



**Rivista medico-scientifica dell'Ordine dei Medici
Chirurghi e degli Odontoiatri della Provincia di Arezzo**

Febbraio 2026 numero 66



IL CESALPINO

- **Medicina e Cultura**
- **Medicina e Arte**
- **Prevenzione Primaria Ambientale**
- **Convegni Scientifici : I Tumori Occupazionali ed Ambientali**

Editoriale

3 ■ Lorenzo Droandi

Medicina e Cultura

4 ■ Medicina e complessità

G. Porcile

Medicina e Arte

9 ■ Il Canonico Yoris Van der Paele era davvero affetto da Arterite a Cellule Giganti? Ipotesi e controversie diagnostiche in base all'esame del ritratto, dipinto dal Pittore fiammingo Jan van Eyck

G. Linoli

Ordine dei Medici e Crisi Umanitarie

13 ■ Il ruolo dell'Ordine dei medici nelle crisi umanitarie

G. Giustetto, R. Romizi

Medicina e Salute Pubblica

16 ■ Come contribuire alla tutela della salute pubblica in tempo di crisi del nostro sistema sanitario nazionale

G. Errico

Prevenzione Primaria Ambientale

19 ■ Accettazione del rischio. L'evoluzione in Italia

N. Magnavita

25 ■ Affidabilità e sicurezza dell'acqua del rubinetto in ambito medico e preventivo

R. Bosco, M.T. Maurello

30 ■ Etichettatura ambientale delle carni: una opportunità per una scelta consapevole dei consumatori

A. Lauriola, E. Rigonat, D. Scarciglia

33 ■ La biodiversità che respiriamo: l'impatto cruciale del verde urbano sulla composizione del microbioma nell'aria

A. Cristofori, F. Cristofolini, A. Di Cocco, E. Gottardini

Opinioni a Confronto

36 ■ Considerazioni sul livello di sicurezza dei cellulari

F. Bersani Greggio

Medicina e Intelligenza Artificiale

40 ■ Intelligenza artificiale in sanità: modelli occidentali, cinesi e russi a confronto

Differenze strutturali, opportunità cliniche e limiti sistemici

Dr. Ing. F. Di Bello

IL CESALPINO

Rivista medico-scientifica
dell'Ordine dei Medici Chirurghi
e degli Odontoiatri
della Provincia di Arezzo

Febbraio 2026

anno 26 - numero 66

Editore: Consiglio provinciale dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri di Arezzo

Presidente Ordine dei Medici Arezzo:
Lorenzo Droandi

Direttore responsabile: Roberto Romizi

Coordinatore Redazionale: Amedeo Bianchi

Comitato Redazionale:

Cuccuini Alberto, Linoli Giovanni, Parca Gino, Pieri Piero, Sasdelli Mauro, Vanni Dino, Trazzera Enzo, Giustini Alessandro.

Responsabile Ufficio Stampa:

Matteo Giusti

Comitato Scientifico e Revisori

Ambiente e salute: Bianchi Fabrizio, Di Ciaula Agostino, Maurello Maria Teresa, Romagnoli Carlo, Sallèse Domenico, Tamino Gianni, Panizza Celestino, Reali Laura, Belpoggi Fiorella.

Appropriatezza in medicina: Bonaldi Antonio, Murgia Vitalia, Parca Gino, Vernerò Sandra, Lauriola Paolo, Vanni Dino, Cuccuini Alberto, Porcile Gianfranco, Giustini Alessandro.

Altri lavori scientifici: Grifagni Marcello, Linoli Giovanni, Magi Ezio, Martini Marco, Nanni Sara, Pieri Piero, Rinnovati Andrea, Sasdelli Mauro, Sereni Paolo, Trazzera Enzo.

Segreteria redazionale e

progetto grafico

Matteo Giusti

redazionecesalpino@gmail.com

c/o Ordine dei Medici Chirurghi e

degli Odontoiatri

Viale Giotto, 134 - 52100 Arezzo

tel. (+39) 0575 22724

fax (+39) 0575 300758

chirurgi@omceoar.it

odontoiatri@omceoar.it

www.omceoar.it

Aut. Trib. n°7 - 2001

del registro stampa n° 522/2001

La informiamo che secondo quanto

disposto dall'art. 13, comma 1, della

legge 675/96 sulla "Tutela dei dati

personali", Lei ha diritto, in qualsiasi

momento e del tutto gratuitamente, di

consultare, far modificare o cancellare i

Suoi dati o semplicemente opporsi

al loro trattamento per l'invio

della presente rivista.

Nuovi Approcci Metodologici Sperimentali

- 44 ■ **Tecnologie Organ-on-Chip nella Sicurezza Alimentare e nella Salute Ambientale: una revisione sistematica (2015-2024)**
M. Cassotta
- 48 ■ **Quanto si investe in Europa sulla ricerca in ambito prevenzione? Analisi retrospettiva dei progetti finanziati dall'UE**
F. Pistollato

Convegni scientifici: I Tumori Occupazionali ed Ambientali

- 53 ■ **I tumori occupazionali e ambientali: introduzione sul tema**
D. Sallesse
- 54 ■ **Aggiornamento scientifico sulla epidemiologia dei tumori e fattori di rischio in ambito lavorativo**
A. Cristaudo
- 58 ■ **Tumori e ambiente: avanzamento delle conoscenze, meccanismi biologici e prospettive di prevenzione**
F. Bianchi

Libri

- 62 ■ **Coscienza umana, "coscienza" robotica, di Marco Calgaro - Lampi di Stampa 2025- pagine 128**
- 63 ■ **"L'impatto dell'ambiente e degli stili di vita nel rischio onco-ematologico"**
a cura di Ruggero Ridolfi - Oncologo Endocrinologo - ISDEF Forli-Cesena

LORENZO DROANDI

Presidente Ordine dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri di Arezzo

Cari/e Colleghi/e,

auguro a tutti/e un anno sereno e proficuo. Mi fermo qui, invece di infarcire l'editoriale con buoni propositi e ulteriori luoghi comuni.

Il clamore mediatico suscitato dal cosiddetto semestre filtro per l'accesso a medicina si è sopito. Aggiungerei colpevolmente, perché ritengo che la questione meriti un dibattito molto più ampio ed approfondito.

Nei giorni dopo Natale, il Consiglio del nostro Ordine è uscito in proposito con un comunicato stampa. Come era facilmente prevedibile e direi fisiologico, alcuni colleghi ne hanno condiviso i contenuti mentre altri si sono espressi in maniera anche molto critica.

Ora, però, prendendo le mosse da questa vicenda, voglio condividere riflessioni un po' più ampie sul nostro sistema scolastico, da semplice cittadino che, invecchiando, ha visto l'evoluzione del mondo.

Si è letto e sentito un po' di tutto, sull'argomento, ma le opinioni che prevalentemente si confrontano sembrano essere quella secondo cui le domande d'esame erano troppo difficili e l'altra secondo la quale gli studenti studiano poco.

Personalmente, credo che sposare una di queste posizioni sia sbagliato, perché ci si limita a concentrarsi sugli effetti, sulle conseguenze, senza mai entrare nella disamina delle cause.

Per capire cosa voglio dire è necessario andare indietro negli anni, almeno intorno agli anni '60 del secolo scorso, quando la scuola era estremamente rigida e molto selettiva, dalle elementari all'università. Poi è arrivato il '68, il 6 politico, l'istruzione (giustamente) aperta e obbligatoria per tutti, le promozioni d'ufficio e via dicendo. In altre parole, da una istruzione elitaria, rigida e molto selettiva, si è gradualmente passati ad una istruzione fruibile e uguale per tutti. Obiettivo encomiabile e giusto, ma che si è portato dietro un errore.

Siccome si voleva parificare il livello di istruzione, invece di mantenerne elevata qualità e quantità si è scelto di appiattire queste ultime verso il basso in maniera che tutti gli studenti potessero accedervi e raggiungere i medesimi risultati, compresi coloro i quali non avevano e non hanno, oggi, la minima propensione alla scuola e alla cultura.

Il corollario conseguente è che agli attuali studenti, per raggiungere i nostri stessi risultati scolastici, è richiesto uno studio molto meno intenso, e quindi non hanno la nostra stessa capacità di applicazione allo studio. In altre parole, hanno perso la capacità di studiare e di applicarsi a fondo nello studio, perché non è loro richiesto e soprattutto non è stato loro insegnato.

In conclusione, credo che sia venuto il momento che noi adulti, genitori, politici, amministratori, mettiamo tutti insieme mano all'istruzione nel sistema Italia per fare in modo che i nostri ragazzi imparino un metodo di studio, imparino a profondervi tutte le energie necessarie per raggiungere lo scopo che desiderano, che abbiano uno scopo da raggiungere.

Nelle more, sarà utile che la politica riveda il meccanismo di valutazione per l'accesso alla facoltà di medicina; che i professori che preparano i quesiti siano consci che gli studenti non sono ancora laureati (altrimenti non parteciperebbero alla selezione); che gli studenti comprendano che lo studio richiede impegno, sacrificio e abnegazione.

Auguri di buon anno e di buon lavoro a tutti.

Medicina e complessità *Medicine and complexity*

GIANFRANCO PORCILE

Oncologo medico, già Direttore di
Struttura Complessa Ospedali di Alba e
Bra (CN)

Mail: Gianfranco.porcile@gmail.com

Riassunto

Il ragionamento lineare dovrebbe essere sostituito dalla visione sistemica, nell'ottica della teoria della Complessità. Secondo questa visione in Medicina la malattia viene considerata non come un incidente di percorso, un evento inaspettato e imprevedibile, ma come parte di un insieme più ampio di fattori diversi ed interconnesso con vari determinanti. Dal modello "Biomedico" (approccio biologico) è necessario passare a quello "Biopsicosociale" (approccio olistico). Oggi dobbiamo guardare alla persona umana all'interno e come parte integrante dell'ecosistema: è il concetto di "OneHealth" ("una sola salute"). Il valore della scienza e della tecnologia rimane sempre nella sua irrinunciabile importanza, ma la Medicina odierna deve rivalutare il ruolo fondamentale di quelle che possiamo chiamare le "Medical Humanities", dalla comunicazione alla bioetica, dalla filosofia alla integrazione della ricerca e dei saperi.

Parole chiave

Complessità, Modello biopsicosociale, Modello ecologico, OneHealth, Visione sistemica

Abstract

Linear reasoning should be replaced by a systems vision, from a Complexity-theory perspective. According to this view in Medicine, disease is considered not as an accident, an unexpected and unpredictable event, but as part of a broader set of different factors and interconnected with various determinants. From the "Biomedical" model (biological approach) it is necessary to move to the "Biopsychosocial" model (holistic approach). Today we must look at the human person within and as an integral part of the ecosystem: this is the concept of "OneHealth". The value of science and technology always remains in its inalienable importance, but today's medicine must re-evaluate the fundamental role of what we can call the "Medical

Humanities", from communication to bioethics, from philosophy to the integration of research and knowledge.

Key words

Complexity, Biopsychosocial Model, Ecological Model, OneHealth, Systemic Vision

Premessa

Thomas Kuhn (1922-1996) ha introdotto il concetto delle "fasi" della scienza: Periodo preparadigmatico, Accettazione del paradigma, Scienza normale, Nascita delle Anomalie, Crisi del paradigma, Rivoluzione del paradigma, Nuovo Paradigma, Accettazione del nuovo paradigma. Tali fasi si ripetono con andamento ciclico (1).

Ad esempio, il Paradigma culturale conobbe una prima fase, molto importante, chiamata "Età della ragione": Cartesio (1596-1650), Newton (1643-1727), Laplace (1749-1827) furono i primi ad imporre il metodo scientifico con il cosiddetto Pensiero Lineare. Oggi lo chiamiamo Modello Riduzionista. Ma nel secolo scorso (1900) si impose la seconda fase del Paradigma culturale: nacque il Pensiero Complesso e fu la "Età dell'incertezza": Heisenberg (1901-1976) e Godel (1906-1978), furono tra i primi e più importanti esponenti di questo nuovo paradigma. In Medicina il modello riduzionista guarda al concetto di malattia vista come un evento isolato ed incidentale, mentre il pensiero complesso la vede come parte di un insieme più ampio e interconnesso.

La Visione Sistemica

Quando parliamo di Visione Sistemica ci riferiamo ad un concetto filosofico, matematico, pedagogico, scientifico, sociologico e potremmo continuare. Come continua l'elenco degli esponenti che, oltre i due già menzionati, hanno contribuito ad arricchire questo paradigma: Henry Poincaré (1854-1912), Jean Piaget (1896 - 1980), Gregory Bateson (1904 - 1980), Alan Turing (1912 - 1954), Urie Bronfenbrenner (1917-2005), Pier Luigi

Luisi (nato nel 1938), Fritjof Capra (nato nel 1939), Giorgio Parisi (nato nel 1948) sono i principali.

Complesso non è sinonimo di complicato. Un fenomeno complesso si rivela più per quello che non vediamo e non riusciamo a descrivere e comprendere che per la sua chiarezza. Il termine “complicato” si riferisce più alla difficoltà, il termine “complesso” guarda essenzialmente alle connessioni reciproche tra i vari attori in campo.

In sintesi la definizione di Complessità non è semplice. Il pensiero lineare vede i diversi fattori con un rapporto di causa ed effetto: ogni fattore è effetto di un altro e causa di un terzo fattore. Ma la realtà è molto diversa: oggi sappiamo che il mondo è costituito da diversi elementi che si influenzano l'uno con l'altro in continuazione. Piuttosto che pensare ad una linea quindi, dobbiamo immaginare una struttura a rete, un vero e proprio network. Questo vale anche per la persona umana costituita da corpo (soma), mente (psiche) e anima (intendendo con questo termine qualunque declinazione della spiritualità, qualunque senso del sacro). E tutto ciò vale anche per l'intero Ecosistema.

Per avere una vaga idea, forse ci può essere d'aiuto pensare al gioco degli scacchi dove esistono 32 pezzi con possibilità di movimento diverse: questo può rendere l'idea, anche se semplificata, della situazione della vita reale nel mondo odierno. Per inciso ricordiamo che al giorno d'oggi, in alcune istituzioni scolastiche, il gioco degli scacchi è diventato un corso di insegnamento. La complessità non la possiamo eliminare: dobbiamo conoscerla per poi essere in grado di gestirla. A seconda della nostra capacità di gestione quella che prima era una difficoltà può diventare una opportunità. L'esempio classico è quello del praticante di Surf: le onde del mare agitato diventano occasione di divertimento ed emozione. Anche lo sport della vela può essere una valida metafora: il vento forte, in mani esperte, può trasformarsi in un divertimento pieno di soddisfazioni.

La letteratura in proposito è ovviamente abbondante, sia sotto forma di libri sia di pubblicazioni scientifiche. A titolo esemplificativo, citiamo due libri di F. Capra. Nel primo si propone una filosofia diversa dalla Decrescita Felice puntando invece su una “Crescita Qualitativa”. Riportiamo una frase significativa: “La visione del corpo umano come una macchina e della mente come un'entità separata sta cedendo il passo a una visione che interpreta non solo il cervello, ma anche il sistema immunitario, i tessuti corporei e perfino ciascuna cellula come un sistema cognitivo vivente”(Capra et al. 2013). La seconda opera, scritta insieme a P.L. Luisi, descrive in maniera esaustiva una summa della Visione Sistemica che spazia dalla biologia alla fisica alla medicina (Capra et al. 2017).

Il modello biopsicosociale

La complessità deve essere compresa da un punto di vista generale. Ma anche aspetti particolari possono essere esaminati in un'ottica sistemica. Per fare un esempio riferiamoci alla “Guerra contro il cancro” che anni fa fu superficialmente proclamata dal Presidente degli USA R. Nixon (1971). In verità questo aspetto scientifico ha rivelato di essere anch'esso oggetto di una grande complessità: nel 2014, per limitarci alla sola terapia medica, venivano conosciute come valide 10 modalità di approc-

cio terapeutico che potevano interagire tra loro in modo sinergico ma anche antagonista in tempi successivi. E certamente i progressi attuali della medicina di oggi, con tutti i passi avanti compiuti dalla ricerca, rendono ancora più ampia questa complessità. Pertanto la scelta tra una terapia e l'altra deve essere sempre più attenta e ponderata per tenere conto non soltanto delle probabilità di efficacia in tempi brevi ma, in caso di recidiva della malattia, anche delle conseguenze che tale scelta potrebbe avere sulle successive possibilità di cura (2).

Finora la moderna Medicina si è ispirata al modello “biomedico”, basato su un ragionamento di tipo lineare e su un rapporto medico-paziente orientato sulla malattia. Secondo quest'ottica l'assistenza al malato viene analizzata in fasi successive quasi separate tra loro: anamnesi, diagnosi, prognosi, terapia, riabilitazione, cure palliative. Oggi questo modello dovrebbe essere sostituito da quello “biopsicosociale” proposto da George Engel (1977), basato su teorie sistemiche e su un rapporto tra medico e malato centrato sulla persona, rapporto che, accanto ai fattori biologici ed organici, riconosce anche l'importante ruolo giocato dai determinanti psicologici e sociali di salute. Questo modello è particolarmente importante nelle fasce di pazienti più fragili come quelli pediatrici e anziani. Modello biopsicosociale vuol dire approccio olistico, vision antropocentrica (non più la malattia al centro, ma il malato, o meglio il cittadino, la persona), integrazione reale delle “Medical Humanities” con la Medicina Tecnologica. E' opportuno sottolineare che, se il medico è l'esperto delle malattie e delle tecniche sanitarie, il paziente ha un pari ruolo, in quanto esperto, tra l'altro unico, delle “sue” aspettative, della “sua” malattia, della “sua” persona. Una ulteriore notazione: in questo modello non esiste più un semplice rapporto medico-paziente, ma il medico fa oggi parte di una équipe multiprofessionale (medici, infermieri, amministrativi, volontari, ecc.) e multidisciplinare (collaborazioni con psicologi, laboratoristi, anatomo-patologi, specialisti d'organo, ecc.): in pratica, pur rimanendo importante la figura del medico di riferimento e, laddove esista, del case-manager, il rapporto del paziente è con tutta l'équipe, che è anche, in pratica, responsabile, anche come collettivo, verso il singolo utente/paziente. Ma anche quest'ultimo, in realtà, non è più da solo: acquista sempre maggiore importanza anche la famiglia, sia come partner nelle decisioni, che sono sempre più condivise da parte del paziente con i familiari (ovviamente se lo desidera), sia come caregiver, come elemento importante della cura, specie in situazioni particolari come le cure palliative e l'assistenza domiciliare (Santosuosso 1998).

Spesso un malato non è in grado di definire il proprio disturbo come una malattia vera e propria oppure come un problema/disagio di vita in generale, e talvolta il medico stesso non è in grado di fare una distinzione esatta. Il dolore, ad esempio, è un sintomo o una malattia? Gli aspetti psicologici, culturali ed etnici influenzano fortemente la percezione e la comunicazione del dolore. Lo stesso vale per condizioni come astenia, fatigue, affaticamento e depressione. Ed anche la “Inflamazione cronica” che in passato era un segno o sintomo, oggi viene riconosciuta come una malattia o quantomeno una sindrome. Da quando Sigmund Freud con i suoi studi ha rivoluzionato

la psicologia, la medicina si è arricchita di nuove branche tra cui la psicoanalisi, la psicobiologia e la medicina psicosomatica, con nuove interpretazioni correlate di malattie organiche come l'ulcera gastrica, l'asma bronchiale ed anche il cancro. Al giorno d'oggi sappiamo con certezza che esiste una contaminazione reciproca e bidirezionale tra la sfera organica e quella psicologica.

Concludendo la Medicina è stata a lungo riferita al modello riduzionista. Il riferimento genetico di J. Monod è stato per molto tempo una chiave per interpretare la realtà: un modello che, basandosi sulla "Biologia Molecolare" di Francis Crick, ci ha dato contemporaneamente un senso di protezione e di sicurezza (Monod 1970). Ma, come visto all'inizio, ben presto T. Kuhn ci ha convinto che i paradigmi vanno periodicamente in crisi e devono essere aggiornati e sostituiti da nuovi paradigmi con andamento ciclico (1).

Ecologia e Complessità

Il modellobiopsicosociale, valido al giorno d'oggi dal punto di vista del rapporto tra medico e paziente inserito in un contesto allargato alla situazione familiare e sociale, deve evolvere in un modello che tenga conto del fatto che ormai è dimostrato come sia il paziente sia il medico siano parte inscindibile della biosfera. Potremmo chiamare questa forma di evoluzione "modello ecologico" (3).

Il "Modello Ecologico" è biosfera-centrico: l'attenzione quindi non è soltanto focalizzata sul paziente ammalato o sul cittadino sano, ma deve tenere conto di tutta la Biosfera e delle conseguenze che le scelte del medico possono avere su di essa. Pertanto questo modello necessita di una "Community of Practice", costituita da tutti gli operatori sanitari, ma anche con la presenza di rappresentanti dei malati, che attui scelte responsabili sul potenziale impatto attuale e futuro sull'ambiente umano, sociale e sulla biosfera.

Intanto dobbiamo constatare la fine dell'Antropocentrismo, un concetto che ci ha accompagnato erroneamente, per troppo tempo. La prima ferita al narcisismo dell'uomo arrivò molto tempo fa quando Copernico dimostrò che la Terra non era al centro dell'Universo. La seconda umiliazione (il termine è di Sigmund Freud) arrivò da Charles Darwin che dimostrò la inestirpabilità della natura animale dall'uomo. La terza arrivò da S. Freud stesso, che dichiarò che l'io non è padrone in casa propria (Introduzione alla psicoanalisi, 1915-1917). Infine il colpo di grazia fu quello tecno-digitale, con Alan Turing che dimostrò che gli esseri umani non sono i "soli" a pensare (Floridi, 2020). In sintesi il Modello Ecologico deve cercare di diminuire la "Impronta Ecologica" (cioè il consumo di risorse, il danno all'ambiente, misurato come produzione di CO₂) di cui siamo responsabili come medici, così come già stiamo cercando di fare come cittadini, uomini e donne comuni (4).

Ovviamente non occorre ribadire che la priorità rimane l'interesse del malato e la ricerca della terapia migliore, ma in una scelta che tenga conto delle esigenze ambientali della biosfera.

