Ashley Barratclough, veterinaria della *National Marine Mammal Foundation di San Diego*, studia la trasmissione delle malattie tra i mammiferi artici. È preoccupata, ad esempio, per l'orca del Pacifico che si spinge più lontano nell'Oceano Artico, mentre le acque si riscaldano per predare le balene della Groenlandia. Afferma: **"Il cambiamento climatico [sta] aprendo per la prima volta le porte a queste specie per interagire e [per far sì che le loro malattie] si trasmettano. Per me, questa è una preoccupazione molto più grande dello scioglimento dei ghiacci [e] del rilascio di un agente patogeno da un cadavere. Spesso ci riferiamo ai mammiferi marini come alle sentinelle dell'oceano, ed è solo questione di tempo prima che colpiscano le persone"**. Il posto in cui monitorare il pericolo, afferma, è tra i cacciatori di sussistenza e i pastori, che sono gli esseri umani in prima linea a maggior rischio di zoonosi. I pastori sono particolarmente vulnerabili nell'Artico nordico e nella vasta regione del permafrost della Russia.

La selvaggia imprevedibilità della zoonosi è una delle ragioni per cui tiene svegli di notte molti esperti di malattie infettive. Un potenziale freno, dice **Barratclough**, è che un patogeno, ad esempio l'influenza aviaria, che salta specie può diventare "mortale in una specie ma non necessariamente nell'altra".



Gli incendi boschivi sono una delle principali fonti di *particolato atmosferico* e stanno aumentando rapidamente in termini di dimensioni e ferocia a livello globale. Il cambiamento climatico amplificherà il contributo dell'Artico a questo fenomeno.



Romanovsky, il geofisico russo afferma che gli incendi boschivi possono facilmente infuriare in cima al **permafrost**. In uno studio del 2013, lui e i suoi colleghi hanno osservato che gli incendi boschivi possono accelerare il riscaldamento e degradare irreversibilmente il **permafrost**. Ciò provoca una sorta di ciclo di feedback che catapulterà più materiale nell'atmosfera.

In modo un po' controintuitivo, gli incendi boschivi sono efficienti trasportatori di microbi. I batteri non vengono necessariamente uccisi dagli incendi e sopravvivono persino alle correnti ascensionali di aria calda che circondano gli incendi. Anche i virus (non tecnicamente vivi) si aggranciano.



La tesi di laurea magistrale in geografia di **Anna Bruhn** presso l'Università di Lund in Svezia ha esaminato se antichi microbi che emergono dal permafrost e dal ghiaccio potrebbero spostarsi tra la Groenlandia e l'Europa continentale tramite l'atmosfera. La Groenlandia è ancora per lo più ghiaccio, ma ha visto numerosi incendi boschivi negli ultimi 15 anni. Questi sono esplosi nel **permafrost** in rapido degrado, secondo uno studio di Romanovsky.

Bruhn è rimasta sorpresa dalla sua conclusione secondo cui i microbi viaggiano facilmente nel fumo degli incendi. *"Non pensavo che sarebbe stato così applicabile nel mondo reale, perché pensavo che se queste malattie dovessero emergere, è più probabile che si diffondano su un aereo per Copenaghen", afferma. li uccelli ma non necessariamente nei mammiferi marini*". Questo potrebbe essere vero anche per gli esseri umani, ma non è certo e non può essere dato per scontato per tutte le malattie.



Ci sono sforzi nazionali e internazionali per anticipare e controllare le malattie infettive nell'Artico. **Marion Koopmans**, virologa veterinario presso il *Versatile Emerging Infectious Disease Observatory* dei Paesi Bassi che ha lavorato ampiamente sull'epidemiologia del COVID-19, afferma: "***Dalla pandemia c'è stato un grande aumento della capacità di effettuare test in tutti i tipi di luoghi nel mondo, e ora c'è un'iniziativa per vedere come possiamo usare quella capacità per altre cose***".

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha stilato un elenco di "**35 patogeni prioritari**" che richiedono maggiori investimenti e ricerche. L'elenco comprende principalmente patogeni tropicali e alcuni temperati, ma include anche la "Malattia X", che "rappresenta la consapevolezza che una grave epidemia internazionale potrebbe essere causata da un patogeno attualmente sconosciuto come causa di malattie umane".