Da queste premesse è nato il Concetto di "OneHealth": si tratta di un approccio di tipo olistico, che considera importante la salute globale del pianeta allo stesso modo di quella dei singoli individui umani: di conseguenza pro-

pone di affrontare le diverse problematiche con collaborazioni interdisciplinari. Quindi "Onehealth" corrisponde a "salute umana + salute animale + salute ambientale". La definizione OneHealth risale al 2004 in occasione della conferenza indetta dalla Wild Conservation Society (Manhattan Principles). All'inizio è stata applicata alla salute animale, alla sicurezza degli alimenti, alle epidemie zoonotiche e all'antibiotico-resistenza. Ma al giorno d'oggi questo approccio prende in considerazione anche: a) l'inquinamento delle risorse naturali e la distruzione della biodiversità, b) la progettazione urbana e la pianificazione territoriale, produttiva e dei trasporti, c) la messa a frutto delle potenzialità tecnologiche e informatiche per salvaguardare l'integrità del pianeta. In conclusione "OneHealth" è un approccio sistemico teso a tutelare tutte le forme di vita sulla Terra perché ogni singola vita è indispensabile per mantenere l'equilibrio dell'ecosistema: ogni forma di vita è utile e necessaria per la salute degli altri esseri viventi. In sintesi: una unica "SALUTE" (una volta si parlava di Salute Globale) (editoriale Lancet 21 gennaio 2023).

In realtà oggi esistono tre approcci integrati alla salute - "EcoHealth", "OneHealth" e "PlanetaryHealth" - con relative affinità, differenze e potenziali convergenze. "EcoHealth" nasce dall'ecologia e punta a comprendere le interconnessioni tra salute umana, animale ed ecosistemi, con una forte attenzione all'equità sociale e di genere. "OneHealth", originato dalla medicina veterinaria e dalle zoonosi, è oggi promosso da organismi internazionali (OMS, FAO, WOA, UNEP) come paradigma unificante per bilanciare salute di persone, animali e ambiente. "PlanetaryHealth", più recente, estende la sanità pubblica al livello planetario, focalizzandosi sull'impatto delle attività umane sui sistemi naturali. Tutti gli approcci richiedono metodologie transdisciplinari e l'inclusione dei saperi locali e indigeni. Secondo questi principi sono necessari modelli socio-ecologici per la gestione delle risorse comuni, come l'acqua, l'aria o la biodiversità, integrando capitale umano e benessere ecosistemico. In sintesi è necessario un vero cambiamento di paradigma per affrontare sfide complesse come pandemie, cambiamenti climatici e perdita di biodiversità (5).

Paradigmi ispirati alla visione sistemica

Coerentemente con tutte queste acquisizioni sono nati diversi Paradigmi sia nel campo della assistenza clinica sia in quello della ricerca.

Ad esempio nel 2011 è nato il movimento Slow Medicine, un modo nuovo di intendere salute, cura e sanità. Fondandosi su una visione sistemica, di "Rete", vuole essere un nuovo paradigma, un percorso di confronto tra diversi approcci di cura, intendendo con questo termine più l'assistenza e la presa in carico che non il lato meramente terapeutico (Bert, 2018) (<https://www.slowmedicine.it/>). Una delle parole chiave di Slow Medicine è il rispetto della "Appropriatezza": in ambito medico l'appropriatezza si riferisce all'uso corretto delle risorse, basato su evidenze scientifiche e linee guida cliniche, per una scelta sanitaria efficace, erogata al paziente giusto, nella modalità più adeguata e nel momento più opportuno, minimizzando rischi e costi e massimizzando i benefici (6).

Inoltre possiamo citare l'esempio di "International Society

of Doctors for Environment” (ISDE) (“Medici per l’Ambiente”), che ha la mission principale di sensibilizzare i medici nella tutela dell’ambiente in un’ottica “OneHealth” indirizzandoli ad una azione di “advocacy” nei confronti delle istituzioni, con l’intendimento di informare e coinvolgere nelle scelte operative volte al controllo della emergenza climatica e dell’inquinamento di ogni tipo sia i medici sia i cittadini tutti (7).

Il Paradigma PNEI (psiconeuroendocrinoimmunologico) è caratterizzato dalla volontà di coniugare la filosofia sistemica con la clinica integrata, con prove scientifiche di ordine biochimico e biomolecolare, che dimostrino di rappresentare il ponte di passaggio funzionale tra il corpo e la mente (8,9).

Alcune branche della Medicina hanno portato avanti dei progetti che affrontano gli aspetti assistenziali e clinici all’interno di un’ottica sistemica e di sostenibilità ambientale. Ad esempio la Società Italiana di Nefrologia si è data l’obiettivo di ridurre l’impronta ecologica delle terapie, ed in particolare della dialisi, con risparmio di acqua, di energia e gestione sostenibile dei rifiuti (10).

In maniera simile il “Collegio Italiano Primari di Oncologia Medica Ospedalieri” (CIPOMO) ha costituito il gruppo di lavoro “Green Oncology” con obiettivi di sostenibilità ambientale ed economica (11,12). Anche l’esperienza della “Oncologia Integrata” rappresenta un ulteriore approccio nel senso della integrazione degli approcci assistenziali.

Sempre seguendo questa ottica, che guarda in particolare a quello che abbiamo chiamato “modello ecologico”, citiamo l’esperienza del gruppo di anestesisti statunitensi di GAIA “Green Anesthesia Initiative” (GAIA), che hanno dimostrato come si possa ridurre l’impatto ambientale senza pregiudicare la salute del paziente (13).

Ma le esperienze in quest’ottica sono tante, anche al di fuori della Medicina: ad esempio, Il “Complexity Institute”, per quanto prevalentemente interessato al mondo dell’impresa e del management, si impegna anche sul fronte della salute (si veda il libro “La complessità di una epidemia” (<https://www.complexityinstitute.it/>)).

D’altra parte anche un tema apparentemente semplice come quello della alimentazione/nutrizione oggi deve essere inquadrato in un’ottica sistemica. Oggi è dimostrato che la filiera agro-alimentare comprende diverse fasi: produzione, distribuzione, consumo e rifiuti (incluso il compost). Essa ha strette correlazioni con Ambiente, Aspetti sociali, Chimica, Consumo di suolo, Cultura, Economia, Etica, Lavoro, Salute. E non dobbiamo dimenticare che ciascuno di questi settori a sua volta comprende diversi sottosistemi. Pertanto è nata una nuova denominazione: “Agroecologia”, che è contemporaneamente una scienza, un movimento, una pratica (14).

In futuro l’approccio multidisciplinare della Complessità sarà fondamentale per affrontare nuove frontiere come: “Esposoma e prescrizioni verdi” (15) e “Controllo climatico ed Impronta Ecologica” (16,17), senza dimenticare tutto l’aspetto dell’Etica e della Bioetica (18).

Conclusioni

Per il futuro possiamo auspicare una Medicina che sia, secondo Hood, delle 4P: “Precauzionale (Preventiva), Partecipativa, Personalizzata, Predittiva” (19).

La Medicina di domani non deve essere meramente a trazione digitale, informatica, prostrata davanti all’idolo della Intelligenza Artificiale.

Riteniamo invece che la eventuale quinta P di “Precisione” necessiti di essere guardata con molta prudenza, se non di diffidenza. I vantaggi di kit per diagnosi genetiche o di anticorpi monoclonali per terapia genica o similari sono innegabili e irrinunciabili. La nostra perplessità deriva dal rischio di perdere di vista il paziente come “Persona”, come unico individuo biologico/psicologico (corpo+mente), concetto che soltanto una visione sistemica può garantire. Il rischio appare concretizzarsi in due aspetti: da una parte una eccessiva fede nella tecnologia e nella biologia molecolare, dall’altra una specie di fatalismo che potrebbe far diminuire l’impegno nei confronti degli stili di vita e di quei determinanti di salute che sono la base eziopatogenetica delle malattie di questo nostro inizio di millennio (20).

Soltanto un approccio globale può garantire nello stesso tempo l’accessibilità alle cure, la compatibilità economico-finanziaria, ed il rispetto dei diritti umani: questo vale per una patologia grave e diffusa come il cancro, ma non soltanto per la patologia neoplastica (21)

Bibliografia

- 1) Kuhn T. La struttura delle rivoluzioni scientifiche. 1978, IV ed., Einaudi, Torino
- 2) Hanahan D., Rethinking the war on cancer. Lancet 2014, Vol. 383, Issue 9916, pag. 558-563.
- 3) Palazzo S. Per un’oncologia sostenibile. (2010) Roma, Ed. Il Pensiero Scientifico
- 4) Bonaldi A., Venero S., Giustetto G., Romizi R. (2023) <http://www.isdenews.it/limpronta-ecologica-dei-servizi-sanitari-cosa-dovrebbero-fare-i-professionisti-della-salute/>
- 5) Zinsstag J., Ford A., Jukola S., et al. Integrated approaches to health: A paradigmatic, methodological and operational comparison of EcoHealth, OneHealth and Planetary Health <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.1079/cabionehealth.2025.0029>
- 6) Bobbio M. Troppa Medicina: un uso eccessivo può nuocere alla salute. 2017, Giulio Einaudi Editore
- 7) www.isde.it
- 8) Bottaccioli F. Mutamenti nelle basi delle scienze. L’emergere di nuovi paradigmi sistemici nelle scienze fisiche, della vita e umane. 2011, Ed. Tecniche Nuove
- 9) Porcile G. La visione sistemica in Medicina, . PNEI Review. DOI: 10.3280/pnei2025oa20405
- 10) Piccoli G.B., et al. (2020) Green Nephrology and ecodialysis: a position statement by the Italian Society of Nephrology. Vol.:(0123456789)1 3 Journal of Nephrology 33:681–698 <https://doi.org/10.1007/s40620-020-00734-z>
- 11) Palazzo S., Porcile G. Cambia il paradigma per le cure oncologiche: le ragioni e gli strumenti per una Green Oncology, Giornale Italiano di Psico-oncologia 2013, vol 15, n. 2, 2013
- 12) Bretti S., et al. “Green Oncology”: the Italian medical oncologists’ challenge to reduce the ecological impact of their clinical activity. Tumori, 2014, PMID: 25076260. DOI: 10.1700/1578.17246
- 13) Colquhoun D.A., et al. Environmental and patientsa-

- fetyoutcomes of a health-system Green Anesthesia Initiative (GAIA): a retrospective observational cohort study. *Lancet Planetary Health* 2025, Vol. 9, Issue 2 e124-e133, February 2025 [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(24\)00331](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(24)00331)
- 14) Wezel A., Bellon S., Doré T., Francis C., Vallod D., David C.. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. December 2009, Vol. 29, Issue 4, pag. 503–515
 - 15) Piras P.F. Return to forests: Therapeutic potential for woodland environments. *Visions for sustainability*, (2021), <https://doi.org/10.13135/2384-8677/5987>
 - 16) Petersen J.J., et al. Integrating Environmental outcomes in randomized clinical trials: a call to action. *The Lancet* 2025, vol.405, Issue 10477, pag 446-448 [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(24\)02666-7/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(24)02666-7/abstract)
 - 17) Bologna M. Cambiamenti climatici e pandemie. Da un ragionamento eco-biologico alle sue possibili conseguenze sanitarie *PNEI Review* 2023, n.2, pag 49-58
 - 18) Porcile G., Miserotti G., *Il Cesalpino*, 2023, n.57, pag 28-31
 - 19) Hood L. Systems Biology and P4 Medicine: Past, Present, and Future, *Rambam Maimonides Med J* 30 aprile 2013;4(2):e0012. doi: 10.5041/RMMJ.10112
 - 20) Bonaldi A. Restiamo con i piedi per terra. Medicina personalizzata, medicina di precisione e scienze “omiche” *Scienza e Tecnologia*, Wall Street International, 12 settembre 2018, <https://www.meer.com/it/42608-restiamo-con-i-piedi-per-terra>
 - 21) Casolino R., et al. Integrating cancer into crisis: a global vision to action from WHO and partners, *Lancet* 2025 [https://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045\(24\)00522-9/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045(24)00522-9/abstract)

Il Canonico Joris Van der Paele era davvero affetto da Arterite a Cellule Giganti? Ipotesi e controverse diagnostiche in base all'esame del ritratto, dipinto dal Pittore fiammingo Jan van Eyck

Was Canon Joris van der Paele truly affected by Giant Cell Arteritis? Diagnostic hypotheses and controversies based on the examination of his portrait painted by the Flemish artist Jan van Eyck

GIOVANNI LINOLI

Specialista in Neurologia e in Neurofisiopatologia, già Direttore della Unità Operativa Complessa di Neurologia, Ospedale San Donato di Arezzo, Azienda USL Toscana Sud Est

Per corrispondenza:
linoligiovanni@gmail.com

Riassunto

Alcuni artisti figurativi, soprattutto in epoca rinascimentale, hanno saputo raffigurare, con indiscutibile chiarezza, le espressioni semeiologiche delle malattie dell'uomo.

La Madonna del Canonico Van derPaele è una delle opere più famose del pittore fiammingo Jan van Eick, datata 1436. Si tratta di uno dei più antichi esempi di *Sacra Conversazione*, in cui la Madonna, assisa in trono con il Bambino sulle ginocchia, è affiancata a destra da San Donaziano, e a sinistra da San Giorgio, che indica alla Madonna il Canonico van der Paele, committente dell'opera. Il ritratto del Canonico si caratterizza per un'analisi attentissima dei tratti fisionomici, verificati in ogni minimo dettaglio. Dall'esame ispettivo del ritratto emergono infatti, in modo chiarissimo, il turgore abnorme ed il decorso tortuoso dell'arteria temporale superficiale sinistra, suggestivi di una Arterite a Cellule Giganti. Tale reperto, insieme ai disturbi visivi che inducevano il Canonico all'uso di occhiali, viene discusso alla luce dei criteri diagnostici per l'Arterite a Cellule Giganti, pubblicati nel 2022 a cura dell'American College of Rheumatology/EULAR. Non potendo giungere a conclusioni diagnostiche definitive, viene valutata l'ipotesi alternativa di una vasculopatia aterosclerotica. Vengono infine citati esempi di opere pittoriche, in cui le espressioni semeiologiche di malattia sono raffigurate in modo così chiaro e fedele da consentire diagnosi incontrovertibili.

Parole chiave

Madonna del Canonico Van der Paele, Jan van Eick, Arterite a Cellule Giganti, Iconodiagnostica

Abstract

Throughout history, several figurative artists – particularly during the Renaissance – have demonstrated an exceptional ability to depict with remarkable precision the semiological manifestations of human

disease. The Virgin of Canon van derPaele (1436), one of the most celebrated works by the Flemish master Jan van Eyck, represents one of the earliest examples of the Holy Conversation. In this composition, the Virgin, enthroned with the Child on her lap, is flanked on the right by Saint Donatian and on the left by Saint George, who presents Canon van der Paele - the patron and commissioner of the work - to the Virgin.

The portrait of the Canon reveals an extraordinary attention to physiognomic detail, rendered with striking realism. Careful visual analysis high lights the abnormal turgor and tortuous course of the left superficial temporal artery, findings suggestive of Giant Cell Arteritis (GCA). This observation, together with the visual disturbances that prompted the Canon's use of spectacles, is discussed in light of the diagnostic criteria for GCA published in 2022 by the American College of Rheumatology and the European Alliance of Associations for Rheumatology (EULAR).

Although a definitive diagnosis cannot be established, the alternative hypothesis of atherosclerotic vasculopathy is also considered. Finally, other pictorial works are referenced in which the somatic signs of disease are rendered with such clarity and fidelity as to permit highly plausible diagnostic interpretation.

KeyWords

Virgin of Canon van der Paele, Jan van Eick, Giant Cell Arteritis, Iconodiagnosis

Introduzione

Le malattie, che da sempre affliggono l'umanità, hanno ispirato pittori e scultori, che talvolta hanno saputo darne rappresentazione iconografica con eccezionale abilità. L'estrema padronanza nell'uso delle tecniche artistiche, lo studio dell'anatomia umana, l'eccellenza culturale, il realismo nella rappresentazione di persone e di oggetti hanno concorso a determinare la mirabile capacità degli artisti, soprattutto in epoca Rinascimentale, di rappresentare, in modo

chiaro e fedele, i segni della patologia umana (1). Il termine *iconodiagnostica* (dal greco εἰκών - ὄνος «immagine», e διάγνωσις, da διαγιγνώσκω «riconoscere attraverso») è stato coniato nel 1983 da Anneliese A. Pontius (2), psichiatra della Harvard University, in riferimento alla possibilità di formulare ipotesi diagnostiche attraverso il rilievo di segni di malattia, raffigurati in immagini pittoriche o scultoree.

Nel 2019 Katarina Chatzidionysiou (3) ha pubblicato una rassegna di opere pittoriche, dal titolo "*Rheumatic disease and artistic creativity*", in cui sono raffigurate alcune manifestazioni cliniche delle malattie reumatiche. Tra le opere, figura *la Madonna del Canonico Van der Paele*, una delle opere più famose del pittore Jan van Eyck, fondatore della Scuola pittorica fiamminga nella prima metà del Quattrocento (4). L'autrice della rassegna, in base al turgore e alla tortuosità dell'arteria temporale superficiale, ipotizza che il Canonico Van der Paele fosse affetto da Arterite a Cellule Giganti (ACG).

La Madonna del Canonico Van der Paele. Esame del ritratto del Canonico



Figura 1. *Madonna del Canonico Van der Paele*, Jan van Eyck, 1436, olio su tavola, Groeninge Museum, Bruges.

La Madonna del Canonico Van der Paele (Figura 1) è un dipinto a olio su tavola, di grandi dimensioni (cm. 122×158), firmato dall'Autore e datato 1436, oggi conservato al Groeninge Museum di Bruges (5). L'opera fu commissionata da Joris Van der Paele (1370 circa - 1443), canonico della Chiesa di San Donaziano, all'epoca principale edificio di culto di Bruges; essa era destinata ad una cappella, fondata dallo stesso Van der Paele, affinché in essa venisse celebrata ogni giorno una messa, ed una messa commemorativa nel giorno della ricorrenza della scomparsa del committente (5).

Insieme alla *Pala di Annalena* del Beato Angelico (1430 - 1440 circa) (6), *la Madonna del Canonico Van der Paele* (1436) è uno dei più antichi esempi di *Sacra Conversazione* (7). *La Madonna del Canonico* è infatti una composizione iconografica in cui la Madonna, al centro, è assisa in trono, con il Bambino sulle ginocchia, che tiene tra le mani un pappagallo, simbolo di purezza e di innocenza (5); San Donaziano è collocato alla destra della Madonna, in posizione gerarchica di privilegio in quanto titolare della

Collegiata di Bruges; dall'altro lato, sta San Giorgio che, sollevando l'elmo con la mano destra in segno di riverenza, con la sinistra presenta alla Madonna il Canonico, committente dell'opera (5).



Figura 2. Particolare della Figura 1 (a maggiore ingrandimento). Nel ritratto del Canonico Yoris Van der Paele risultano evidenti il turgore ed il decorso tortuoso dell'arteria temporale superficiale sinistra e dei suoi rami. Altrettanto evidente l'aspetto pingue e corpulento del Canonico.

Il ritratto del Canonico (Figure 1 e 2), inginocchiato ed orientato di tre quarti verso sinistra, si caratterizza per un'analisi attentissima dei tratti fisionomici, verificati in ogni minimo dettaglio. In effetti, l'attenzione estrema alla resa dei particolari e al dettaglio minuto, la verosimiglianza, l'altissima qualità pittorica, la perfezione formale, unitamente ad un uso magistrale della pittura a olio, caratterizzano l'intera produzione artistica del pittore fiammingo van Eyck (4); come in altri ritratti dello stesso Autore, quello del Canonico è inesplicito, non lascia cioè trasparire emozioni o sentimenti (4).



Figura 3. Particolare della Figura 1 (a maggiore ingrandimento). Il Canonico reca un paio di occhiali nella mano destra ed un libro ancora aperto nella sinistra, come se avesse appena terminato di leggere.

Dall'esame ispettivo del ritratto (figure 2 e 3) emergono, con estrema chiarezza, tre ordini di elementi obiettivi:

1. a livello della regione temporale sinistra, trovano rappresentazione il turgore abnorme e la tortuosità dell'arteria temporale superficiale e dei suoi rami;
2. altrettanto evidente è l'aspetto pingue e corpulento del Canonico;
3. infine, il Canonico tiene un libro nella mano sinistra ed un paio di occhiali nella destra, come se avesse appena terminato di leggere.

Iconodiagnostica. Ipotesi e controversie diagnostiche

Ammirevole la capacità espressiva del pittore fiammingo van Eick, che ha saputo ritrarre il Canonico van der Paele nei minimi particolari. Dall'esame ispettivo del ritratto risultano infatti evidentissimi l'ectasia ed il decorso tortuoso dell'arteria temporale superficiale e dei suoi rami, suggestivi di una Arterite a Cellule Giganti (ACG). Anche nota come *Arterite Temporale di Horton*, l'ACG è una vasculite granulomatosa sistemica, immuno-mediata, che interessa arterie di grosso e di medio calibro, più comunemente l'aorta ed i rami prossimali, con predilezione per le arterie cervico-cefaliche (8). L'ACG predilige il sesso femminile e le popolazioni di etnia Nord Europea, l'esordio è tardivo, dopo i 50 anni di età (9). Restano imprecisate le cause della malattia, sebbene la frequente associazione con l'plotipo HLA DRB1*04 (10) ne faccia supporre una predisposizione genetica. La flogosi della parete arteriosa può condurre a occlusione del lume vasale con conseguente ischemia tessutale, responsabile di alcune manifestazioni cliniche della malattia (8).

La biopsia dell'arteria temporale è il gold standard per la diagnosi di ACG (11). Tuttavia, mezzi non invasivi quali le indagini ultrasonografiche (12), la Risonanza Magnetica (13) o la PET/CT con 18FDG (14) possono fornire utili contributi diagnostici (15).

Nel 2022 l'American College of Rheumatology/EULAR (16) ha pubblicato i criteri per la diagnosi di ACG. Si tratta di un sistema, validato clinicamente, applicabile solamente a pazienti di età ≥ 50 anni, che prevede l'assegnazione di score definiti ai seguenti items:

- . positività della biopsia dell'arteria temporale o *halo sign* dell'arteria temporale agli ultrasuoni: +5;
- . VES ≥ 50 mm/ora o Proteina C reattiva ≥ 10 mg/L: +3;
- . perdita improvvisa della vista: +3;
- . rigidità cervicale o delle spalle al mattino, claudicatio linguale o della mandibola, cefalea temporale di nuova insorgenza, fastidio o dolore alla stimolazione tattile dello scalpo, anomalie dell'arteria temporale all'esame vascolare, coinvolgimento ascellare bilaterale all'imaging, ipercaptazione di FDG alla PET lungo l'aorta: +2 ciascuno.

La diagnosi di ACG richiede un punteggio cumulativo ≥ 6 . Il sistema è applicabile anche al caso del Canonico Van der Paele, nato intorno al 1370 e quindi ultrasessantacinquenne all'epoca del ritratto (1436); peraltro, al reperto isolato di anomalie dell'arteria temporale corrisponde uno score di 2, largamente inferiore a quello diagnostico. Neppure i disturbi visivi, che rendevano necessario l'uso di occhiali da parte del Canonico (Figura 3), intervengono a supporto della diagnosi di ACG. E' noto come la perdita della vista rappresenti la più temibile espressione del-

la ACG, che pertanto è considerata un'emergenza oftalmologica (17). Nel sospetto di una ACG si raccomandano quindi la precocità della diagnosi e l'inizio tempestivo della terapia corticosteroidica (18).

I danni oculari in corso di ACG sono principalmente di natura ischemica, e conseguono a trombosi delle arterie ciliari posteriori o più raramente dell'arteria oftalmica (17). L'espressione più comune dell'oftalmopatia è la neuropatia ottica ischemica anteriore (19), meno frequenti sono la neuropatia ottica ischemica posteriore o l'occlusione dell'arteria retinica centrale (20). Tali condizioni esitano comunque in perdita irreversibile della vista, parziale o completa, a carico di uno o di ambedue gli occhi, non suscettibile di correzioni con lenti. E' quindi verosimile che il Canonico facesse uso di occhiali per correggere vizi di refrazione, e non difetti visivi conseguenti a lesioni ischemiche della retina, del nervo ottico o delle vie visive retro-chiasmatiche, correlati ad una ACG.

In mancanza di ulteriori indizi diagnostici, non è quindi possibile formulare un giudizio conclusivo sulla identità della malattia del Canonico.

Potremmo considerare, in alternativa, l'ipotesi di una vasculopatia aterosclerotica all'origine delle anomalie dell'arteria temporale del Canonico. Infatti, in ampie casistiche di soggetti anziani, le indagini ultrasonografiche hanno documentato aumento di spessore del complesso intima-media dell'arteria temporale (21), tale da simulare una ACG (22). D'altra parte, l'aspetto pingue e corpulento del Canonico (Figura 2) depone in favore di una vasculopatia aterosclerotica, anziché di una ACG, nella quale la flogosi sistemica cronica induce più spesso disappetenza e calo ponderale (23).

Conclusioni

Contrariamente al dipinto di van Eick appena descritto, vi sono numerose opere pittoriche, in cui le espressioni semeiologiche di malattia sono raffigurate in modo tanto chiaro e fedele da consentire diagnosi incontrovertibili. E' il caso, ad esempio, della *Trasfigurazione*, ultima opera di Raffaello Sanzio, in cui trova inequivocabile rappresentazione una crisi epilettica focale di tipo versivo (1), o il *Nano Morgante* in cui Agnolo Bronzino ha saputo raffigurare magistralmente le espressioni fenotipiche dell'acondroplasia (24).

In ogni caso, l'*iconodiagnostica* costituisce un mezzo valido per esercitare "l'occhio clinico" ed uno strumento efficace per ricostruire la storia dello stato di salute della popolazione nel corso dei secoli.

Bibliografia

1. Linoli G, Bianchi A. La rappresentazione inequivocabile di una crisi epilettica focale motoria di tipo versivo nell'ultima opera di Raffaello Sanzio: la Trasfigurazione. *Il Cesalpino* 2024; 61: 3–5
2. Pontius A.A. Icono-diagnosis. *Perspectives in Biology and Medicine* 1983; 27: 107-120
3. Chatzidionysiou K. Rheumatic disease and artist creativity. *Mediterr J Rheumatol* 2019;30(2):103–109
4. Spantigati C.E. Van Eyck. *Art e Dossier*, Giunti Editore, Milano, 2020
5. Borchert T-I. La Madonna di Van der Paele, la più grande opera di Jan van Eyck dopo il Polittico di Gent. *Finestre sull'Arte* 2020
6. Bartz G. Beato Angelico. Collana "Maestri dell'Arte italiana", Konemann Editore, Colonia, 2000, pp. 37-39
7. Papi M. La strana storia della Madonna del Canonico Van der Paele di Van Eyck. *Atti Accademia Lancisiana, Anno Accademico 2021-2022, Vol. LXVI, n. 4*
8. Ciofalo A, Gulotta G, Iannella G, et Al. Giant Cell Arteritis (GCA). Pathogenesis, Clinical Aspects and Treatment Approaches. *Curr Rheumatol Rev* 2019; 15 (4): 259 – 268
9. Sharma A, Mohammad AJ, Turesson C. Incidence and prevalence of giant cell arteritis and polymyalgia rheumatica: a systematic literature review. *Semin Arthritis Rheum* 2020; 50: 1040-1048
10. Carmona FD, González-Gay MA, Martín J. Genetic Component of Giant Cell Arteritis. *Rheumatol (Oxford)* 2014;53(1):6–18
11. Jiang Z, Huiying Ji, Jianhong D. Temporal artery biopsy for suspected giant cell arteritis: A mini review. *Indian J Ophthalmol* 2023;71:3299-3304.
12. B Membrey B, Miranda S, Lévesque H, Cailleux N, Benhamou Y, Armengol G. Giant cell arteritis: Role of color-duplex ultrasound. *Interne Rev Med* 2020;41(2):106-110
13. Siemonsen S, Brekenfeld C, Holst B, Kaufmann-Buehler A-K, Fiehler J, Bley TA. 3T MRI reveals extra- and intracranial involvement in giant cell arteritis. *Am J Neuroradiol.* 2015;36:91–7
14. Nienhuis PH, Sandovici M, Glaudemans AW, Slart RH, Brouwer E. Visual and semi quantitative assessment of cranial artery inflammation with FDG-PET/CT in giant cell arteritis. *Semin Arthritis Rheum* 2020;50:616–23
15. Gonzalez-Gay MA, Garcia-Porrúa C, Miranda-Filloo JA. Giant cell arteritis: diagnosis and therapeutic management. *Curr Rheumatol Rep* 2006;8 (4): 299-302
16. Ponte C., Grayson PC, Robson JC, et Al. 2022 American College of Rheumatology/EULAR Classification Criteria for Giant Cell Arteritis. *Arthritis Rheumatol* 2022;74(12):1881-1889.
17. Hayreh SS. Giant cell arteritis: its ophthalmic manifestations. *Indian J Ophthalmol* 2021; 69 (2): 227 – 235.
18. Alba MA, Kermani TA, Unizony S, et Al. Relapses in giant cell arteritis: Updated review for clinical practice. *Autoimmun Rev* 2024;23(6):103580. doi: 10.1016/j.autrev.2024.103580. Epub 2024 Jul 23.
19. Bajpai V, Madan S, Beri S. Arteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy: An update. *Eur J Ophthalmol* 2021;31:2818-2827
20. Timothy Do, Gulati G, Han SL, et Al. Ocular Manifestations of Giants Cell Arteritis. *Adv Ophthalmol Optom* 2025;10(1):297–311
21. Nakajima E, Hatta Moon F, Carvas NJ, Rufino Macedo C, Silva de Souza AW, Iared W. Accuracy of Doppler ultrasound in the diagnosis of giant cell arteritis: a systematic review and meta-analysis. *Adv Rheumatol* 2023;63(1): 5. doi: 10.1186/s42358-023-00286-3.
22. De Miguel E, Beltran LM, Monjo I, et Al. Atherosclerosis as a potential pitfall in the diagnosis of giant cell arteritis. *Rheumatology* 2018, 57: 318–321
23. Yu E, Chang JR. Giant Cell Arteritis: Updates and Controversies. *Front Ophtalmol (Lausanne)* 2022; 17:2:848-861.
24. Bisceglia A. *Storie di piccoli uomini. Un dialogo interdisciplinare sull'acondroplasia nel corso dei secoli.* Polistampa, Firenze, 2021

Il ruolo dell'Ordine dei medici nelle crisi umanitarie

The role of the Medical Association in humanitarian crises

GUIDO GIUSTETTO
ROBERTO ROMIZI

Direttore scientifico de il punto, confronti su medicina e sanità, rivista dell'OMCeO Torino

Direttore de Il Cesalpino, rivista dell'OMCeO di Arezzo

La scorsa estate, alcuni Ordini dei medici e molti colleghi avevano preso posizione sulla grave crisi umanitaria nella striscia di Gaza, sostenendo le organizzazioni mediche operative in quel territorio e aderendo a iniziative di solidarietà quali "Digiuno per Gaza" e "Luci sulla Palestina - 100 ospedali per Gaza". Ci venne allora la curiosità di conoscere in modo più sistematico quale posizione gli Ordini avessero assunto, in un'ottica solidaristica e umanitaria, di fronte alle situazioni di conflitto armato dove vi è un impatto gravissimo sulla sicurezza del personale sanitario, sull'accesso alle cure e sulla salute della popolazione. Inviammo pertanto un breve questionario a tutti i Presidenti con l'obiettivo di conoscere se e come i diversi Ordini avessero ritenuto opportuno e possibile intervenire, esprimere posizioni, promuovere iniziative o stimolare riflessioni in ambito medico e deontologico e quali fossero state le eventuali difficoltà.

Abbiamo ricevuto risposta da circa la metà degli Ordini. Il campione non è rappresentativo né per distribuzione geografica né per dimensioni, perciò le osservazioni che seguono hanno un valore puramente descrittivo e non statistico. Partendo dall'analisi delle singole risposte, esse intendono offrire un quadro generale, proporre alcune considerazioni e avanzare proposte.

Di seguito le domande e una sintesi delle risposte.

Un Ordine dei Medici, in situazioni di crisi umanitarie internazionali con gravi conseguenze sanitarie documentate, deve esprimere pubblicamente una posizione ufficiale?

Oltre l'85% delle risposte ritiene che l'Ordine debba esprimere pubblicamente posizioni ufficiali nelle crisi umanitarie; il 30% specifica che ciò debba avvenire con un ampio consenso tra gli iscritti o gli organi collegiali.

Quali sono i limiti e le potenzialità di un Ordine nel trattare questioni sanitarie in contesti di conflitto o emergenza internazionale?

Dalle risposte emergono come principali limiti il rischio che la posizione ordinistica sia oggetto di strumentalizzazione politica e il dubbio che il mandato istituzionale non comprenda questo ambito. Sul versante delle potenzialità viene sottolineato che l'autorevolezza etico-deontologica dà la possibilità di influenzare la popolazione tramite l'informazione, di promuovere la conoscenza dei principi universali di salute e la difesa dei diritti umani, di fare pressione sulle istituzioni per mobilitare aiuti.

I singoli medici, come professionisti, hanno un dovere deontologico di pronunciarsi o agire in tali contesti?

L'80% delle risposte ritiene che ogni medico abbia un dovere deontologico di prendere posizione o agire in contesti di conflitto, ma il 30% reputa tale dovere valido solo a titolo personale.

Quali esperienze, iniziative o buone pratiche l'Ordine ha promosso o intende promuovere in situazioni di conflitto o comunque di emergenza?

Quasi il 70% delle risposte segnala assenza di iniziative. Tra le azioni effettivamente realizzate, vengono citate l'adesione al digiuno per Gaza, la pubblicazione di articoli, la promozione di raccolte fondi, i comunicati stampa di solidarietà, l'invio di beni in Ucraina.

L'Ordine ha preso posizione ufficiale in merito alla crisi di Gaza? Se sì, in quale forma? Se no, per quali ragioni?

L'80% degli Ordini che hanno risposto al questionario non ha assunto una posizione ufficiale su Gaza, anche se nel 10% dei casi il tema è stato affrontato in discussioni interne. Le principali ragioni indicate sono la mancanza di consenso interno e la percezione che il tema non rientri fra i compiti istituzionali.

Il restante 20% ha invece preso posizione pubblica, attraverso comunicati, mozioni del Consiglio direttivo o iniziative pubbliche, spesso in collaborazione con altre istituzioni.

Alcune considerazioni

La larghissima maggioranza delle risposte ritiene che un Ordine debba esprimersi pubblicamente in situazioni di crisi umanitaria, sia sempre, sia previa approvazione dei propri iscritti o degli organi collegiali. Solo una minoranza vi si oppone. Con percentuali analoghe, a livello individuale si ritiene che i singoli medici abbiano un dovere etico o deontologico di prendere posizione di fronte alle crisi, seppure con sfumature diverse (sempre, solo a titolo personale o soltanto in caso di coinvolgimento diretto).

Quando si passa dalle dichiarazioni di principio ai comportamenti effettivi, emerge la prima frattura: solo una minoranza degli Ordini dichiara di avere promosso iniziative o preso posizione rispetto alla crisi di Gaza, mentre la grande maggioranza non si è espressa ufficialmente. Questa apparente contraddizione si comprende analizzando le risposte sulle potenzialità e limiti degli Ordini.

Gli Ordini si descrivono come portatori di un ruolo etico e deontologico forte, capaci di sensibilizzare la società e di farsi interpreti dei valori della professione medica anche oltre la pratica clinica. Hanno una capacità comunicativa e simbolica riconosciuta, che può incidere nel dibattito pubblico e nelle istituzioni.

Al tempo stesso, molte risposte sottolineano il rischio di politicizzazione e paventano l'assenza di un mandato esplicito e istituzionale in questo campo. Si teme che l'intervento rischi di essere interpretato come una presa di posizione politica in favore o contro una delle parti in conflitto piuttosto che etica o deontologica sul piano umanitario.

Questa tensione tra legittimazione etica e prudenza istituzionale porta spesso all'assenza di azioni concrete, bloccando volontà e capacità di intervenire. In altre parole: forte mandato etico, ma incertezza e timidezza istituzionale che generano un vero congelamento operativo.

Conclusioni e proposte

Il caso di Gaza ha rappresentato per molti un banco di prova, in cui l'urgenza etica si è confrontata con il timore di assumere posizioni percepite come politiche. Se crediamo che l'Ordine possa avere un ruolo durante le crisi umanitarie e se quest'analisi, pur sommaria, è corretta, quali proposte si possono formulare per uscire dall'impasse?

In sintesi i punti critici su cui intervenire sembrano essere:

- dubbi sul mandato istituzionale dell'Ordine: l'intervento nelle crisi umanitarie è di competenza?
- confusione tra etica, deontologia e politica: è possibile rendere il discorso etico-umanitario- solidaristico inattaccabile e non sovrapponibile o confondibile con le posizioni dei partiti politici?
- capacità operativa: come riuscire a prendere decisioni tempestive, condividendole con colleghi e organi collegiali? Si può pensare ad una specie di repository di documenti, spunti strutturati per comunicati, pronto all'uso?

Quelle che seguono sono solo alcune prime proposte per colmare il divario tra intenzioni basate sui principi e azioni frenate dall'incertezza. Una strada operativa potrebbe essere la loro sperimentazione in un piccolo numero di Ordini disponibili.

1. Promuovere iniziative e momenti di confronto all'interno degli Ordini che rendano esplicite le proprie competenze e funzioni (tra cui, secondo legge 3/2018, quelle di enti pubblici che "promuovono e assicurano l'indipendenza, l'autonomia e la responsabilità delle professioni e dell'esercizio professionale, la qualità tecnico-professionale, la valorizzazione della funzione sociale, la salvaguardia dei diritti umani e dei principi etici dell'esercizio professionale indicati nei rispettivi codici deontologici, al fine di garantire la tutela della salute individuale e collettiva"), chiarendo in modo netto la distinzione tra intervento etico-umanitario e presa di posizione politica.
2. Fornire indicazioni nazionali basate su criteri oggettivi – come violazioni documentate del diritto umanitario o danni a personale e strutture sanitarie – per giustificare e diffondere posizioni ufficiali e pubbliche; suggerire esempi di linguaggio deontologico e modelli di comunicati centrati sui principi. L'individuazione di criteri verificabili e condivisi rafforza la legittimità dell'intervento.
3. Organizzare all'interno dell'Ordine un piccolo gruppo di lavoro stabile dedicato all'analisi delle crisi umanitarie, incaricato di preparare rapidamente position paper – anche sulla base di consultazioni rapide degli iscritti – da condividere e approvare, anche a maggioranza, con gli organi collegiali.
4. Mettere a disposizione, anche in collaborazione con le Ong, documenti e protocolli utilizzabili per la redazione di comunicati e proposte.

In definitiva, il nodo per gli Ordini non è scegliere una parte, ma riaffermare la tutela della salute come diritto umano universale, anche nei contesti più complessi.

Bibliografia essenziale e riferimenti

Sull'indifferenza durante l'Olocausto:

- Raul Hilberg, *La distruzione degli ebrei d'Europa*, Einaudi.
- Götz Aly, *Gli architetti dell'Olocausto*, Einaudi.
- Claudia Koonz, *La coscienza nazista*, Laterza.
- Zygmunt Bauman, *Modernità e Olocausto*, Il Mulino.
- Hannah Arendt, *La banalità del male*, Feltrinelli.

Sul genocidio a Gaza e la risposta internazionale:

- UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA), *Humanitarian Update Gaza*.
- ICJ Order in the case *South Africa v. Israel* (26 January 2024).
- Francesca Albanese (UN Special Rapporteur), *Anatomy of a Genocide (2024)*: <https://www.ohchr.org>
- *The Lancet*, *Health and Human Rights in Gaza*, editoriali 2023–2024.
- Human Rights Watch e Amnesty International, *report su crimini di guerra e apartheid*.

Sul ruolo dei medici e della coscienza civile:

- Paul Farmer, *Pathologies of Power*, University of California Press.
- Vittorio Arrigoni, *Restiamo umani*, Fandango.
- Gino Strada, *Pappagalli verdi*, Feltrinelli.

Come contribuire alla tutela della salute pubblica in tempo di crisi del nostro sistema sanitario nazionale

How to contribute to the protection of public health during the crisis of our national health system

GABRIELLA ERRICO

Pediatra e Nutrizionista, Centro Medico Sant'Anna, Lizzano, Lecce

Per corrispondenza:
gabriella.errico@libero.it

Riassunto

Il nostro Sistema Sanitario Nazionale (SSN) è stata una grandissima conquista sociale per il nostro Paese ma rischia di cedere sotto il peso di multiple e gravi criticità che stanno erodendo sempre più il diritto alla tutela della Salute, riconosciuto come diritto fondamentale dalla nostra Costituzione. In quest'articolo si esplora i contributi che la Prevenzione, il contrasto alla crisi climatica in atto e la realizzazione di Ricerca biomedica innovativa possono fornire alla sostenibilità del nostro SSN.

Parole chiave

Criticità sistema sanitario pubblico, prevenzione, ricerca biomedica innovativa

Abstract

Our National Health System (NHS) has seen a tremendous social achievement for our country, but it risks collapsing under the weight of multiple and serious challenges that are increasing the erosion of the right to healthcare, recognized as a fundamental right in our Constitution. This article explores the contribution that prevention, combating the ongoing climate crisis, and the implementation of innovative biomedical research can make to the sustainability of our NHS

Key words

Critical public health system, prevention, innovative biomedical research

Introduzione

Nel 1978 è stato istituito nel nostro Paese il Sistema Sanitario Nazionale (SSN). Tale istituzione è stata una grandissima conquista sociale in ambito del Welfare italiano in quanto basata su principi solidaristici, che, tramite la possibilità di erogare a tutti i cittadini tutte le prestazioni sanitarie in modo gratuito e finanziato dalla fiscalità generale, ha realizzato per quasi mezzo secolo la tutela della salute

pubblica secondo l'articolo 32 della nostra Costituzione.

Purtroppo da qualche tempo il nostro SSN sta incontrando severe criticità intrecciate tra loro che a breve renderanno impossibile garantirne il funzionamento secondo i principi ispiratori sopracitati. La prima criticità è rappresentata dal calo della natalità, la seconda dalla conseguente perdita di forza lavoro stimata in circa 5 milioni di lavoratori nei prossimi 15 anni, che, inevitabilmente, si ripercuoterà nell'arco dei prossimi 20 anni sulla produzione di ricchezza nel Paese e sul gettito fiscale, base del finanziamento del servizio sanitario pubblico. La terza criticità è rappresentata dall'invecchiamento progressivo della nostra popolazione, con conseguente incremento delle patologie cronico-degenerative a cui si deve il maggior assorbimento di risorse sanitarie. La quarta è rappresentata da un sottofinanziamento cronico del SSN rispetto alle necessità della popolazione, con conseguente disfunzioni assistenziali. La quinta criticità è rappresentata dalle spese sostenute direttamente dalla popolazione (le cosiddette spese out of pocket) che è costretta a rivolgersi sempre più spesso alla Sanità privata per vicariare le carenze del SSN pubblico. Tale spesa ammontano ormai a circa 1/3 della spesa sanitaria procapite e si stima che, ad oggi, 4,5 milioni di nostri connazionali rinuncino alle cure sanitarie in quanto troppo onerose da sostenere da un punto di vista economico.

Pur presentando le sopracitate criticità, il nostro SSN è ancora caratterizzato da una qualità di servizio in termini di esiti favorevoli e prestazioni fornite che è superiore a quella raggiunta dalla media europea. Infatti, in Italia l'indicatore di mortalità a 30 giorni dopo infarto miocardico acuto è pari a 5,4% (media europea 6,6%) e quella relativa ad ictus cerebrale è pari a 6,3% (media europea 8,9%), la durata media della vita in Italia è 82,4

anni (media europea 80,1 anni), la mortalità infantile in Italia è pari a 2,8 decessi per 1000 nati vivi (media europea 3,4) e la mortalità evitabile in Italia è attualmente pari a 101 decessi su 100000 residenti (media europea 176) (1).