Ma ancora una volta, la maggior parte dell'attenzione è rivolta ai patogeni noti. **Koopmans** non metterebbe l'Artico in cima alla sua lista di sorveglianza. Dice, "***Presumo che le opportunità [nell'Artico] siano molto inferiori rispetto ad alcuni dei punti caldi ad alto rischio, diciamo nel Sud-est asiatico***", dove malattie come la poliomielite potrebbero semplicemente sfuggire di mano a causa di protezioni sanitarie pubbliche inadeguate.

In Alaska, i Centri statunitensi per il controllo e la prevenzione delle malattie monitorano le infezioni di cinque agenti patogeni batterici, tra cui :

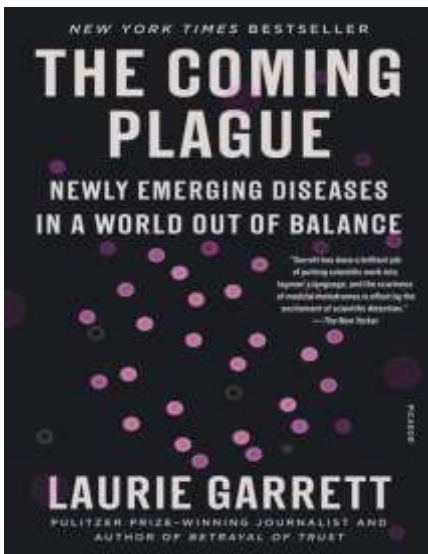
**tre *Streptococcus*
un *Meningococcus*
e *Haemophilus influenzae***
(un batterio, non il virus dell'influenza),
insieme a diversi agenti patogeni virali

La sorveglianza sanitaria pubblica che si concentra solo sulle malattie note e ignora un'ecologia microbica più ampia e in rapida evoluzione, tra cui la trasformazione attualmente in corso in vaste aree di **permafrost**, potrebbe non individuare un microbo pericoloso.



Studiare patogeni noti richiede tecniche e basi di conoscenza diverse da quelle necessarie per i patogeni emergenti, afferma **Jean-Michel Claverie**, professore emerito presso lo Structural and Genomic Information Laboratory di Marsiglia, Francia. Gli esperti dell'OMS e del CDC sono "*persone altamente specializzate con una matrice di cose che vogliono cercare*", afferma. *Claverie ha rianimato i virus del permafrost che infettano le amebe. "È totalmente diverso dalle persone di cui hai bisogno per rilevare una nuova malattia"*.

Se la comunità internazionale dovesse elaborare un programma di ricerca praticabile e generalizzabile a molte malattie preoccupanti, allora il lavoro dell'OMS per preparare la Malattia X sarebbe utile nel caso in cui un nuovo, un nuovo patogeno o un microbo familiare emergesse come risultato del cambiamento climatico nell'Artico. Ma a meno che non ci sia una sorveglianza attiva lì, un nuovo patogeno del permafrost avrà comunque la sua finestra di opportunità. Sarebbe un errore omettere l'Artico dalla sorveglianza degli hotspot.



Il modello per trovare patogeni emergenti del sud come Ebola, Marburg e SARS è stato quello di campionare ambienti remoti e coltivare i loro microbi in un laboratorio, solitamente in una città, un approccio descritto in dettaglio nel monumentale libro del 1994 di **Laurie Garrett, The Coming Plague** . Oggi non tutti pensano che questo sia il modo migliore per monitorare i patogeni emergenti. Meglio, affermano molti esperti, sarebbe sorvegliare i luoghi in cui gli habitat umani incontrano direttamente nuovi ecosistemi, senza penetrare in profondità in quegli ecosistemi, tenendo d'occhio da vicino cosa succede agli umani e agli altri animali, in particolare bestiame e fauna selvatica, in quelle interfacce.

Claverie vorrebbe che l' Università dell'Artico , una collaborazione multi-istituzionale istituita dall'Arctic Council, installasse "*un cerchio di monitoraggio attorno al Polo Nord di quelle popolazioni [umane]. Sono il primo contatto. Sono in contatto con gli animali*". *Lo scenario*

migliore, dice, è "se si potesse contrarre la nuova malattia quando infetta per la prima volta gli esseri umani ma non ha ancora acquisito la capacità di passare da un essere umano all'altro".