Tuttavia, non dobbiamo dimenticare che tali eccellenti risultati sono ancora oggi ottenuti malgrado le crescenti difficoltà che stanno sempre più soffocando il nostro SSN e soverchiando l'impegno degli operatori sanitari. Le ombre che gravano sul nostro SSN e ne minacciano l'operatività sono rappresentate da un cronico sottofinanziamento rispetto ai reali fabbisogni sanitari della popolazione, dalla carenza di posti letto 3,2 per 1000 abitanti (media europea 5), gravi carenze di personale medico e gravissime carenze di personale infermieristico, crescenti difficoltà d'accesso ai servizi da parte degli utenti, invecchiamento della popolazione con incremento dei pazienti cronici o da affetti da polipatologie che assorbono più del 80% delle risorse stanziare per il Fondo Sanitario annuale (2). Bisogna anche considerare che la libertà di manovra del nostro Paese in ambito di investimenti e di scelte di allocazione di risorse è condizionata da un debito pubblico molto elevato (pari al 143% del PIL) e che il nostro SSN opera già adesso in un contesto di risorse limitate, infatti, la Sanità pubblica è stata penalizzata sempre più nel corso del tempo passando da un finanziamento pari al 6,6% del PIL nel 2011 alla quota attuale di 6,2% (media europea 7,2%) (3,4,5).

Proposte organizzative in tema di tutela della sanità pubblica

- Provvedimenti di assunzione straordinaria di personale infermieristico e medico con l'obiettivo di abbattere le liste d'attesa e di garantire la presa in carico della cronicità da parte della Medicina territoriale pubblica (anche utilizzando strumenti innovativi e digitalizzati tipo telemonitoraggio e televisita)
- Miglioramento delle condizioni di lavoro per gli Operatori sanitari (presenza di asili nido aziendali per i dipendenti ospedalieri, attenzione alle condizioni di sicurezza in ambito lavorativo tramite contrasto alle aggressioni e contrasto alle querele temerarie)
- Incremento del finanziamento del SSN (passando dall'attuale 6,2% ad almeno al 7% del PIL). Le risorse per ottenere tale risultato possono essere reperite tramite contrasto all'evasione fiscale e tramite un deciso sostegno alla Green economy, in quanto le malattie cronico-degenerative condividono con l'inquinamento ambientale moltissimi fattori causali e la modernizzazione del nostro Paese in senso green potrebbe consentirne un calo significativo con un notevole risparmio annuo erariale in termini di spese sanitarie. A tal proposito, infatti, occorre sottolineare che in tempi di scarse risorse economiche per la Sanità pubblica e di contingenze legislative ed organizzative che rendono sempre più complessa e difficile la progettualità sanitaria, un grandissimo risparmio in termini di allocazione di risorse sarebbe a nostra disposizione se fossimo capaci di realizzare rapidamente misure di mitigazione del cambiamento climatico in atto. Infatti in un recente

rapporto del Consiglio Superiore di Sanità si stima che l'inquinamento atmosferico in Italia costa alle finanze pubbliche circa 90 miliardi di euro annui in termini di costi sanitari diretti sommati alla perdita dei giorni di lavoro, si stima che attuando politiche che modernizzino settori diversi da quello sanitario in senso stretto si potrebbe ottenere un calo pari al 35% della frequenza delle patologie cronico-degenerative, che da sole assorbono più del 75% del fondo sanitario nazionale con un risparmio netto annuo di 36 miliardi di euro per l'erario. In particolare, investimenti che modernizzino la produzione del cibo, la mobilità e la produzione energetica puntando sulle energie rinnovabili ed abbandonando i combustibili fossili, fornirebbero automaticamente rilevanti co-benefici in ambito sanitario, perché gli stessi fattori di rischio che favoriscono l'insorgenza delle malattie croniche-degenerative sono contemporaneamente anche agenti del cambiamento climatico. (6)

Proposte operative in tema di prevenzione

Bisogna comunque considerare che anche incrementando al massimo l'efficienza organizzativa del nostro SSN, obiettivo più che lodevole, questo apprezzabile risultato consentirebbe di risolvere solo il 10% delle problematiche della perdita di salute nel corso della vita. Infatti l'influenza genetica conta solo per il 25%, mentre i determinanti di salute epigenetici, cioè i molteplici rapporti che intercorrono tra individuo e condizioni ambientali svolgono la parte più importante. Per la popolazione adulta ed anziana la Prevenzione deve essere rivolta agli screening di massa mirati alla diagnosi precoce di malattie potenzialmente diffuse, gravi ed invalidanti che trovino giovamento dalla diagnosi precoce, mentre per la popolazione giovanile occorre promuovere, soprattutto nelle Scuole, corsi di educazione sanitaria multidisciplinare che affrontino le seguenti criticità (7):

1. Alimentazione e stili di vita salutari che prevenano lo sviluppo nel corso della vita delle malattie croniche. Infatti, tra pochi anni la spesa sanitaria a loro collegata sarà sempre più finanziariamente insostenibile per il nostro Paese. Bisogna pertanto promuovere nelle Scuole una corretta alimentazione "plantbased", incentivare attività fisica regolare per contrastare il crescente sovrappeso dei bambini italiani (circa il 30% dei giovani < 14 anni) e la crescente sedentarietà, infatti si stima che il 67% dei bambini tra i 6-9 anni trascorra più di 2 ore al giorno davanti allo schermo a scopo ricreativo invece di svolgere gioco libero o attività sportiva. Tra le malattie croniche non trasmissibili ad altissimo impatto economico e socio-sanitario è da considerarsi l'obesità, che è caratterizzata da un aumento e da una disfunzione della massa grassa, non dipendente soltanto da scelte alimentari errate e reversibili, ma anche da una disregolazione dei meccanismi che regolano il bilancio energetico. Il tessuto adiposo così costituitosi non è più in grado di accogliere il 'plus calorico' per cui si origina una lipo-tossicità: il grasso accumulato va nel fegato, nel pancreas, nel cuore ed in altri organi scatenando una serie di alterazioni. L'obesità, grave

problema per la salute globale con un impatto economico stimato sui sistemi sanitari di tutto il mondo di 4,32 trilioni, non risparmia nemmeno i più piccoli: circa il 19 per cento dei bambini di 8-9 anni è in sovrappeso e il 9,8 per cento è obeso. Questi dati evidenziano una tendenza all'aumento dell'obesità in tutte le fasce d'età, con un impatto più marcato nelle regioni meridionali e nelle aree economicamente più svantaggiate: dal 2020 al 2035 è previsto un incremento del 100 per cento dei casi di obesità in età pediatrica. Alla luce di quanto sopra riportato si propone di riconoscere l'obesità come malattia cronica e inserirla nei Livelli Essenziali di Assistenza (LEA), garantendo un accesso equo alle cure per tutti i pazienti.

2. Vaccinazioni per le malattie sessualmente trasmesse soprattutto nella fascia adolescenziale della nostra popolazione in cui la copertura vaccinale è ben sotto gli obiettivi.
3. Contrasto ai comportamenti a rischio/dipendenze come abuso di alcool, fumo, sigarette elettroniche, droghe, attività sessuali precoci e non protette, dipendenze digitali, tali condotte negative per la salute sono già presenti nel 20-25% dei ragazzi che frequentano la Scuola media.
4. Educazione alla natalità e fertilità: affrontare l'emergenza denatalità educando i giovani alla genitorialità responsabile nel rispetto della dignità della persona umana (ragazza, ragazzo e figli), al rispetto dei tempi biologici e del valore della fertilità legata a comportamenti sani fin dall'infanzia. Contrasto all'inquinamento pervasivo dell'aria, acqua e suolo da plastica, fitofarmaci e sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) che veicolano interferenti endocrini, inquinanti pericolosissimi per la fertilità e lo sviluppo embrionale.
5. Cittadinanza digitale: uso consapevole delle tecnologie in modo da non cadere nella dipendenza, prevenzione del cyberbullismo e dei rischi per la salute mentale legati all'eccessiva esposizione ai dispositivi digitali per le fasce di popolazione più giovane e vulnerabile
6. Promozione della Ricerca scientifica di ultima generazione utilizzando metodologie innovative, incruente, affidabili, precise e basate sulla biologia umana (Organoide e Organs on chip) in ambito di tossicologia ambientale, farmacologia, medicina di precisione e medicina rigenerativa. A tal proposito si consideri anche il notevole beneficio economico erariale che tali nuove biotecnologie possono procurare. Vedasi, ad esempio, l'esperienza dell'industria farmaceutica Moderna che in uno studio del 2022 ha utilizzato un fegato on chip della start up Emulate per esaminare 35 candidati farmaci sotto il profilo di sicurezza epatica.
7. Tale biotecnologia innovativa ha permesso di completare con successo lo screening farmacologico riguardante l'epatotossicità nell' Uomo in 1,5 anni al costo di 325000 \$. Se l'azienda farmaceutica avesse eseguito il medesimo screening su Primati non umani la medesima procedura sarebbe costata 5 milioni di \$, sarebbero state menomate ed uccise creature senzienti, a cui bisogna riconoscere la sacralità della Vita e sarebbero

stati necessari 5 anni per completarla (8).

Conclusioni

Alla luce di tali considerazioni ne consegue che il contrasto al cambiamento climatico non deve essere visto come un attacco allarmante al nostro benessere economico, ma piuttosto come la possibilità di migliorare la qualità dell'ambiente, la salute di tutta la popolazione e l'economia dei territori.

L'attenzione centrata sulla Prevenzione e sulle sopracitate biotecnologie innovative diventa un investimento volto a contribuire alla sostenibilità futura del nostro SSN e mira ad ottenere una significativa riduzione delle spese sanitarie, migliorando l'allocazione delle risorse finanziarie disponibili.

BIBLIOGRAFIA

1. G. Rodriguez. Italia al vertice di aspettativa di vita alla nascita ed in salute tra i principali Paesi occidentali. *Quotidiano sanità.it* 01/07/23
2. C. Fassari. In tutta Europa operatori sanitari in crisi. *Quotidiano sanità.it* 24/03/23
3. Rapporto Corte dei Conti: SSN ancora in difficoltà. *Quotidiano sanità.it* 25/05/23
4. PNRR Sanità. Relazione Cortedei Conti sullo stato di attuazione. *Quotidiano sanità.it* 22/03/23
5. N. Cartabellotta. La spesa sanitaria italiana sempre sotto la media OCSE. *Quotidiano sanità.it* 05/09/23
6. Consiglio Superiore di Sanità Sessione LIII (2022-2025): Politica dei co-benefici sanitari della mitigazione del cambiamento climatico. Coord. Prof. P. Vineis
7. *Pediatria*. N.12-dicembre 2024. Pg 22.

Accettazione del rischio. L'evoluzione in Italia *Acceptance of risk. Evolution in Italy*

NICOLA MAGNAVITA

Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma

Riassunto

La valutazione dei rischi professionali, obbligatoria in Italia per tutte le aziende, è un processo che mira a raggiungere, con le misure di prevenzione, un rapporto positivo tra i vantaggi offerti dall'attività produttiva e i possibili costi in termini di salute e sicurezza. Alla fine di questo processo il livello di rischio professionale deve essere accettabile per i lavoratori e per la società.

Il grado di accettazione del rischio dipende da vari fattori economici, culturali e sociali e si modifica nel tempo. Una carrellata delle esperienze condotte negli ultimi 50 anni dalla medicina del lavoro dell'Università Cattolica del Sacro Cuore offre l'occasione di rilevare come l'accettazione del rischio sia profondamente variata nel corso degli anni.

Abstract

The assessment of occupational risks, mandatory in Italy for all companies, is a process that aims to achieve, with prevention measures, a positive relationship between the advantages offered by the production activity and the possible costs in terms of health and safety. At the end of this process, the level of occupational risk must be acceptable for workers and for society. The degree of risk acceptance depends on various economic, cultural and social factors and changes over time. An overview of the experiences conducted over the last 50 years by the occupational medicine of the Università Cattolica del Sacro Cuore offers the opportunity to note how the acceptance of risk has changed profoundly over the years.

Keywords

Occupational health; Risk management; Prevention.

Accettabilità e gestione del rischio

Lo svolgimento di ogni tipo di attività lavorativa comporta l'assunzione da parte

dei lavoratori di un certo rischio che si possano verificare conseguenze negative per la sicurezza (infortuni) o per la salute (malattie professionali). Da oltre tre secoli, quando il geniale italiano Bernardino Ramazzini scoprì questo principio, lo sforzo dei datori di lavoro e degli operatori della prevenzione che con essi collaborano è stato quello di valutare e ridurre il rischio professionale, attuando un processo continuo che va sotto il nome di gestione del rischio. Tale processo, che è articolato in una sequenza ordinata di operazioni di valutazione, sorveglianza, informazione e auditing (metodo A.S.I.A., acronimo di Assessment - Surveillance - Information - Audit [1]), è trainato dal desiderio di rendere l'attività lavorativa sempre più accettabile per i lavoratori e per la società nel suo insieme, a fronte dei vantaggi dati dallo svolgimento dell'attività.

L'accettabilità del rischio è il criterio centrale nella gestione del rischio. Il rischio valutato deve essere ridotto mediante misure di prevenzione, di modo che l'inevitabile rischio residuo sia accettabile in ogni momento dell'attività lavorativa. Secondo la definizione classica, il rischio accettabile è il livello di rischio che ha effetti potenzialmente dannosi minimi, ovvero quel livello di rischio al quale i benefici sociali del rischio superano i potenziali pericoli. È evidente che il concetto di accettabilità deriva dall'interazione di un complesso insieme di fattori sociali, economici, culturali e attinenti all'informazione dei lavoratori e alla loro maturazione politica, prima che da considerazioni tecniche.

Nell'ultimo mezzo secolo, il livello di accettabilità del rischio è significativamente cambiato nel nostro paese. Per comprendere come è avvenuto questo cambiamento, possiamo considerare alcune esperienze di medicina negli ambienti di lavoro che si sono succedute in 50 anni.

Come sappiamo, negli anni '60 il nostro paese ha vissuto il cosiddetto "miracolo economico" o "boom". Un paese distrutto dalla Seconda Guerra Mondiale e privo di materie prime ha avuto il maggiore sviluppo tra i paesi del mondo. La ricostruzione dei fattori che hanno reso possibile il rapido sviluppo industriale del paese, determinando al tempo stesso una forte migrazione interna e i problemi di salute mentale ad essa associati, sono oggetto di studi di storia. Noi possiamo solo registrare che la ricostruzione del paese nel dopoguerra aveva richiesto un massiccio intervento dello Stato, che attraverso enti come l'IRI (Istituto per la Ricostruzione Industriale) e la GEPI (Società per le Gestioni e Partecipazioni Industriali) realizzò la maggiore concentrazione di potere economico statale dell'Occidente, per molti aspetti superiore a quella realizzata in Unione Sovietica. Sorse presto l'esigenza di liquidare le partecipazioni statali condotte per ragioni di emergenza, e il Governo nominò allo scopo alcuni Commissari Liquidatori. Uno di questi, Enrico Mattei, aveva ricevuto l'incarico di liquidare l'Agip, azienda costituita durante il fascismo, ma la scoperta di modeste quantità di petrolio in Val Padana e, soprattutto, la constatazione che l'Italia disponeva di competenze ingegneristiche indispensabili in molti paesi che possedevano giacimenti di petrolio, ma non rientravano tra i vincitori del conflitto mondiale, lo indussero a disattendere il mandato che aveva ricevuto e a creare l'ENI, un colosso petrolchimico con attività in cinque continenti. Nel tumultuoso sviluppo delle attività di estrazione, raffinazione e lavorazione degli idrocarburi si posero rapidamente problemi di salute per i lavoratori. La straordinaria lungimiranza di Mattei lo indusse far condurre uno scouting tra i ricercatori italiani per trovare un nuovo tipo di medico del lavoro che potesse rispondere all'esigenza. La scelta cadde su Angelo Iannaccone, un giovane laureato di Napoli che si era perfezionato in vari paesi europei e negli USA, prima di rientrare a insegnare a Firenze [2]. La legge italiana, imperniata sul DPR 303/56, obbligava a sottoporre a visite mediche periodiche i lavoratori esposti a rischi professionali. Le visite servivano a identificare sintomi e segni di malattia professionale, ma le strutture sanitarie con le competenze necessarie a trattare le malattie professionali erano poche e localizzate prevalentemente nella pianura padana. Occorreva quindi un reparto ospedaliero per diagnosticare e trattare le malattie. Ma era necessario anticipare la diagnosi, facendo ricorso agli indicatori biologici di effetto o di dose degli inquinanti, così da prevenire l'insorgenza delle malattie; ancora prima, era necessario valutare l'inquinamento degli ambienti di lavoro, cioè, valutare il rischio. Questo nuovo paradigma richiedeva la realizzazione di un Laboratorio di Igiene Industriale. Era poi necessario avere un nuovo tipo di medico negli ambienti di lavoro, non più un qualsiasi medico di fabbrica, ma uno specialista capace di trarre dall'osservazione dei lavoratori le informazioni sui rischi professionali e di suggerire all'azienda i principi di prevenzione. La sede in cui realizzare il nuovo Istituto fu individuata nell'Università Cattolica, che proprio in quegli anni stava costruendo la sede romana con la Facoltà di Medicina e Chirurgia. Il reparto di Medicina del Lavoro fu realizzato nel 1969 nel Policlinico Gemelli. Il Laboratorio di Igiene

Industriale dell'Università Cattolica si collocava ai vertici qualitativi europei. Il prof. Iannaccone si impegnò nella realizzazione di un nuovo ordinamento delle Scuole di Specializzazione in medicina del lavoro. La durata del corso diventò triennale, mentre in precedenza aveva durato di uno o due anni e nessun obbligo di frequenza. Nella scuola della Cattolica, al contrario, le lezioni erano raccolte in quattro settimane, otto ore al giorno per venti giorni, e la frequenza alle lezioni era condizione necessaria per l'ammissione agli esami. La frequenza ospedaliera era ancora facoltativa, ma circa metà degli allievi aveva scelto di frequentare il reparto di medicina del lavoro del Policlinico Gemelli e di lavorare come medico di fabbrica nelle aziende convenzionate con l'Università. Queste persone mettevano in atto la richiesta del prof. Iannaccone: andare negli ambienti di lavoro per costruire l'evidenza, e riportare agli ambienti di lavoro le misure di prevenzione.

Il 1969, anno di fondazione dell'Istituto di Medicina del Lavoro dell'UCSC, può essere considerato l'inizio della medicina del lavoro che conosciamo oggi, nella quale le visite mediche sono corredate da accertamenti sui lavoratori e analisi dei rischi ambientali e il rischio è valutato caso per caso e non dedotto da una tabella di materie prime, come accadeva col DPR 303/56.

Secondo il metodo A.S.I.A. [1], da allora il medico del lavoro valuta il rischio, raccoglie e analizza i dati epidemiologici, verificando in questo modo la valutazione del rischio, informa i lavoratori e le altre figure della prevenzione, suggerisce i provvedimenti da adottare, basati sull'evidenza scientifica. Il medico del lavoro, allora denominato semplicemente medico di fabbrica, diventa il centro delle conoscenze sulla prevenzione e il responsabile della corretta informazione sui rischi. Egli è in grado di conoscere e valutare il livello del rischio per la salute (Assessment), di raccogliere e analizzare i dati sanitari che provengono dai lavoratori, verificando quindi se la valutazione riportata nel DVR è attendibile (Surveillance). Inoltre, facendo riferimento all'evidenza scientifica e ai dati in suo possesso, è in grado di formulare una corretta informazione sui rischi e diffonderla tra i lavoratori e tra i servizi tecnici di prevenzione e management (Information). Inoltre, egli può suggerire gli interventi di prevenzione più efficaci e può verificare i risultati dei cambiamenti nelle diverse fasi del processo di gestione (Audit). Queste quattro fasi del metodo A.S.I.A. rappresentano ancor oggi le buone pratiche di medicina del lavoro da applicare in tutti gli ambienti di lavoro.

Questo metodo di lavoro, con l'informazione dei lavoratori e lo stimolo continuo alla loro partecipazione, è la migliore garanzia per una valida conoscenza dei rischi professionali e quindi perché l'accettazione del rischio sia fondata su evidenze scientifiche e non sul bisogno e l'ignoranza. Una rassegna delle esperienze condotte dalla medicina del lavoro dell'Università Cattolica può servire a comprendere l'evoluzione dell'accettabilità del rischio nel nostro paese nell'ultimo mezzo secolo.

Una epidemia sconosciuta.

Risaliamo, per iniziare, ad una epidemia di malattie professionali che accompagnò il miracolo economico, quella

legata al cloruro di vinile. Il cloruro di vinile monomero o cloroetene (CVM) è un composto organico clorurato usato per la produzione del polivinilcloruro (PVC), la plastica più comune. Negli anni '60 in Italia erano sorti numerosi stabilimenti industriali per la produzione del PVC mediante diversi processi chimici. Il più diffuso, polimerizzazione in sospensione, doveva essere svolto in autoclavi nelle quali il gas di CVM in sospensione acquosa, in presenza di opportuni catalizzatori ea determinate condizioni di temperatura e pressione, dava luogo a catene di PVC. Concluso il processo, l'acqua in eccesso era evacuata e la resina fresca fuoriusciva dalla base dell'autoclave. La possibile formazione di croste di plastica sulle pareti dell'autoclave rendeva necessario che, alla fine di ogni ciclo di produzione, alcuni operai entrassero nell'autoclave e rimuovessero manualmente la plastica dalle pareti, per evitare che la presenza della resina alterasse le condizioni del successivo ciclo produttivo. Il CVM era ritenuto pressoché innocuo e gli operai adottavano solo le precauzioni comuni nell'ingresso in ambienti confinati, assicurandosi che la circolazione dell'ossigeno fosse tale da evitare l'asfissia.

Nel 1975 a Terni un operaio trentunenne che stava uscendo da una autoclave perde la presa della scaletta, cade battendo il capo. Le condizioni appaiono subito molto gravi. La presenza di una emorragia intracranica richiede il trasferimento nel reparto di riferimento, che è al Policlinico Gemelli. L'intervento ha successo. Dopo alcuni giorni, risolto lo stato commotivo, dichiara che è caduto perché le mani gli diventano improvvisamente pallide e insensibili quando afferra oggetti di metallo. Dichiara che altri colleghi di lavoro hanno lo stesso sintomo. I neurochirurghi chiedono la consulenza del medico del lavoro, che si trova di fronte un caso solo da poco descritto in letteratura. Le mani hanno cute ispessita e dita corte. L'ispessimento non ha la localizzazione tipica dei calli, ma riguarda piuttosto le dita, che sono anormalmente corte e tozze. All'esame radiografico le falangi distali risultano lisate nel tratto medio. L'angiografia delle mani indica alterazioni del circolo periferico, con ostruzioni multiple, ma c'è una notevole rivascolarizzazione e riabilitazione a valle da parte di un ricco circolo collaterale [3] e questo previene le lesioni trofiche, tipiche di altre forme di Raynaud (lupus, sclerodermia).

La triade: acroosteolisi, splenomegalia, morfea rappresenta il quadro patognomonico della intossicazione cronica professionale da cloruro di vinile. Il lavoratore ricoverato al Gemelli è il primo in Italia per il quale è stato possibile dimostrare il nesso causale con l'esposizione lavorativa e ottenere il riconoscimento della malattia professionale da parte dell'Inail.

Studi condotti in quegli anni dimostrano che il CVM è cancerogeno per gli animali e può indurre nell'uomo un raro tumore, l'emangio-endotelio-sarcoma. Il potere oncogeno del CVM è particolarmente elevato; la revisione sistematica degli studi con metanalisi, basati su 3 coorti con oltre 12 mila partecipanti, consente oggi di affermare che l'esposizione a monomero induce un rischio relativo di angiosarcoma epatico pari a 19.23 (95% CI 2.03, 182.46) e di 2.23 (95 CI 1.55, 3.22) per il sarcoma dei tessuti molli [4]. Si ritiene che il CVM sia genotossico, anche se le evi-

denze epidemiologiche sono scarse. Lo IARC lo ha inserito nel 1979 nella lista dei cancerogeni accertati per l'uomo e l'Italia ha adottato immediatamente una normativa restrittiva sull'esposizione professionale che ha portato alla chiusura di alcuni impianti o alla loro delocalizzazione. La malattia appena scoperta è così sparita dal nostro paese (ma non da altri dove la produzione continuava nello stesso modo) e molti hanno ritenuto che non fosse più il caso di occuparsi di questa malattia.

Nel 1986 ho avuto modo di presentare al Congresso nazionale della Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale l'unico studio longitudinale disponibile in Italia sui lavoratori intossicati da cloruro di vinile, che avevo seguito per periodi compresi tra 2 e 17 anni. La relazione presentata al congresso non ebbe nessuna eco. Il moderatore della sessione, che incidentalmente era consulente di un grande gruppo petrolchimico, intervenne per dire che la intossicazione da cloruro di vinile era un problema ormai risolto e che si sperava di non sentirne più parlare. Non ero d'accordo allora e non lo sono adesso. Molti aspetti tossicologici non sono mai stati chiariti, ad esempio, la tossicità della resina. La polvere di PVC era considerata inerte, ma nostri studi sulla funzionalità respiratoria dei lavoratori di un impianto di lavorazione del PVC mostravano già in quegli anni una riduzione correlata all'esposizione, indicativa di un effetto aggressivo sulle vie respiratorie; inoltre, osservammo un tumore polmonare in un lavoratore esposto alla polvere di PVC. Oggi, studi italiani confermano che gli addetti all'insacco, esposti a polvere di PVC, hanno un rischio raddoppiato di tumore polmonare dopo aggiustamento per fumo e altre variabili tempo-dipendenti (tasso standardizzato di mortalità MRR = 1.99, 95% CI 1.04-3.81) [5]. L'insieme degli studi condotti sui lavoratori induce oggi a ritenere che le microplastiche di PVC siano cancerogene. Inoltre, gli effetti sclerotizzanti del vinile dovrebbero essere meglio approfonditi. Molti anni fa segnalammo la possibilità che l'esposizione professionale induca una vasculite da complessi immuni. In seguito, abbiamo osservato connettiviti e sclerodermia in esposti ad acetato di vinile e ci siamo chiesti se le lesioni di sclerosi cutanea localizzata così frequenti negli esposti non possano fornire un modello sperimentale per lo studio della sclerodermia, che non dispone ancora di tale modello. Dunque, si può essere soddisfatti di avere controllato, seppure tardivamente, un rischio professionale, ma sarebbe un errore cessare gli studi sul vinile.

Le plastiche e i loro additivi

Come tutti gli impianti industriali, la lavorazione delle plastiche non presenta solo rischi dovuti alla materia di base, ma anche quelli che derivano dagli additivi della plastica stessa: coloranti, indurenti, stabilizzanti. Negli anni '70 il nostro istituto era stato incaricato della sorveglianza sanitaria di uno stabilimento per la produzione di manufatti in PVC e in gomma ubicato nell'alto Lazio. Nell'impianto di PVC compound, oltre ai problemi già citati per la polvere di PVC, numerosi lavoratori presentavano anemia, coliche addominali, astenia, parestesie alle estremità, ipertensione arteriosa, ed altri sintomi. I valori della piomburia e dell'ALA urinario erano elevati [6]. La patologia era uno stato di

sub-intossicazione saturnina, derivante dall'uso di piombo stearato come indurente/stabilizzante della plastica.

Il problema era: consentire la prosecuzione delle attività lavorative, in una azienda che dava lavoro a 400 capifamiglia in un'area economicamente depressa, senza che gli operai si ammalassero e morissero di intossicazione da piombo. Al tempo stesso, ricavare dalle attività produttive i capitali necessari per migliorare gli ambienti di lavoro e ridurre / controllare il rischio professionale.

Quale era il livello di accettabilità del rischio in quel momento? Evidentemente, molto più alto di quello odierno.

Con l'intervento del medico del lavoro, i livelli di polverosità ambientale nello stabilimento sono stati ridotti di vari ordini di grandezza, per effetto di numerosi interventi strutturali e procedurali. Inoltre, sono stati affrontati numerosi problemi, relativi tra gli altri al cadmio, agli ftalati, all'amianto, alle fibre di vetro. Gradualmente, tutti i rischi sono stati controllati. Dopo dieci anni di lavoro, la presenza dell'equipe della Cattolica è diventata superflua e la sorveglianza sanitaria è passata a un medico aziendale.

L'industria della gomma

Lo sviluppo industriale italiano degli anni '60 ha riguardato praticamente tutti i settori industriali. Oltre alla plastica, dobbiamo ricordare quello della gomma. Il nostro istituto è intervenuto in un piccolo impianto dell'alto Lazio, nel quale abbiamo identificato e gradualmente risolto importanti problemi per la salute dei lavoratori, ed in uno attivo dal 1965 in un'area depressa del basso Lazio, che dava lavoro a oltre duemila lavoratori. Da una relazione dell'ENPI del 1971 abbiamo ricavato l'informazione che in questo impianto i lavoratori non erano sindacalizzati, ma erano raggruppati in clan familiari ed etnici in tre grandi gruppi, i pontini, i ciociari e gli africani. Sempre l'ENPI nel 1974 scrive che il fenomeno infortunistico era "piuttosto grave" perché "quasi tutti gli operai hanno subito almeno un infortunio sul lavoro". Inoltre, la direzione aziendale, secondo l'ENPI, non curava la formazione dei lavoratori e non forniva informazioni neppure agli organi ispettivi. Il lavoro si svolgeva in violazione delle leggi allora vigenti, con notevole inquinamento da polveri e da agenti cancerogeni. L'ENPI consigliò di sottoporre i lavoratori a sorveglianza sanitaria, che fino ad allora non era stata istituita. Nel 1977, una nuova relazione dell'ENPI, corredata da indagini di tossicologia ambientale, rileva che l'inosservanza delle leggi in materia di tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori determina presenza di inquinanti a dosi che sono decine o centinaia di volte superiori ai limiti, tali da costituire un serio rischio per la salute degli addetti e, in alcuni casi, un rischio immediato per la vita. A seguito di questa seconda ispezione, l'azienda chiese l'intervento dell'Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università Cattolica, al quale fu affidata per qualche anno la sorveglianza sanitaria. Il nostro istituto fornì numerose indicazioni per il miglioramento delle condizioni di lavoro e la bonifica degli ambienti e nel 1983 pubblicò i dati ricavati dalla sorveglianza sanitaria dei lavoratori [7]. Tuttavia, in questa azienda il nostro intervento si concluse prima che fosse possibile realizzare le bonifiche che avevamo proposto. Dopo un lungo intervallo di tempo, durante il quale la re-

gistrazione dei dati sanitari nelle cartelle individuali di rischio, affidata ad altri medici, riporta solo la data delle visite e il giudizio di idoneità, 45 operai colpiti da tumore e i loro familiari fecero causa all'azienda. Ho avuto modo di assisterli come consulente di parte. All'inizio delle indagini, non si ebbe l'accortezza di sottoporre a sequestro il materiale probatorio, così che questo al momento dell'inizio del processo era in massima parte irreperibile. Tuttavia, la Corte utilizzò le notizie riportate dalle vecchie cartelle tenute dall'Università Cattolica e gli atti del congresso SIMLII del 1983. Nel 2010 il processo penale di primo grado si è concluso con un verdetto di condanna per l'azienda, che è stato confermato in Appello.

L'industria delle telecomunicazioni

Nell'ottobre 1978, 427 lavoratrici di una Azienda elettromeccanica dell'Italia centrale con 5000 addetti presentano episodi acuti di malore caratterizzati da vertigini, prurito, mal di testa, difficoltà di respiro, eruzione cutanea, irritazione degli occhi e delle vie aeree, nausea, dolori addominali, tremore, debolezza e talora perdita di coscienza. Le lavoratrici presentano tra l'altro leucorrea (66%) irregolarità mestruali (61%) e galattorrea (33%).

L'azienda è leader in Europa e tra le prime nel mondo nel proprio settore e ha sempre dedicato importanti risorse al welfare e alle cure sanitarie dei propri dipendenti, realizzando servizi sanitari di alto livello che comprendono numerose specialità mediche, ma non la medicina del lavoro. L'emergenza satura rapidamente le risorse sanitarie della regione e di quelle limitrofe. Nell'impossibilità di continuare la produzione, gli impianti sono chiusi e i locali vengono puliti a fondo, mentre l'azienda perde miliardi di lire per il ritardo nelle consegne. Tredici Enti oltre al nostro sono chiamati a svolgere indagini ambientali che possano spiegare le cause del fenomeno, ma nessuno trova reperti anormali. L'episodio viene quindi attribuito dalla direzione aziendale a una psicosi collettiva.

Noi siamo stati incaricati di visitare tutti i lavoratori. Il lavoro era organizzato con cottimo di squadra e supercottimo individuale. I lavoratori (quasi tutti di genere femminile) descrivevano il lavoro come eccessivamente ripetitivo (88.8%), monotono e mentalmente faticoso (82.8%), senza discrezionalità (81.6%). Segnalavano fumi (98.1%) e cattivi odori (89.6%) durante la produzione. Le donne indicavano incompatibilità tra lavoro e compiti domestici. Le visite mediche, seguite in 54 casi da ricovero al Policlinico Gemelli, non indicavano nessun caso di malattia professionale.

Non essendoci alcun modo di sapere quali fossero le condizioni degli impianti prima della pulizia, smontammo una presa di corrente e prelevammo la polvere in essa contenuta. L'analisi rivelò presenza di fibre e particelle, sulle quali erano adsorbite sostanze organiche: idrocarburi alifatici e alogenati, aldeidi, amine, isocianati, fenolo, policlorobifenili. La nostra conclusione è stata che l'episodio si è verificato il risultato dell'interazione di fattori organici e psicosociali. La cosiddetta "Sindrome Psicogena di Massa" è una patologia nella quale lavoratori sani di mente, abnormemente stressati ed esposti ad agenti irritanti e neurotossici manifestano sintomi neurogeni acuti [8]. La Mass

Psychogenic Illness (MPI) è una evenienza drammatica, tuttora occorrente in molte realtà lavorative e segnalata ad esempio dopo vaccinazioni o diffusa mediante l'uso dei social media.

L'azienda scelse di non seguire le nostre indicazioni. Negoziò un accordo con i sindacati e proseguì la lavorazione con le stesse condizioni. I casi di malore, che continuarono a verificarsi anche in seguito, venivano prontamente isolati e ciò evitò il verificarsi di altri fenomeni di massa.

L'industria elettronica

Nel frusinate, negli anni '80 i bambini avevano inventato un gioco: a luce spenta, alcuni di loro diventavano fluorescenti. Si trattava dei figli degli operai di un impianto per la produzione di cinescopi a colori, che adoperavano sali di cadmio, cobalto, ittrio e altri lantanidi, detti "fosfori". Gli operai portavano a casa la tuta di lavoro e la lavavano insieme al bucato della famiglia, così anche i vestiti dei bambini diventavano fluorescenti. Naturalmente, oltre a questo aspetto pittoresco, c'erano molte gravi conseguenze di questa inaccettabile esposizione ad agenti tossici. Ad esempio, molti operai svilupparono una nefropatia da cadmio ed erano frequentemente presenti altre patologie professionali. Anche in questo caso, tenendo fede al nostro sistema di lavoro, raccogliemmo i dati sui lavoratori, li comunicammo all'azienda indicando le possibili misure di prevenzione e pubblicammo i risultati [9]. Solo una minima parte degli interventi di bonifica da noi indicati furono messi in atto, ma l'evoluzione tecnologica rese il prodotto obsoleto e la produzione cessò.

La sanità

Il lettore che abbia seguito fino a questo punto l'esposizione di alcune esperienze condotte quaranta o più anni fa potrà rendersi conto facilmente di quanto fosse alto il livello di rischio che i lavoratori accettavano, generalmente senza conoscere con esattezza le possibili conseguenze. Chi non sia familiare con gli ambienti di lavoro industriale avrà qualche difficoltà a confrontare la situazione degli anni del miracolo economico con quelli odierni. Viceversa, un confronto che è alla portata di tutti è quello che riguarda gli ambienti sanitari, dei quali tutti abbiamo esperienza. Lo sviluppo del paese negli anni '60 ha coinvolto anche la sanità. I nuovi ospedali, come altri edifici pubblici, erano fatti secondo nuove norme di sicurezza antiincendio, che prevedevano un elevato uso dell'amianto, un materiale dalle ideali caratteristiche di isolamento termico e acustico, ma cancerogeno per l'uomo. Per il medico del lavoro non è facile ottenere dati sulle condizioni di rischio dei lavoratori della sanità; c'è forse maggiore possibilità di sapere qualcosa su altri dipendenti pubblici. Nel 2021 abbiamo segnalato il caso di un giornalista RAI che ha sviluppato un carcinoma muco-epidermoide del palato molle e successivamente un mesotelioma pleurico, mettendo in relazione la malattia con la massiva esposizione a fibre di amianto liberate dalla distruzione dei palazzi nei teatri di guerra in cui il giornalista era spesso inviato [10]. La segnalazione ha aperto le indagini sulla sede di lavoro. Recenti notizie di stampa ci dicono che è stata dimostrata la presenza di amianto anche negli uffici di Roma, tanto

che è stato necessario evacuare la sede della RAI. Non abbiamo notizia di analoghe iniziative negli ospedali.

Un altro aspetto indicativo delle condizioni dei lavoratori ospedalieri negli anni del miracolo economico riguarda le pulizie. L'uso della formaldeide induceva evidenti effetti irritativi sul personale sanitario, che segnalammo [11]. È oggi noto che la esposizione occupazionale cronica a formaldeide è associata con un aumentato rischio di tumore naso-faringeo, di leucemia e di tumore polmonare. L'esposizione maggiore si ha in anatomia patologica. Abbiamo così osservato nel nostro ospedale e segnalato all'Inail un caso di tumore polmonare occorso a un tecnico di anatomia patologica, che era stato esposto per molti anni a livelli presumibilmente molto elevati di questo cancerogeno.

Ma l'aspetto forse più emblematico di quello che era in quegli anni il livello di accettazione del rischio è la violenza. I lavoratori della sanità erano sottoposti quotidianamente a diverse forme di violenza, ma il fenomeno non era segnalato né tanto meno prevenuto, ma piuttosto stigmatizzato. La vittima era trattenuta dalla vergogna, dall'assenza di procedure di segnalazione e dal dovere di prestare servizio anche in condizioni menomate, indipendentemente dalla violenza subita. Nel 1979 nel nostro ospedale si verificò una sequenza di gravi episodi di violenza contro le allieve infermiere che indicava una programmazione criminale. Tutti gli episodi avvenivano il 27 del mese, quando le allieve riscuotevano lo stipendio mensile e al termine del servizio, dopo le dieci di sera, dovevano raggiungere il convitto attraversando un boschetto nella villa del Sacro Cuore. Le vittime erano malmenate e rapinate e non di rado esposte ad atti di libidine violenta. Solo dopo diversi mesi lo stato di terrore delle allieve, che si rifiutavano di tornare da sole e chiedevano di essere accompagnate al convitto, indusse l'azienda ad organizzare un servizio di vigilanza che portò alla cattura dell'aggressore.

Nessuno in Italia fino a quel momento aveva preso in considerazione il problema della violenza sul luogo di lavoro nella sanità. Da allora iniziammo un lavoro di ricerca scientifica, monitorando la violenza nei luoghi di lavoro nell'ambito delle attività di sorveglianza sanitaria. Il medico può rilevare il fenomeno in modo confidenziale durante le visite mediche, con molto maggiore efficienza rispetto ai metodi comunemente usati per valutare il rischio. L'uso di tre sole domande durante le visite mediche, unito ai risultati dei sopralluoghi e dei Gruppi di Ergonomia Partecipativa, fornisce risultati molto attendibili e consente di seguire per lunghi periodi, anche 20 anni, l'evoluzione del rischio in relazione alle condizioni ambientali [12]. Proprio l'esame di queste lunghe serie temporali e la relativa stabilità dei tassi di aggressione, nonostante il succedersi di sforzi preventivi, confrontato con la frequenza delle notizie di violenza che sono oggi riportate dagli organi di stampa, fa comprendere come la sensibilità verso il problema sia aumentata e la tolleranza del rischio fortemente (e giustamente) diminuita.

Le attività sanitarie presentano una grande varietà di rischi e rendono semplice comprendere come sia cambiata l'accettabilità del rischio nel corso degli anni. Un esempio è la preparazione e somministrazione dei farmaci antibla-

stici. Tratarli in sicurezza oggi è la norma, dal momento che sono noti gli effetti tossici e genetici sul personale sanitario. Ci si chiede oggi se sia necessario limitare ulteriormente l'esposizione di chi prepara e somministra i farmaci, e quale sia il modo migliore di farlo. Ma pochi anni fa le cose erano molto diverse, come ricorda bene chi ha avuto modo di lavorare allora.

Analogo discorso può essere fatto per i diversi agenti responsabili del rischio biologico. La medicina del lavoro tradizionale non aveva preso in considerazione il rischio di infezioni ematogene (virus dell'epatite B HBV, dell'epatite C HCV, immunodeficienza acquisita HIV). Le prime segnalazioni sulla possibilità che gli operatori sanitari contraessero l'HIV a seguito dell'esposizione professionale sono della fine degli anni '80. Prima che l'allarme per l'HIV stimolasse l'attenzione sulle altre infezioni ematogene, il riscontro che un quinto dei medici e delle infermiere o un quarto degli addetti alle pulizie in ospedale fossero portatori dell'HBsAg o di anticorpi naturali HBs Ab, mentre nel resto del personale ospedaliero la prevalenza di questi marker era del 2% [13] non aveva stimolato l'attuazione di misure di prevenzione. Bisogna attendere il nuovo millennio perché siano pubblicate indicazioni per la gestione dei lavoratori con epatite B [14] o epatite C [15].

Possiamo affermare che per molti anni gli operatori sanitari hanno accettato l'esposizione a rischio biologico senza una corretta percezione del rischio e spesso senza che fossero predisposte misure per la rilevazione delle infezioni. La relativa inerzia dei servizi di prevenzione verso i rischi di natura biologica è stata verificata nel corso della pandemia di SARS-CoV-2. Al verificarsi della pandemia, in qualità di medico competente di una azienda sanitaria ho stimato l'attesa di casi nel personale, sulla base della frequenza di contatti non protetti tra lavoratori e pazienti, della prevedibile prevalenza di pazienti infettivi e della trasmissibilità del SARS-CoV-2 virus (sulla base della trasmissibilità del primo SARS virus). La valutazione fatta il 15 marzo 2020 prevedeva 59,5 casi di COVID-19 nel personale. La stima è stata trasmessa al servizio di prevenzione e al ddl, ma il dato non è stato considerato nella valutazione del rischio. Ad Aprile 2020, i casi erano già 82 [16]. La sottostima era da attribuire alla maggiore trasmissibilità del SARS-CoV-2 rispetto al virus responsabile della SARS. L'episodio illustra efficacemente due fenomeni: la minore attenzione alle indicazioni del medico competente, rispetto a quella che era riservata negli anni '70-80 a quelle del medico di fabbrica, e la scarsa tempestività nel modificare le procedure in corso. L'accettazione del rischio biologico da parte dei lavoratori è certamente minore oggi, di quella di cinquanta o anche di venticinque anni fa.

Tuttavia, molti aspetti indicano che le conoscenze sui rischi professionali da parte dei lavoratori della sanità, non sempre è corretta. Possiamo citare, tra i numerosi esempi, la resistenza alle vaccinazioni che ha riguardato anche il vaccino per la COVID-19. Un altro esempio è l'abitudine al fumo, spesso più alta negli operatori sanitari che nella popolazione generale. Analoghe considerazioni si possono fare per l'esercizio fisico, che gli operatori sanitari raccomandano, ma non applicano.

In conclusione, la crescita delle conoscenze dei lavoratori

sui fattori di rischio e sulle conseguenze di una esposizione non protetta è un essenziale fattore per una consapevole accettazione del rischio. La medicina del lavoro ha il compito di migliorare questa consapevolezza.