Koopmans raccomanda l'adozione globale del concetto One Health , che l'OMS descrive come il riconoscimento che *"la salute degli esseri umani, degli animali domestici e selvatici, delle piante e dell'ambiente più ampio (inclusi gli ecosistemi) sono strettamente collegati e interdipendenti".*

L'Arctic Council sta tentando di incorporare One Health nei suoi scenari di pianificazione . Sfortunatamente, il processo è molto lento e a livello globale non ci sono stati progressi inadeguati nell'adozione di One Health dalla sua creazione nel 2004. Ci sono ancora compartimenti stagni che impediscono la condivisione di competenze tra ecologi microbici, veterinari della fauna selvatica, epidemiologi delle malattie infettive umane e altri esperti.

Quando si tratta di gestire i potenziali pericoli di malattie derivanti dal riscaldamento dell'Artico, c'è un orso gigante nella stanza. Molti ricercatori sono frustrati perché non riescono a ottenere dati o cooperazione dalla Russia.

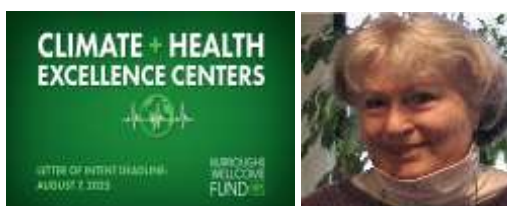
Romanovsky, era precedentemente affiliato alla **Moscow State University**, ma non può più fare ricerca in Russia, dice con rammarico, perché ha rilasciato un'intervista a un programma radiofonico considerato "indesiderabile" e potrebbe essere condannato a cinque anni in una prigione russa per questo.

La conoscenza della salute pubblica nell'Artico russo si è atrofizzata. La Russia mira a estrarre risorse, ignorando i vincoli economici e ignorando i codici internazionali ambientali e di salute pubblica, afferma Romanovsky. Potrebbe essere la regione più importante da monitorare, ma rimane anche quella con meno probabilità di essere monitorata o condividere i suoi dati a livello internazionale.

L'isolamento volontario della Russia influisce su ogni aspetto del cambiamento climatico nell'Artico, incluso il suo potenziale ruolo nell'evoluzione e nella migrazione dei patogeni.

La mancanza di dati abbondanti e solidi significa che è quasi impossibile attribuire una probabilità realistica di rischio alla possibile comparsa di patogeni artici. Ma sappiamo che l'attività umana (sviluppo, spedizione, estrazione, caccia) crea condizioni favorevoli per la diffusione e l'evoluzione microbica, e sappiamo che l'Artico sta entrando in una fase in cui le attività umane si stanno espandendo.

Il mondo non può permettersi di permettere che l'incertezza, la mancanza di dati e i silos disciplinari oscurino la gamma di possibili modi in cui i microbi si comporteranno nell'Artico alterato che si sta delineando. Dopotutto, sono le entità più resilienti sul nostro pianeta



Questo report ha utilizzato dati del Climate Health Excellence centers e la documentazione della inchiesta giornalistica di Valerie Brown sulla salute ambientale

Domani 2 dicembre:
**Un cerotto per la somministrazione
prolungata di farmaci ad alto dosaggio**

L'infusione endovenosa (IV), un'invenzione fondamentale della medicina moderna sin dal suo sviluppo durante la seconda guerra mondiale, rimane essenziale per mantenere le concentrazioni terapeutiche dei farmaci nel sangue e ridurre al minimo la tossicità.

Tuttavia, la terapia IV richiede una somministrazione professionale e confina i pazienti in strutture mediche, con conseguente riduzione della compliance e costi sanitari elevati.

Mantenere una concentrazione plasmatica stabile e prolungata del farmaco può essere una sfida al di fuori di un contesto clinico.

Un team di ricerca del College of Pharmaceutical Sciences della Facoltà di medicina della Zhejiang University e il Beijing Chaoyang Hospital, ha inventato un cerotto indossabile con microaghi in grado di erogare grandi dosi di farmaci in modo costante e indolore.



A domani ...