Bibliografia

1. Magnavita N. Il Modello A.S.I.A. per la gestione del rischio. *G Ital Med Lav Erg* 2003; 25: 3 Suppl: 344.
2. Sacco A, Magnavita N. Attualità e originalità nel pensiero e nell'azione scientifica del Prof. Angelo Iannaccone (1925 - 1982) [Actuality and originality in the scientific thought of Angelo Iannaccone (1925 - 1982)]. *G Ital Med Lav Ergon*. 2020 Mar;42(1):44-47.
3. Falappa P, Magnavita N, Bergamaschi A, Colavita N. Angiographic study of digital arteries in workers exposed to vinyl chloride. *Brit J Industr Med*, 1982, 39: 169-172.
4. Edwards D, Voronina A, Attwood K, Grand'Maison A. Association between occupational exposures and sarcoma incidence and mortality: systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 2021;10(1):231. doi: 10.1186/s13643-021-01769-4.
5. Girardi P, Barbiero F, Baccini M, Comba P, Pirastu R, Mastrangelo G, Ballarin MN, Biggeri A, Fedeli U. Mortality for Lung Cancer among PVC Baggers Employed in the Vinyl Chloride Industry. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(10):6246. doi: 10.3390/ijerph19106246.
6. Bergamaschi A., Carelli G., Magnavita N., Vinci F., Vincenti A. Il rischio di saturnismo nell'industria di trasformazione del cloruro di vinile. *Ann ISS*, 1981, 17, 3: 495-500.
7. Iannaccone A, Sassi C. Rischi, Patologia e Prevenzione nell'industria della Gomma. *Atti del 46° Congresso Nazionale della SIMLII, Acireale (CT) 28 Settembre-1 Ottobre 1983*.
8. Magnavita N. Industrial Mass Psychogenic Illness: the unfashionable diagnosis. *Brit J Med Psychol* 2000, 73: 371-375
9. Iannaccone A., Bergamaschi A., Cecchetti G., Altieri A., Magnavita N., Vinci F. Rischi, patologia e prevenzione in una industria ad avanzata tecnologia: la produzione di cinescopi per televisori a colori. *Atti del 45° Congresso Naz. della Soc. It. di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale, Sorrento, 21-23 ott. 1982, Tipar, Roma, 1982: 1-160*.
10. Magnavita N, Congedo MT, Di Prinzio RR, Iuliano A. War journalism: an occupational exposure. *BMJ Case Rep*. 2021 Oct 14;14(10):e245165. doi: 10.1136/bcr-2021-245165.
11. Bernardini P, Carelli G, Rimatori V, Contegiacomo P. Health hazard for hospital workers from exposure to formaldehyde. *Med Lav*. 1983;74(2):106-10.
12. Magnavita N, Meraglia I, Viti G, Gasbarri M. Tracking Workplace Violence over 20 Years. *Int J Environ Res Public Health*. 2024 Oct 29;21(11):1438. doi: 10.3390/ijerph21111438.
13. Janzen J, Tripatzis I, Wagner U, Schlieter M, Müller-Dethard E, Wolters E. Epidemiology of hepatitis B surface antigen (HBsAg) and antibody to HBsAg in hospital personnel. *J Infect Dis*. 1978 Mar;137(3):261-5. doi: 10.1093/infdis/137.3.261.
14. Magnavita N, Puro V, and the Italian Study Group on Hazardous Workers. Management of HBV infected health care workers. *J Clin Virol* 2003; 27: 310-11 doi: 10.1016/s1386-6532(03)00126-4
15. Magnavita N. Management of healthcare workers after occupational exposure to hepatitis C virus. *MJA Med J Australia* 2004; 180: 195-196 http://www.mja.com.au/public/issues/180_04_160204.html
16. Magnavita N, Tripepi G, Di Prinzio RR. Symptoms in Health Care Workers during the COVID-19 Epidemic. A Cross-Sectional Survey. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(14):5218. doi: 10.3390/ijerph17145218.

Affidabilità e sicurezza dell'acqua del rubinetto in ambito medico e preventivo *Reliability and Safety of Tap Water in Medical and Preventive Care*

ROBERTA BOSCO
MARIA TERESA MAURELLO

Medica specialista in Igiene e Medicina Preventiva, Dirigente medica AUSL Toscana sud est

Medica specialista in Igiene e Medicina Preventiva

Riassunto

Ogni essere vivente necessita di acqua. Il fabbisogno giornaliero nelle varie fasi della vita umana è stato quantificato dall'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA). Nel corpo umano non esiste organo, tessuto o funzione che possa prescindere dall'acqua. Eppure, la sua importanza è spesso data per scontata, in particolare riguardo la scelta del tipo migliore di acqua da bere. L'Italia è uno dei paesi al mondo che consuma più acqua in bottiglia al mondo: circa 223 L a testa ogni anno, quasi il doppio rispetto alla media degli altri cittadini europei (118 L/anno). Malgrado gli italiani continuino a consumare l'acqua in bottiglia, la qualità dell'acqua nella rete idrica nazionale è molto elevata. L'acqua del rubinetto in Italia è sicura, controllata, economica e sostenibile. In assenza di specifiche indicazioni mediche, rappresenta la scelta più razionale per la salute individuale e collettiva. Incentivarne l'uso è una strategia di prevenzione ambientale e sanitaria.

Parole chiave:

acqua, sicurezza, sostenibilità

Abstract

Every living being requires water. Daily requirements throughout the various stages of human life have been quantified by the European Food Safety Authority (EFSA). In the human body, there is no organ, tissue, or function that can exist without water. Yet, its importance is often taken for granted—particularly when it comes to choosing the most appropriate type of drinking water. Italy is among the countries with the highest consumption of bottled water worldwide: approximately 223 liters per capita per year, almost double the European average (118 L/year). Despite this preference, the quality of the national tap water supply remains very high. In Italy, tap water is safe, strictly monitored, cost-effective, and environmentally sustainable. In the absence of specific medical indications, it represents

the most rational choice for both individual and public health. Promoting its use is therefore a strategy of environmental and health prevention.

Key words

water, safety, sustainability

1. Introduzione

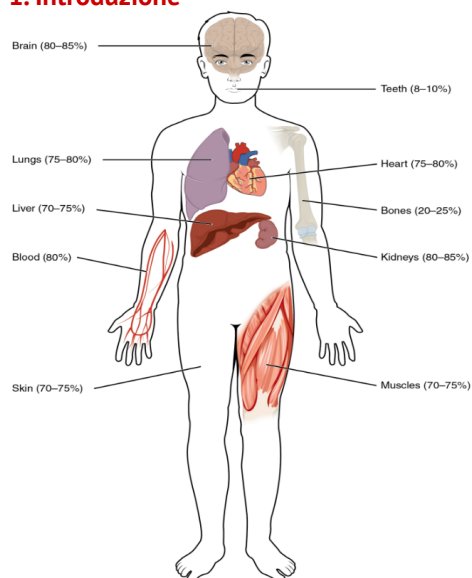


Figura 1: Percentuale di acqua presente negli organi e nei tessuti del corpo umano Da Louis.pressbooks.pub ›Chapter 4. The Chemistry of Water – Human Anatomy and Physiology

Da Louis.pressbooks.pub ›Chapter 4. The Chemistry of Water – Human Anatomy and Physiology

Nel corpo umano non esiste organo, tessuto o funzione che possa prescindere dall'acqua, eppure, la sua importanza è spesso data per scontata. L'accesso ad acqua potabile sicura, sufficiente, accessibile e accettabile non è solo indispensabile per la salute e il benessere umano, ma è un diritto umano fondamentale. Bere acqua è anche la scelta più sana ed economica per l'idratazione, con il minor impatto ambientale. L'acqua del rubinetto ha un'impronta ecologica e di carbonio 300 volte inferiore rispetto all'acqua in bottiglia (1). La percentuale di acqua nei vari organi varia dall'85% del cervello al 20% del tessuto adiposo e viene assunta quotidianamente sia come bevanda che come componente di diversi alimenti. Il gruppo di esperti scientifici dell'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (European Food Safety Authority, EFSA) sui prodotti dietetici, l'alimentazione e le allergie, ha ridefinito i valori dietetici di riferimento per le assunzioni di diversi nutrienti tra cui l'acqua, raccomandando la quantità che è necessaria assumere per godere di buona salute a seconda dell'età e del sesso. I valori di riferimento, che considerano l'acqua assunta complessivamente – sia mediante consumo diretto che attraverso alimenti e bevande di ogni genere –, in condizioni di moderate temperature ambientali e medi livelli di attività fisica, sono così definiti:

Tabella 1. Assunzione di acqua giornaliera consigliata secondo EFSA

Tabella 1. Assunzione di acqua giornaliera consigliata secondo EFSA

Neonati sino a sei mesi di vita	100 mL/kg al giorno
Bambini tra 6 mesi e un anno di età	800-1000 mL/giorno
Tra 1 e 3 anni di vita	1100-1300 mL/giorno
Tra i 4 e gli 8 anni di età	1600 mL/giorno
Tra 9-13 anni	2100 mL/giorno per i bambini e 1900 mL/giorno per le bambine
Adolescenti, adulti e anziani	femmine 2 L/giorno maschi 2,5 L/giorno

Questi valori sono indicativi. In condizioni di climi caldi e di attività fisiche intense, o altre condizioni che inducano disidratazione, i livelli di acqua da assumere possono variare sensibilmente (può considerarsi anche più del doppio dei valori indicati). Ciò si verifica anche in condizioni di stress e disturbi gastro-enterici che determinino vomito e diarrea, come per la diarrea del lattante (2). Una riduzione del solo 2% della riserva idrica corporea può già compromettere attenzione, memoria e performance cognitiva (3), mentre una disidratazione più marcata è associata a un aumento della mortalità ospedaliera nei pazienti anziani (4). Nonostante questo, in ambito clinico si continua a parlare poco di acqua, e ancora meno di che tipo di acqua dovrebbe essere consigliato assumere. L'Italia è uno dei Paesi al mondo che consuma più acqua in bottiglia: consumiamo circa 223 L a testa ogni anno (preceduti solo da Messico e Thailandia), quasi il doppio rispetto alla media dei cittadini europei (118 L/anno). Malgrado la popolazione italiana continui a consumare l'acqua in bottiglia, la qualità dell'acqua nella rete idrica nazionale è molto elevata. Con l'84,8% dell'acqua prelevata proveniente da fonti sotterranee, naturalmente protette, il nostro Paese è il 7° in Europa per qualità dell'acqua potabile. L'abitudine diffusa a preferire l'acqua in bottiglia, spesso per motivi di gusto o marketing, si scontra con l'evidenza scientifica: l'acqua del rubinetto – in Italia – è altamente controllata, sicura, e nella maggior parte dei casi adeguata anche in ambito terapeutico e preventivo. Nel contesto della medicina di iniziativa e della promozione della salute, la scelta dell'acqua giusta – economica, sostenibile e di qualità – rappresenta un gesto apparentemente banale ma ricco di implicazioni, in linea con i principi della Planetary Health. In Italia, l'acqua del rubinetto è definita e regolata dal D.Lgs. 18/2023, che recepisce la Direttiva Europea 2020/2184, e garantisce la sicurezza microbiologica, chimica e organolettica dell'acqua potabile distribuita tramite rete idrica (5). A livello regionale, la Regione Toscana si distingue per un sistema di controllo puntuale, coordinato tra gestori del servizio idrico, Aziende Sanitarie Locali e ARPAT, secondo quanto previsto dal Piano Regionale di Tutela delle Acque (PRTA) e dal Sistema Informativo Regionale Ambientale (SIRA Toscana) (6-7). Nonostante ciò, secondo i dati ISPRA e ISTAT, oltre il 30% delle famiglie italiane non si fida dell'acqua di rete e consuma esclusivamente acqua in bottiglia (8-9) – spesso trascurando che quest'ultima è soggetta a controlli meno frequenti e non sempre offre vantaggi oggettivi in termini di composizione o sicurezza.

2. Acqua del rubinetto vs. acqua in bottiglia: confronto di qualità, sicurezza e sostenibilità

2.1 Sicurezza microbiologica e chimica

L'acqua potabile distribuita attraverso la rete pubblica in Italia è soggetta a controlli molto più frequenti rispetto a quella imbottigliata, a partire dal punto di approvvigionamento e nelle varie fasi di depurazione, stoccaggio e distribuzione alle fonti di attingimento. I gestori del servizio idrico, le ASL e le ARPA effettuano monitoraggi regolari e su più parametri, in conformità al D.Lgs. 18/2023. L'acqua in bottiglia è soggetta ai controlli previsti dal D.M. 10 febbraio 2015 (Criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali) ed è soggetta al sistema di autocontrollo (HACCP) a tutela della sicurezza alimentare. I controlli possono avvenire: alla sorgente, all'impianto di imbottigliamento, sui contenitori, nei depositi presso lo stabilimento di imbottigliamento, prima della distribuzione. In tabella 2 sono riportate le principali differenze tra acqua in bottiglia e acqua del rubinetto. È stato calcolato che gli italiani consumano circa 11 miliardi di bottiglie di plastica ogni anno. L'acqua in bottiglia in PET (polietilene tereftalato) ha mostrato di contenere micro-nanoplastiche, con potenziali rischi tossicologici ancora in fase di studio (10-11). L'acqua del rubinetto, pur potendone contenere tracce, ne presenta livelli generalmente inferiori (12), grazie anche ai trattamenti di filtrazione cui viene sottoposta prima dell'immissione in rete. La plastica delle bottiglie cede sostanze tossiche, anche se non esposta a fonti di calore. In 1 litro di acqua in bottiglia di plastica si trovano fino a 3 milioni di micro-nanoplastiche MNP (micro- <5 mm e nano- <0,1 µm). L'Università di Catania (13) per la prima volta ha stimato la dose giornaliera di particelle ingerite per consumo di acqua minerale imbottigliata in PET, sia effervescente che naturale, in 1.531.524 per Kg di peso corporeo al giorno per gli adulti e 3.350.208 per Kg di peso corporeo al giorno per i bambini (particelle inferiori ai 10 micron). L'esposizione umana a micro-nanoplastiche rappresenta un problema emergente, poiché entrano nel corpo umano con bevande e alimenti (14), per via respiratoria, per contatto, depositandosi in vari organi e tessuti; MNP sono state ritrovate nelle urine, nello sperma, nelle feci, nel sangue e grazie ad esso possono essere trasportate in tutti gli organi. Sono nel tessuto cardiaco, nelle placche ateromasiche (15) nel fegato, nel rene, nell'intestino, nei testicoli, nell'ovaio, nel polmone, e nel cervello in maggiore concentrazione rispetto ad altri organi. Preoccupa la presenza nella placenta e nel latte umano e quindi l'esposizione fetale e dei bambini e delle bambine. Si ritiene che inducano processi di infiammazione cronica nei diversi apparati. Molte sostanze chimiche utilizzate nella produzione della plastica, una volta penetrate nell'organismo, simulano, contrastano o modulano l'azione degli ormoni cioè, sono Interferenti Endocrini (IE), causando effetti avversi sulla salute di chi è direttamente esposto ma anche, in alcuni casi, della sua progenie (effetti transgenerazionali) (16).

2.2 Impatto ambientale ed economico

Si stima che l'acqua del rubinetto sia fino a 1.000 volte meno impattante rispetto a quella in bottiglia in termini di emissioni, rifiuti e uso di risorse (17). La maggior parte delle bottiglie che contengono l'acqua è in PET, prodotto a partire dal petrolio greggio o dal gas naturale. Per produrre 1 kg di PET sono necessari in media 3,4 litri di petrolio e circa 17,5 litri di acqua (18). La produzione globale di PET per bevande

genera un'importante impronta di carbonio, stimata in circa 2,5 kg di CO₂ equivalente per ogni kg di PET prodotto (19). Secondo il rapporto di Seasat risk "Single-use plastics and the marine environment" (20), in Europa si consumano annualmente 46 miliardi di bottiglie in plastica, che non sempre vengono raccolte e smaltite correttamente. La dispersione della plastica nell'ambiente dà origine a frammenti più piccoli e piccolissimi (micro e nanoplastiche), che dalle acque di scarico ritornano ad irrigare coltivazioni o alimentare pesci. Nell'ambiente acquatico la plastica rappresenta la frazione più grande, dannosa e persistente (85%) di tutti i rifiuti, causa danni agli ecosistemi marini ed ha effetti letali e subletali su tutti gli organismi acquatici, dai grandi mammiferi al plancton, mediante intrappolamento, fame, annegamento, lacerazione dei tessuti interni, soffocamento e ipossia, stress fisiologico ed esiti tossicologici. Anche i costi dell'acqua del rubinetto per il cittadino sono significativamente inferiori: da 0,089 cent. al litro (Milano) a 0,445 cent al litro (Siena) vs da 20 a 78 cent al litro al supermercato per quella in bottiglia (21). I costi più alti sono dovuti soprattutto a quelli indiretti che comprendono pubblicità, trasporto, stoccaggio, mentre lo smaltimento delle bottiglie grava sui sistemi di gestione dei rifiuti urbani.

3. Qualità dell'acqua consigliata nelle diverse fasi della vita e per patologie specifiche

Tutta l'acqua sia del rubinetto che "minerale" può essere classificata in base al cosiddetto residuo fisso (quanti sali minerali restano dopo aver fatto evaporare 1 L di acqua a 180°C), in 4 categorie:

- < 50 mg/L Minimamente mineralizzate
- < 500 mg/L Oligominerali
- Tra 500 e 1000 mg/L Minerali
- > 1500 mg/L ricche di Sali minerali

3.1 Bambini, anziani e soggetti fragili

Nei bambini, nelle bambine, negli anziani e nelle anziane, il fabbisogno idrico è maggiore rispetto al peso corporeo e l'acqua del rubinetto – se conforme – è idonea. Non sono necessarie acque minerali specifiche se non per precise indicazioni cliniche.

3.2 Patologie specifiche (renali, metaboliche, cardiache)

Solo in particolari condizioni, come l'insufficienza renale, l'iperuricemia o la calcolosi urinaria, può essere consigliata un'acqua con caratteristiche specifiche (es. oligominerale). Tuttavia, anche molte acque di rete soddisfano questi requisiti ed è possibile verificarlo attraverso le analisi periodiche dei gestori locali (22-23), che è possibile reperire sui siti dei Gestori Idrici. Da ricordare che con l'entrata in vigore del D. Lgs 339/1999 è stata modificata la norma originaria indicata all'art. 1, comma 3, lett. d) del D. Lgs 105/1992 che prevedeva l'obbligatorietà degli studi clinici, farmacologici e tossicologici per la valutazione di un'acqua minerale. Tali studi permettevano di identificare le proprietà favorevoli alla salute di un'acqua minerale come, ad esempio, gli effetti diuretici, la stimolazione della digestione o l'eliminazione dell'acido urico. La modifica normativa si è resa necessaria a causa della sentenza del 17 luglio 1997, procedimento C-17/96, della Prima Sezione della Corte di Giustizia delle Comunità europee, che dispone: uno Stato membro non può esigere che un'acqua abbia proprietà salutari per poterla riconoscere come acqua minerale naturale. La norma ha contribuito a rendere più simili le acque minerali a quelle potabili (24).

Tabella 2. Differenze tra acqua del rubinetto e acqua in bottiglia

CARATTERISTICHE	ACQUA POTABILE	ACQUA MINERALE
Fonti di attingimento	Acque sotterranee e superficiali (ad esempio: fiumi, laghi, falde profonde)	Esclusivamente sorgenti sotterranee protette o acqua di sorgente
Trattamenti fisico-chimici	Sempre effettuati, più o meno intensi secondo le caratteristiche delle di fonti di attingimento. La disinfezione finale avviene con un prodotto a base di cloro prima dell'immissione nelle condutture acquedottistiche.	Assenza totale di processi di filtrazione e trattamenti chimici di disinfezione per eliminare impurità e batteri.
Normativa di riferimento	D.lgs. 18/2023, in attuazione della Direttiva UE 2020/2184, sulla qualità delle acque destinate al consumo umano	D.M. 10 febbraio 2015 (Criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali).
Controlli analitici chimico microbiologici	53 parametri, compresi inquinanti di recente introduzione (es. PFAS, microcistina...). Obbligo di informazione e trasparenza: l'Ente gestore deve informare i cittadini sulle caratteristiche dell'acqua erogata (es. sul proprio sito internet)	23+23; inquinanti tradizionali. Le caratteristiche dell'acqua sono riportate in etichetta.
Frequenza dei controlli di laboratorio	I controlli sono sia interni (Ente gestore) sia esterni (Azienda Sanitaria Locale). La frequenza per ciascun acquedotto dipende dai volumi di acqua erogata.	1 controllo all'anno alla captazione (sorgente, pozzo, ecc.) e ai depositi di accumulo delle acque; 1 controllo all'anno ai depositi di stoccaggio delle confezioni presso lo stabilimento. La frequenza è stabilita nell'ambito della programmazione regionale dei controlli nel settore alimentare ai depositi dei rivenditori all'ingrosso ed ai punti vendita.
Piani di sicurezza dell'acqua: rappresentano un nuovo modo di garantire che l'acqua potabile sia sicura per la salute umana. In passato, si controllava l'acqua solo dopo che veniva distribuita, analizzando alcuni parametri standard (come nitrati, batteri, ecc.). Oggi, invece, si passa a un approccio preventivo: si cerca di prevedere e ridurre i rischi prima che diventino un problema. Questo nuovo metodo considera anche inquinanti emergenti, cioè sostanze che non sono ancora controllate regolarmente, ma che possono essere pericolose; valuta quanto sono vulnerabili le fonti e gli impianti idrici agli effetti del cambiamento climatico (come siccità, alluvioni, incendi...).	Obbligatorio entro il 12 gennaio 2029	Previsto secondo i criteri HACCP, poiché le acque minerali sono considerate alimenti.
Confezionamento	Abitualmente assente; commercializzata in bottiglia in alcuni ristoranti (acqua microfiltrata). L'acqua potabile è confezionata solitamente in grandi contenitori detti "boccioni" dalla capacità di circa 20 L per distributori automatici e water cooler.	Essenzialmente in bottiglie di plastica (più raramente in vetro), del volume massimo di 2 L.
Trasporto, stoccaggio e danno ambientale	Trasporto attraverso condotte interrate, senza impatto ambientale.	Trasporto con mezzi pesanti su distanze variabili; Es. l'acqua Evian arriva dalla Francia...stoccaggio in magazzini (caldo, sole, gas di scarico...)
Costo	Da 0,089 cent. al litro (Milano) a 0,445 cent al litro a Siena (Altroconsumo)	da 20 a 78 cent al litro al supermercato, più elevato al bar e ristorante

4. Falsi miti

4.1 È vero che l'acqua del rubinetto faccia venire i calcoli renali?

È falso. La concentrazione di calcio presente nell'acqua potabile di casa non provoca un aumento di calcoli renali. La formazione dei calcoli, per lo più costituiti da ossalato di calcio, dipende in molti casi da una predisposizione individuale o familiare. È stato dimostrato che anche le acque minerali ricche di calcio sono utili nella prevenzione della calcolosi renale mentre, viceversa, una dieta povera di calcio può aumentare il rischio di sviluppare questa patologia (25). Sono considerati fattori di rischio per i calcoli l'eccessivo consumo di sale (cloruro di sodio) e di proteine animali. Una dieta equilibrata, con poche proteine animali e a ridotto contenuto di sodio ma a normale contenuto di calcio, svolge quindi un ruolo protettivo per l'organismo (26).

L'acqua del rubinetto sa di cloro

La disinfezione dell'acqua potabile è finalizzata alla prevenzione della contaminazione microbiologica, garantendo acqua sicura fino all'arrivo al nostro contatore. Talvolta viene lamentato l'eccesso di cloro utilizzato per la disinfezione, che può conferire all'acqua potabile un sapore ed un odore fastidioso. Per eliminare l'odore ed il sapore di cloro bastano semplici accorgimenti:

∑ poiché il cloro evapora a contatto con l'aria, basta versare dell'acqua potabile in una caraffa ed aspettare un po' prima di berla;

∑ il cloro viene eliminato più velocemente in ambiente acido, quindi l'aggiunta di una goccia di limone aiuta molto;

∑ anche la temperatura gioca un ruolo importante: più è bassa, meno si avverte l'odore di cloro.

Alcuni composti indesiderati del cloro che possono formarsi nell'acqua, come i trialometani, vengono costantemente monitorati; con la sostituzione del processo di disinfezione a base di sodio ipoclorito con il biossido di cloro, questi composti tendono a diminuire nell'acqua.

Conclusioni

L'acqua del rubinetto in Italia è sicura, controllata, economica e sostenibile. In assenza di specifiche indicazioni mediche, rappresenta la scelta più razionale per la salute individuale e collettiva. Incentivarne l'uso è una strategia di prevenzione ambientale e sanitaria.

Bibliografia e sitografia

1. <https://www.who.int/europe/news/item/19-03-2020-increased-drinking-water-consumption-brings-gains-for-health-and-the-environment>
2. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary reference values for water. *EFSA Journal* 2010; 8(3):1459. [48 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1459.
3. Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, hydration and health. *Nutrition Reviews*. 2010;68(8):439–458.
4. El-Sharkawy AM et al. Hydration and outcome in older patients admitted to hospital (The HOOP prospective cohort study). *Age and Ageing*. 2015;44(6):943–947.
5. D.Lgs. 23 febbraio 2023, n. 18 – Attuazione della Direttiva UE 2020/2184.
6. Regione Toscana – Piano Regionale di Tutela delle Acque (PRTA), aggiornamento 2022.
7. SIRA Toscana – Sistema Informativo Regionale Ambientale.
8. ISPRA – Rapporto Ambiente, edizione 2023.
9. ISTAT – Aspetti della vita quotidiana, 2022.
10. Mason SA, Welch VG, Neratko J. Synthetic polymer contamination in bottled water. *Frontiers in Chemistry*. 2018;6:407.
11. WHO (2019). Microplastics in drinking-water. World Health Organization
12. Gambino I, Bagordo F, Grassi T, Panico A, De Donno A. Occurrence of Microplastics in Tap and Bottled Water: Current Knowledge. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Apr 26;19(9):5283. doi:10.3390/ijerph19095283. PMID: 35564678; PMCID: PMC9103198.
13. *Water Res.* 2019 Jun 15:157:365-371. doi: 10.1016/j.watres.2019.03.091. Epub 2019 Mar 29. Exposure to microplastics (<10 μm) associated to plastic bottles mineral water consumption: The first quantitative study. P Zuccarello 1, M Ferrante 2, A Cristaldi 1, C Copat 1, A Grasso 1, D Sangregorio 1, M Fiore 1, G Oliveri Conti 1
14. <https://www.consumerreports.org/health/food-contaminants/the-plastic-chemicals-hiding-in-your-food-a7358224781/>
15. R. Marfella, F. Prattichizzo, C. Sardu, G. Fulgenzi, et al. Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events, *N Engl J Med* 2024;390:900-10
16. <https://www.isdenews.it/campagna-plastica/>
17. ISPRA. Rapporto Rifiuti Urbani 2022.
18. Gleick PH, Cooley HS. Energy implications of bottled water. *Environmental Research Letters*. 2009;4(1):014009.
19. PlasticsEurope. Plastics – the Facts 2021
20. <https://eunomia.eco/reports/single-use-plastics-and-the-marine-environment/>
21. Altroconsumo, Acque minerali: confronto qualità/prezzo. 2022.
22. SINU. Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana (LARN), IV Revisione. 2014.
23. Ministero della Salute. Acque destinate al consumo umano e acque minerali – FAQ e normativa.
24. P. Calà, F. Mantelli. Acque potabili e acque minerali: similitudini e differenze. *Industrie delle Bevande - XXXVI* (2007) febbraio
25. Consiglio per la ricerca in l'agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA). Linee Guida per una Sana Alimentazione. Cap.4: Bevi ogni giorno acqua in abbondanza. Revisione 2018
26. <https://www.issalute.it/index.php/falsi-miti-e-bufale/alimentazione/l-acqua-del-rubinetto-fa-venire-i-calcoli>

Etichettatura ambientale delle carni: una opportunità per una scelta consapevole dei consumatori

Environmental labeling of meat: an opportunity for informed choice for consumers.

ANTONIO LAURIOLA
EVA RIGONAT
DARIA SCARCIGLIA

Medico Veterinario ISDE Modena
Medico Veterinario ISDE Modena
Avvocato ISDE Modena

Per corrispondenza:
aiutamanto@gmail.com
evarigonat@gmail.com
daria.scarciglia@gmail.com

Introduzione

La tutela della salute non può più essere limitata alla sola dimensione clinica individuale, ma richiede una crescente attenzione ai determinanti ambientali e produttivi che incidono sullo stato di salute delle popolazioni. Inquinamento dell'aria e delle acque, antibiotico-resistenza e aumento delle zoonosi sono oggi problemi sanitari concreti, ben noti alla pratica quotidiana dei medici del territorio.

In questo quadro, il sistema degli allevamenti intensivi di animali da reddito rappresenta un fattore rilevante di impatto sanitario, sia per il contributo all'inquinamento ambientale sia per l'uso massiccio di antibiotici e il potenziale rischio di malattie infettive emergenti. La qualità degli alimenti, e in particolare delle carni, non può quindi essere valutata esclusivamente in termini nutrizionali o di sicurezza igienico-sanitaria, ma anche in relazione alle modalità di produzione.

L'informazione al consumatore diventa così uno strumento di prevenzione primaria. Il Regolamento (UE) 1169/2011 riconosce il diritto a un'informazione trasparente sugli alimenti, aprendo la strada a forme di etichettatura capaci di includere anche aspetti ambientali e sanitari.

In questa prospettiva, l'articolo propone una riflessione sull'etichettatura ambientale delle carni come opportunità per favorire scelte consapevoli, con potenziali ricadute positive sulla salute umana, animale e sull'ambiente, in coerenza con l'approccio One Health.

Riassunto

La revisione 2024 alla Direttiva Europea 010/75/UE e successive modifiche, (Dir. 2024/17859) ci ha dato finalmente la definizione più corretta e corrente di allevamento intensivo dal punto di vista ambientale. Il "Regolamento (UE) 1169/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2011 rela-

tivo alla fornitura di informazioni sugli alimenti ai consumatori ...", riconosce che l'informazione al consumatore è un diritto fondamentale; l'etichetta alimentare, strumento ufficiale e normato, non deve indicare solo ingredienti, allergeni, valori nutrizionali e altro, ma dovrebbe anche – in prospettiva – accogliere esigenze emergenti quali, ad esempio, l'origine della carne in base all'impatto ambientale relativo alle condizioni di allevamento. Se i cittadini potessero conoscere, tramite un'etichetta chiara, la categoria inquinante dell'allevamento di provenienza dei prodotti acquistati, potrebbero, con le loro scelte alimentari, tutelare il benessere animale, l'ambiente, la salute umana e il lavoro.

Parole chiave:

Etichettatura, ambiente, carni, consumatori, scelta

Abstract:

The 2024 revision of European Directive 010/75/EU and subsequent amendments (Dir. 2024/17859) has finally provided us with the most accurate and current definition of intensive farming from an environmental perspective. "Regulation (EU) 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers..." recognizes that consumer information is a fundamental right; food labels, an official and regulated instrument, must not only indicate ingredients, allergens, nutritional values, and other information, but should also—in the long term—address emerging needs, such as the origin of meat based on the environmental impact of farming conditions. If citizens could clearly identify the polluting category of the farm from which their products originate, they could, through their food choices, protect animal welfare, the environment, human health, and jobs

Key words

Labeling, environment, meat, consumer,

Etichettatura ambientale delle carni: una opportunità per una scelta consapevole per i consumatori

Per agire coerentemente con i propri sentimenti verso gli animali, specialmente quelli da reddito, è fondamentale disporre di strumenti e informazioni adeguate. Se per gli animali d'affezione tali strumenti sono facilmente accessibili (veterinari, siti web, libri), per gli animali da reddito l'azione dei cittadini si riduce spesso alla firma di petizioni, sebbene le occasioni quotidiane (colazione, pranzo e cena) rappresentino momenti cruciali per scelte consapevoli.

Il consumo eccessivo di prodotti animali, in particolare carne, è un'abitudine alimentare recente con radici nel profitto economico dell'intera filiera zootecnica. Allevamento, trasporto, macellazione, lavorazione, distribuzione e vendita, insieme alle attività correlate (industria mangimistica, chimica dei farmaci e fitofarmaci, genetica), sono tutte attività altamente redditizie che hanno spinto all'espansione degli allevamenti intensivi. L'obiettivo è massimizzare il profitto estremizzando le condizioni di crescita degli animali (densità, nutrizione, cure veterinarie, luce, temperatura, umidità) per garantire una produzione massiva di carne a basso costo. Questo ha portato a un aumento esponenziale degli animali allevati e alla creazione di allevamenti intensivi, a lungo rimasti nascosti e inaccessibili.

Oggi, fortunatamente, si conoscono meglio le condizioni all'interno di questi allevamenti: gli animali sono stipati in condizioni che non si avvicinano al benessere riconosciuto dalla scienza e dalla coscienza collettiva. Il benessere previsto per legge è un minimo indirizzato principalmente alla tutela degli interessi economici¹.

L'impatto ambientale di questi allevamenti è spesso sottovalutato². In Emilia-Romagna, gli allevamenti contribuiscono al 19% delle polveri sottili³. Nella provincia di Modena, con una superficie di 2.689 km², si contano 986.167 animali da reddito⁴, ovvero 367 animali per km². Le polveri sottili causano ai cittadini modenesi una diminuzione di 13 mesi⁵ nell'aspettativa di vita, di cui due mesi e mezzo sono direttamente imputabili agli allevamenti e all'agricoltura a essi collegata, considerando che il 70%⁶ delle terre coltivate è destinato all'alimentazione animale.

Gli allevamenti inquinano l'aria con gas climalteranti come metano e protossido di azoto, molto più pericolosi della CO₂. Feci e urine immettono nel terreno, nell'aria e nelle acque quantità eccessive di azoto⁷, causando eutrofizzazione delle acque superficiali e la morte di flora e fauna di fiumi e laghi. Contaminano anche le acque potabili e di irrigazione con nitrati, potenziali cancerogeni. Sono inoltre responsabili dell'eccessivo uso di antibiotici, il 70% dei quali viene espulso e finisce nell'ambiente, favorendo lo sviluppo di resistenze batteriche. Attualmente, 35.000 persone all'anno muoiono in Europa (12.000 solo in Italia)⁸ a causa di infezioni resistenti agli antibiotici.

Altro aspetto cruciale sono le zoonosi e gli spillover. Le zoonosi sono malattie trasmissibili dall'animale all'uomo (es.

rabbia, salmonellosi), rappresentando il 75% delle malattie emergenti⁹ a livello globale. Lo spillover è la capacità di una malattia animale di passare all'uomo e poi specializzarsi per trasmettersi da uomo a uomo, generando pandemie (es. Covid-19, influenza spagnola). Le probabilità di zoonosi e spillover aumentano con l'aumento del numero di animali a stretto contatto con l'uomo e con la durata del contatto, specialmente in condizioni di sovraffollamento e insalubrità. Va inoltre notato che gli allevamenti intensivi non creano molti posti di lavoro, con poche unità che gestiscono migliaia di animali.

La normativa europea classifica gli allevamenti in base al loro potere inquinante¹⁰, e le categorie più inquinanti spesso corrispondono a quelle con le peggiori condizioni di vita per gli animali. Se i cittadini potessero conoscere, tramite un'etichetta chiara, la categoria inquinante dell'allevamento di provenienza dei prodotti acquistati, potrebbero, con le loro scelte alimentari, tutelare il benessere animale, l'ambiente, la salute umana e il lavoro.

I diritti dei consumatori dopo il Reg. UE 1169/2011 sull'etichettatura degli alimenti.

Il Regolamento UE 1169/2011 ha rappresentato un punto di svolta, sancendo il diritto dei consumatori a scelte alimentari consapevoli. L'etichettatura è lo strumento più efficace per fornire informazioni sulla salubrità di un prodotto, non solo in termini di ingredienti e valori nutrizionali, ma anche in relazione a esigenze specifiche come gli allergeni. Il legislatore europeo del 2011 ha dimostrato lungimiranza, prevedendo una normativa inclusiva capace di accogliere i progressi scientifici e tecnologici nel settore alimentare.

Tuttavia, ciò che era sufficiente nel 2011 (informazioni dietetico-salutistiche) oggi non lo è più. La salubrità di un cibo non può prescindere dal suo impatto ambientale (inquinamento di aria, acqua e suolo). Senza queste informazioni, l'etichettatura può risultare ingannevole, poiché non tiene conto di fattori che incidono negativamente sulla salute. Ad esempio, la carne proveniente da allevamenti intensivi e altamente inquinanti può annullare i benefici nutrizionali di un alimento. Le informazioni sulla provenienza degli alimenti in etichetta sono insufficienti, soprattutto per carni e prodotti a base di carne.

L'accresciuta sensibilità dei consumatori richiede risposte tangibili sulle questioni etiche legate alle condizioni di vita degli animali. Un numero crescente di persone accetta il consumo di carne solo se gli animali hanno avuto una "buona vita". Le etichette attuali non offrono indicazioni sulla tipologia di allevamento, privando il consumatore della possibilità di scegliere prodotti da allevamenti a bassa densità e con migliore qualità di vita per gli animali. Questo genere di riflessioni potrebbe trovare regolamentazione grazie all'inclusività del Reg. UE 1169/2011, che pone l'informazione trasparente al consumatore al centro.

Nonostante ciò, né la Commissione europea né le autorità italiane effettuano monitoraggi sistematici delle esigenze dei consumatori rispetto alle informazioni in etichetta.

Le esigenze dei consumatori sono state date per scontate, limitando i dati a informazioni “salutistiche” e “dietetiche”, ignorando le risposte spontanee del mercato, come il successo di prodotti presentati come “a basso impatto ambientale” o “ecologici” (fenomeno del “greenwashing”). Sebbene il greenwashing sia ora regolamentato dalla Direttiva UE 2024/825, esso ha avuto il merito di evidenziare una nuova sensibilità collettiva: i consumatori sono attenti non solo ai nutrienti o alla freschezza, ma anche all’impatto ambientale e al rispetto degli animali. In pratica, dove le istituzioni non sono arrivate, è stato il marketing a delineare le nuove esigenze dei consumatori, rendendo evidente che la salubrità di un alimento si estende al suo impatto ambientale.

Come fare e cosa fare per conoscere (o scoprire) una realtà che non si vuole raccontare.

Una sentenza giudiziaria ha confermato l’interesse pubblico a conoscere le condizioni di allevamento dei suini, non solo per la tutela degli animali ma per il diritto dei consumatori a conoscere il processo produttivo. Questo ribadisce che le condizioni di vita degli animali da reddito non possono essere nascoste, specialmente quando non garantiscono un minimo benessere. Tuttavia, non è possibile ricorrere ogni volta alle vie legali per ottenere queste informazioni. La salubrità di un alimento va oltre la sicurezza e la composizione nutrizionale, includendo ambiente, condizioni di vita degli animali, uso di antibiotici

Bibliografia

- 1 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:01998L0058-20191214>
- 2 <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/36ade937-4641-46ed-aac4-6162717d8a7f/content> e <https://www.greatitalianfoodtrade.it/progresso/zootechnia-fao-propone-5-aree-di-intervento-per-ridurre-le-emissioni-di-gas-serra/>
- 3 https://drive.google.com/file/d/1eUO3_q6XsMuNYbINLxL4SKIrYzkj4KK5/view
- 4 https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/index.html#/
- 5 <https://aqli.epic.uchicago.edu/the-index/>
- 6 https://www.greenpeace.org/static/planet4-italy-stateless/2019/02/47c7205a-report_soldi_in_pasto.pdf
- 7 <https://www.isprambiente.gov.it/files2020/eventi/gas-serra/decrisofaro.pdf>
- 8 https://www.aifa.gov.it/documents/20142/2604032/Dossier_stamp_AIFA_Antibiotico-resistenza_2024.pdf
- 9 https://www.izsum.it/pagina137739_zoonosi.html
- 10 Direttiva 2010/75/UE <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010L0075-20240804&qid=1755852398119> recepita in Italia con D.Lgs 152/2006 <https://www.normattiva.it/ricerca/avanzata>

CATEGORIE NON CONTEMPLATE DALLA DIR. 010/75/UE e succ. modifiche (Dir.2024/1785)		CATEGORIE CONTEMPLATE DALLA DIR. 010/75/UE e succ. modifiche (Dir.2024/1785) NB: la pericolosità è valutata in funzione della densità e del confinamento degli animali		
0	1	2	3	4
NON CONFINATEE BIOLOGICO NON CONFINATO	BIOLOGICO	DENSITA' BASSA	DENSITA' MEDIA	DENSITA' ALTA
<ul style="list-style-type: none"> • accesso all'aperto sempre disponibile • eventualmente anche certificato Bio 	<ul style="list-style-type: none"> • allevamento certificato Bio 	<ul style="list-style-type: none"> • accesso all'aperto non disponibile o parzialmente disponibile per tempo e spazio • densità animale inferiore ai valori minimi delle categorie della Dir. 010/75/UE 	<ul style="list-style-type: none"> • accesso all'aperto non disponibile o parzialmente disponibile per tempo e spazio • densità animale compresa tra i valori minimi e massimi delle categorie della Dir. 010/75/UE 	<ul style="list-style-type: none"> • accesso all'aperto non disponibile • densità animale superiori ai valori massimi delle categorie della Dir. 010/75/UE

Come risposta a queste problematiche, si propone un sistema di etichettatura a “semaforo” con 5 classi di allevamento, basato sui criteri della Direttiva Europea 2024/17859. Con questo sistema si classificano gli allevamenti in base alla densità animale e al tempo di confinamento:

- Verde: Allevamenti non confinati e certificati biologici, esclusi dalle categorie pericolose.
- Giallo/Ocra/Rosso: Allevamenti confinati, classificati in base a un livello di inquinamento basso (giallo), medio (ocra) e alto (rosso).

La biodiversità che respiriamo: l'impatto cruciale del verde urbano sulla composizione del microbioma nell'aria

The biodiversity we breathe: the crucial impact of urban greenery on the composition of the microbiome in the air

ANTONELLA CRISTOFORI^{1,2}
FABIANA CRISTOFOLINI¹
ALESSANDRO DI COCCO¹
ELENA GOTTARDINI^{1,2}

¹Centro Ricerca e Innovazione,
Fondazione Edmund Mach, San
Michele a/A (TN)

²NBFC, National Biodiversity Future
Center, Palermo

Riassunto

L'aria è un ecosistema dinamico che ospita l'aerobioma, l'insieme di batteri, funghi e pollini che rappresenta una biodiversità invisibile ma essenziale per il funzionamento degli ecosistemi e per la salute umana. La relazione tra biodiversità atmosferica, gestione del verde urbano e salute pubblica, è complessa. Se da un lato l'esposizione ai microrganismi rafforza il sistema immunitario, dall'altro la presenza di piante anemofile con pollini allergenici (come cipressi e betulle) rappresenta una sfida crescente, aggravata dai cambiamenti climatici che estendono le stagioni polliniche.

In questo scenario, il monitoraggio aerobiologico si rivela fondamentale. L'esperienza della Fondazione Edmund Mach, attiva in questa disciplina scientifica dal 1990, dimostra come il campionamento e l'analisi microscopica di pollini e spore permettano di fornire informazioni tempestive ai cittadini e di studiare gli impatti climatici sulle fioriture. La ricerca attuale sta evolvendo verso un approccio integrato, come dimostrato dal progetto internazionale AirBiD. Attraverso il monitoraggio in cinque città europee (tra cui Trento), AirBiD combina la microscopia classica con tecniche avanzate di sequenziamento di DNA ambientale (eDNA) e *citizen science* per indagare e mappare l'aerobioma urbano. L'obiettivo finale è trasformare la gestione del verde pubblico in uno strumento di prevenzione a favore della salute umana. Una pianificazione urbana "intelligente", basata sulla scelta di specie non allergeniche e sulla diversificazione degli habitat, può mitigare i rischi per i soggetti allergici promuovendo al contempo la resilienza climatica.

Abstract

The air we breathe is a dynamic ecosystem hosting the aerobiome, an invisible biodiversity of bacteria, fungi, and pollen essential for human health and

ecosystem functioning. The relationship between atmospheric biodiversity, urban green space management, and public health, is complex. While exposure to microorganisms strengthens the immune system, anemophilous plants producing allergenic pollen (such as cypress and birch) pose a growing challenge, exacerbated by climate change which leads to longer and earlier pollen seasons.

In this context, aerobiological monitoring is crucial. The experience of the Edmund Mach Foundation, active since 1990, demonstrates how pollen and spore sampling and microscopic analysis provide timely information for allergic individuals while tracking climate impacts on flowering patterns. Current research is shifting toward an integrated paradigm, exemplified by the international project AirBiD. By monitoring five European cities (including Trento), AirBiD combines traditional microscopy with advanced techniques for sequencing environmental DNA (eDNA) and citizen science to analyze and map the urban aerobiome.

The ultimate goal is to transform urban green management into a tool for preventive health. "Smart" urban planning, based on selecting non-allergenic species and diversifying habitats, can mitigate risks for allergy sufferers while promoting climate resilience. The study concludes that greener, scientifically designed cities are key to ensuring the physical and psychological well-being of the population. Cities must leverage aerobiology and biodiversity to build healthier, more sustainable, and resilient urban environments.

L'aria che respiriamo contiene grandi quantità di particelle biologiche come batteri, funghi e polline che possono influenzare la nostra salute e il nostro benessere in molti modi. Esiste infatti una biodiversità invisibile che ci circonda, un vero e proprio ecosistema chiamato aerobioma, che vive nell'aria, composto da miliardi di particelle microscopiche, e che rappresentano circa un

quarto di tutte le particelle presenti in atmosfera. Questa biodiversità, in continuo movimento con le masse d'aria, è fondamentale per il funzionamento degli ecosistemi. Batteri, funghi e pollini infatti contribuiscono ai cicli del carbonio e dell'azoto e entrano nella composizione dei nutrienti del suolo; pollini e spore fungine hanno un ruolo nella riproduzione di piante e funghi; alcuni batteri e funghi inoltre formano un film protettivo sulle foglie, proteggendole dalle malattie; altri, al contrario, possono essere causa di fitopatologie.

La biodiversità dell'aria ha un impatto diretto sulla nostra salute, rafforza il nostro sistema immunitario attraverso l'esposizione a vari microorganismi, portando a una maggiore tolleranza verso gli allergeni. All'interno delle città, questa biodiversità è influenzata e modellata dalla tipologia, dalla distribuzione e dall'estensione degli spazi verdi presenti nell'area urbana.

Gli spazi verdi urbani sono una delle risorse più preziose per la qualità di vita. Questi ecosistemi offrono multipli benefici a favore dell'uomo e dell'ambiente, sintetizzati dal concetto di servizi ecosistemici. Gli spazi verdi favoriscono la protezione e conservazione della biodiversità, il ciclo dei nutrienti e la formazione del suolo (servizi di supporto), favoriscono la formazione di materie prime (approvvigionamento), regolano il clima, le temperature, l'inquinamento (servizi di regolazione) e favoriscono il benessere psicologico, la socialità, il turismo naturalistico e l'educazione alla scienza (servizi culturali), favorendo nel complesso la salute umana. Questi servizi possono essere ulteriormente rafforzati pianificando città più salubri, vivibili e resilienti, in particolare nel contesto dei cambiamenti climatici. Questo può essere fatto ad esempio mitigando i potenziali effetti sulla salute dati dalla presenza di piante che producono pollini allergenici. Esiste infatti una relazione fra vegetazione urbana e allergie respiratorie, che dipende dalla pianificazione, dalla tipologia e dalla gestione degli spazi verdi, anche in termini di scelta delle piante in essi coltivate.

Alcune piante, cosiddette "anemofile", quando fioriscono producono grandi quantità di polline che viene rilasciato in aria e trasportato dal vento per compiere il viaggio che lo porterà a raggiungere il fiore femminile, dove avverrà la fecondazione; si tratta dunque di un processo che serve a garantire la riproduzione di queste piante. Durante il loro volo in aria, i granuli di polline inalati possono essere causa dell'insorgenza di sintomi di allergia respiratoria, con manifestazioni lievi quali starnuti, lacrimazione, rinorrea e più severe come difficoltà respiratorie ed asma. Cipressi, betulle, ontani, noccioli e graminacee sono alcuni esempi di piante ad impollinazione anemofila e tra le principali responsabili delle allergie stagionali o pollinosi. La presenza di pollini in aria – e dunque delle allergie – non è un problema strettamente limitato alla primavera; infatti già in inverno alcune di queste piante – ad esempio i cipressi – iniziano a fiorire; poi, con l'avanzare della stagione, si susseguono le fioriture di altre specie, cosicché gran parte dell'anno risulta essere interessato dalla presenza di pollini, sebbene in quantitativi e tipologie diverse.

Con il cambiamento climatico, la situazione tende a complicarsi: stagioni polliniche più lunghe, fioriture anticipate, aumento dei quantitativi di polline e nuove specie invasive stanno aumentando il rischio di esposizione agli

allergeni. L'Organizzazione Mondiale della Sanità prevede che entro il 2050 una persona su due soffrirà di almeno un'allergia, inclusa quella ai pollini.

In tale contesto, una corretta pianificazione e gestione del verde urbano diventa quindi una vera esigenza. Concretamente ciò che si può fare è innanzitutto attuare una scelta oculata e consapevole delle piante da utilizzare nelle infrastrutture verdi, che tenga conto anche della loro allergenicità e del contesto di utilizzo, prestando ad esempio particolare attenzione a spazi verdi utilizzati dalla prima infanzia come asili e scuole o ospedali. Altre iniziative, di tipo gestionale, possono ad esempio includere l'estirpazione di piante invasive quali l'ambrosia, o lo sfalcio dei prati prima della fioritura.

Accanto a queste azioni, un aspetto molto importante ai fini di un'ottimale gestione delle allergie respiratorie è la possibilità di disporre di corrette e tempestive informazioni sui livelli di esposizione agli allergeni, che supportano diagnosi, terapia e gestione della malattia. Qui entra in gioco l'aerobiologia, la scienza che studia le particelle biologiche aerodisperse quali pollini, spore fungine, batteri, microalghe e virus. In particolare, attraverso il monitoraggio aerobiologico è possibile conoscere quali pollini sono presenti in atmosfera e la loro concentrazione giornaliera. Le particelle biologiche presenti in aria vengono catturate tramite appositi campionatori; successivamente queste particelle vengono identificate e quantificate attraverso un'analisi delle loro caratteristiche morfologiche svolta al microscopio ottico.

Alla Fondazione Edmund Mach (FEM) a San Michele all'Adige (Trento), il monitoraggio aerobiologico viene realizzato ininterrottamente dal 1990. Grazie ai dati che si ottengono è possibile informare tempestivamente le persone allergiche sui pollini in circolazione e sui livelli di concentrazione. Inoltre, la disponibilità di una consistente e lunga serie temporale di valori di concentrazione aerea dei vari tipi di polline rende possibile cogliere le variazioni occorse nel tempo in termini di quantità e tipi di pollini presenti in atmosfera e di tempistica di comparsa nel corso della stagione. Gli effetti dei cambiamenti climatici sulle fioriture, ad esempio, sono ben rilevabili attraverso la presenza dei pollini in atmosfera (<https://doi.org/10.1007/s10113-024-02223-6>). L'integrazione dei dati ottenuti tramite il monitoraggio con modelli previsionali consente oggi anche di stimare i picchi di polline e anticipare le informazioni sull'andamento delle stagioni polliniche.

Negli ultimi anni la ricerca ha fatto un importante cambio di paradigma introducendo il concetto di aerobioma, cioè l'insieme dei microorganismi presenti nell'aria. Si tratta di un vero ecosistema invisibile e in continuo movimento, la cui biodiversità ha un ruolo nella regolazione del sistema immunitario, nella prevenzione di infiammazioni e persino nel benessere psicologico (<https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1186847>; <https://doi.org/10.1111/1751-7915.70018>). Fattori come uso del suolo, tipo di vegetazione, clima e stagionalità influenzano la composizione dell'aerobioma. Le più recenti ricerche mostrano che le aree verdi ricche e diversificate ospitano un aerobioma più vario, mentre infrastrutture grigie e superfici impermeabili mostrano una biodiversità atmosferica molto più povera. Ciò implica che un verde urbano "progettato bene"

può diventare una risorsa anche per la salute umana, non solo per quella ambientale.

In questa direzione si colloca AirBiD (airbidproject.eu), un progetto recentemente avviato e finanziato da Biodiversa+, che riunisce un team internazionale di ricercatori e coinvolge cinque città europee: Évora, Trento, Vienna, Copenhagen e Göteborg (Figura 1). L'obiettivo è ambizioso e innovativo: capire in che modo diverse tipologie di verde urbano influenzino la biodiversità presente nell'aria, analizzando non solo i pollini ma l'intero insieme di organismi microscopici dispersi nell'atmosfera e allo stesso tempo valutare le connessioni col benessere e la salute umana, per contribuire a una pianificazione urbana più sostenibile e salubre.

Per farlo, oltre al tradizionale riconoscimento del particolato al microscopio ottico, AirBiD utilizza tecniche avanzate di analisi del DNA ambientale (eDNA), che permettono di identificare in maniera dettagliata la composizione biologica dell'aria e di rilevare anche organismi difficili da distinguere con metodi classici.

Il progetto prevede diverse attività integrate, tra cui:

- monitoraggi aerobiologici comparati in aree di verde urbano di diverse tipologie (zone residenziali, aree trafficate, parchi urbani, corsi d'acqua, aree agricole, orti comunitari, boschi urbani) (Figura 2);
- analisi del microbioma atmosferico tramite sequenziamento del materiale genetico raccolto, per comprendere quali specie di pollini, funghi e batteri compongano l'aerobioma;
- creazione di mappe dell'aerobioma urbano, utili a visualizzare come la biodiversità dell'aria cambia nello spazio e nel tempo e come si associa alle diverse tipologie di verde;
- coinvolgimento diretto dei cittadini attraverso attività di citizen science, finalizzate alla raccolta di dati relativi al benessere legato alle diverse aree verdi, all'adozione di un campionatore per sorveglianza o raccolta dei campioni, e alla sensibilizzazione sul ruolo ecologico dell'aria che respiriamo.

L'insieme di queste informazioni permetterà di sviluppare linee guida per progettare spazi verdi urbani in grado di migliorare contemporaneamente la qualità dell'aria, la biodiversità e il benessere delle persone. AirBiD punta quindi a fornire strumenti utili alla pianificazione urbana del futuro, in cui la gestione del verde pubblico sia considerata una componente chiave per città più sane, resilienti e sostenibili, favorendo allo stesso tempo una maggiore consapevolezza su ambiente e salute tra la popolazione.

Città più verdi significano città più salubri e resilienti, soprattutto se la pianificazione tiene conto dell'importanza di una scelta mirata delle specie, che favorisca specie vegetali non allergeniche, una diversificazione degli ambienti e una corretta gestione del verde. Accanto a ciò, il monitoraggio aerobiologico è uno strumento fondamentale per verificare composizione e variazioni dell'aerobioma e per consentire una corretta informazione al cittadino. Il verde urbano può essere un potente alleato contro i cambiamenti climatici e l'inquinamento ed offrire numerose possibilità per favorire il benessere delle persone. Per farlo, però, deve essere un verde intelligente,

una sfida progettuale costruita su basi scientifiche, capace di promuovere salute e biodiversità allo stesso tempo.

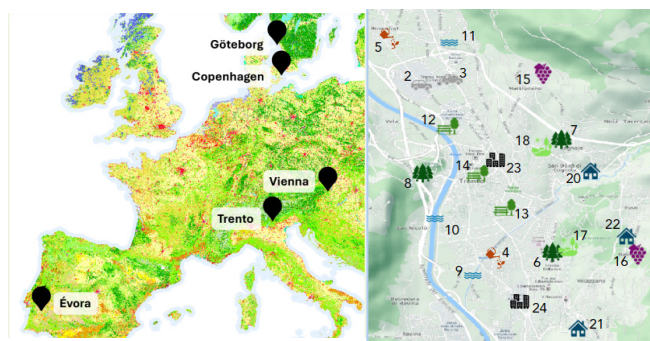


Figura 1. Mappa delle città europee coinvolte nel progetto AirBiD (a sinistra, airbidproject.eu); a destra mappa dei siti di campionamento sulle aree verdi della città di Trento



Figura 2. Campionamento aerobiologico presso un'area verde residenziale. A sinistra, i pollini entrano nel campionatore e si depositano su una superficie di campionamento (immagini dei pollini ingranditi per esemplificazione e inseriti nell'immagine con AI Gemini); a destra, prelievo delle superfici di campionamento per la successiva analisi al microscopio ottico e sequenziamento del DNA ambientale.

Considerazioni sul livello di sicurezza dei cellulari

Considerations on the security level of mobile phones

FAUSTO BERSANI GREGGIO

Docente di Matematica e Fisica (Liceo Scientifico A. Volta – Riccione), membro del Comitato Scientifico di ISDE Italia, consulente della Federconsumatori (RN).

L'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza generati dai telefoni cellulari rappresenta oggi una questione di sanità pubblica di rilevanza strutturale, con potenziali implicazioni cliniche che coinvolgono diverse discipline mediche. A differenza di molte esposizioni ambientali tradizionali, l'uso del telefono cellulare è continuo, volontario, spesso protratto per anni o decenni, e avviene a distanza minima da tessuti e organi di primaria importanza clinica, quali il sistema nervoso centrale, il cuore, i distretti neurovascolari del capo e del collo e gli organi riproduttivi.

Dal punto di vista medico, tale modalità di esposizione solleva interrogativi rilevanti non solo in termini di dose assorbita, ma soprattutto in relazione a esposizioni croniche a bassa intensità, che interessano popolazioni molto ampie e iniziano sempre più precocemente nel corso della vita, inclusa l'età pediatrica e adolescenziale.

Nonostante queste caratteristiche, la valutazione del rischio associato alle radiofrequenze continua a essere affrontata prevalentemente in ambito tecnico-regolatorio, con criteri di sicurezza basati quasi esclusivamente sulla prevenzione di effetti acuti di tipo termico. Questo approccio appare sempre meno adeguato dal punto di vista medico-sanitario, in quanto non considera in modo esaustivo la possibilità di effetti biologici cronici e non termici, né il potenziale impatto a lungo termine sulla salute umana.

Negli ultimi anni, studi sperimentali di ampia scala e lunga durata, condotti da enti pubblici e indipendenti quali il National Toxicology Program (NTP) statunitense e l'Istituto Ramazzini, hanno documentato un aumento statisticamente significativo di neoplasie, in particolare gliomi cerebrali e schwannomi cardiaci, in animali esposti cronicamente a radiofrequenze. Tali effetti sono stati osservati anche a livelli di esposizione compatibili con gli attuali limiti normativi, tradizionalmente considerati sicuri.

Per la comunità medica, questi risultati rivestono un interesse diretto in ambito oncologico, epidemiologico e preventivo, e non possono essere considerati marginali o non pertinenti alla salute umana. La concordanza tra le tipologie tumorali osservate nei modelli animali e quelle riportate in studi epidemiologici sugli utilizzatori intensivi di telefoni cellulari rafforza l'ipotesi di un possibile rischio biologico reale, quantomeno in condizioni di esposizione protratta nel tempo.

In una prospettiva di sanità pubblica, l'assenza di certezze definitive non può essere invocata come giustificazione per l'inazione. Al contrario, quando l'esposizione riguarda milioni di individui, è ubiquitaria e difficilmente evitabile, il principio di precauzione rappresenta uno strumento fondamentale di prevenzione primaria, storicamente adottato in presenza di evidenze scientifiche credibili di possibile danno.

Il presente articolo assume pertanto una prospettiva esplicitamente medico-sanitaria, analizzando sistematicamente i valori di Specific Absorption Rate (SAR) di migliaia di modelli di telefoni cellulari non come meri parametri fisici, ma come indicatori indiretti di esposizione biologicamente rilevante, da confrontare con le soglie associate a effetti cancerogeni negli studi sperimentali più robusti disponibili. L'obiettivo è valutare la reale significatività clinica delle attuali certificazioni di sicurezza e la loro adeguatezza nella tutela della salute della popolazione generale. Vengono inoltre considerati possibili effetti biologici a carico di organi bersaglio superficiali, quali la cute, particolarmente rilevanti con l'introduzione delle nuove tecnologie di telecomunicazione e delle frequenze più elevate. Sebbene tali aspetti non siano ancora supportati da evidenze cliniche consolidate, essi chiamano in causa ambiti quali la dermatologia, la neurofisiologia e il microcircolo, e rafforzano la necessità di un approccio medico multidisciplinare.

L'obiettivo di questo lavoro non è generare allarmismo, ma stimolare una riflessione critica e responsabile all'interno della comunità medica. In analogia con quanto avvenuto per altre esposizioni ambientali inizialmente ritenute innocue, il ruolo del medico non può limitarsi alla gestione delle patologie conclamate, ma deve includere la valutazione dei fattori di rischio emergenti, la corretta informazione dei pazienti e la promozione di strategie di riduzione dell'esposizione quando esistono evidenze scientifiche plausibili di possibile danno.

Alla luce della rapida evoluzione delle tecnologie di telecomunicazione e dell'aumento delle frequenze utilizzate, appare infine urgente un ripensamento degli standard di sicurezza e un coinvolgimento attivo della comunità medica nel dibattito scientifico e regolatorio. La tutela della salute pubblica richiede che l'innovazione tecnologica proceda di pari passo con una valutazione rigorosa, indipendente e clinicamente rilevante dei suoi potenziali effetti biologici a lungo termine.

Direttore Responsabile
Roberto Romizi

Riassunto

I campi a radiofrequenza come quelli emessi da telefoni cellulari e Stazioni Radio Base fanno parte delle cosiddette radiazioni non ionizzanti. Tuttavia la minor energia coinvolta rispetto alle onde elettromagnetiche ionizzanti non rappresenta una garanzia di innocuità per la salute delle persone, come attestano numerosi studi in cui sono stati dimostrati rischi anche di natura cancerogena.

Un teorema diffuso e fuorviante consiste invece nel sostenere che le interazioni tra campi elettromagnetici e sistemi biologici siano per lo più di origine termica. Inoltre all'aumentare delle frequenze dei segnali, situazione che caratterizza la deriva verso le nuove tecnologie (si pensi ad esempio al passaggio dal 4G al 5G e al futuro 6G), diminuirà la penetrazione all'interno della materia biologica. Ciò rappresenta un dato corretto che tuttavia viene spesso impropriamente utilizzato come ulteriore argomento rassicurante sotto il profilo sanitario.

In questo lavoro mi sono occupato, innanzi tutto, di raccogliere i dati relativi al S.A.R. (Specific Absorption Rate), ossia al tasso di assorbimento specifico, generato da oltre quattromila modelli di cellulari, sia attuali che fuori produzione. Il S.A.R. è una grandezza dosimetrica che rappresenta la potenza per unità di massa, espressa in Watt/Kg, assorbita dai tessuti biologici quando vengono irradiati dalle onde elettromagnetiche. I dati provengono dal *data base* dell'Ufficio Federale Tedesco per la Radioprotezione (BfS) che, dal 2002, aggiorna tale archivio. Sulla base di questa rilevazione ho poi effettuato una valutazione dell'effettivo livello di sicurezza di tali dispositivi, in particolare alla luce dei risultati di due ricerche condotte a lungo termine su cavie animali dall'Istituto Ramazzini (IR) e dal National Toxicology Program (NTP).

Parole chiave: cellulari, SAR, testa, corpo –

Abstract

Radiofrequency fields, such as those emitted by cell phones and base stations, are classified as non-ionizing radiation. However, the lower energy involved compared to ionizing electromagnetic waves does not represent a guarantee of safety for people's health, as attested by numerous studies in which risks of a carcinogenic nature have also been demonstrated.

A widespread and misleading theory is that interactions between electromagnetic fields and biological systems are mostly of thermal origin. Furthermore, as the frequencies of signals increases, a situation that characterizes the shift towards new technologies (consider, for example, the transition from 4G to 5G and the future 6G), the penetration into biological matter will decrease. This is a correct data, but it is often inappropriately used as a further reassuring health argument. In this work, I primarily collected the S.A.R. data (Specific Absorption Rate) generated by over four thousand cell phone models, both current and out of production. The S.A.R. is a dosimetric quantity representing the power per unit of mass, expressed in Watts/Kg, absorbed by biological tissues when irradiated by the electromagnetic waves. The data comes from the database of the German Federal Office for Radiation Protection (BfS), which has been updating this archive since 2002. Based on this finding, I then carried out an assessment of the actual security level of these devices, in particular in light of the results of two long-term studies conducted on animal subjects by the Ramazzini Institute (IR) and the National Toxicology Program (NTP).

Keywords: cell phones, SAR, head, body

Introduzione

L'Ufficio Federale Tedesco per la Radioprotezione (BfS) dal 2002 aggiorna una banca dati relativa al tasso di assorbimento specifico (SAR), ossia alla potenza per unità di massa assorbita (Watt/Kg) dai tessuti biologici quando vengono irradiati dalle onde elettromagnetiche emesse dai cellulari durante le comunicazioni mobili. L'archivio, a novembre 2025, comprendeva 4255 modelli, sia attuali (ATT.) che fuori produzione (F.P.). Scopo del presente lavoro è una valutazione dell'effettivo livello di sicurezza di tali dispositivi alla luce dei risultati di due importanti ricerche, condotte a lungo termine su cavie animali, pubblicate nel 2018 dall'Istituto Ramazzini (IR) e dal National Toxicology Program (NTP).

Materiali e metodi

I test SAR misurano l'effetto termico sul corpo umano dovuto all'esposizione a radiofrequenze (RF) utilizzando manichini antropomorfi riempiti con liquidi che simulano le caratteristiche di assorbimento dei tessuti umani. Nel momento in cui ho elaborato i dati (novembre 2025) l'archivio, gestito dal BfS, comprendeva 4255 modelli, sia attuali (ATT. = 437) che fuori produzione (F.P. = 3818) (1). L'energia di questi campi elettromagnetici viene parzialmente assorbita dalla testa nella configurazione di utilizzo più comune del telefono cellulare, ma anche dal corpo in taluni casi. Se si fa uso, ad esempio, di un auricolare e si mette il cellulare in tasca, l'energia viene assorbita dalla parte del corpo in quel momento più vicina al cellulare. Per la misurazione del SAR relativo al corpo, i test vengono eseguiti con il dispositivo ad una distanza standardizzata da un fantoccio che simula il tessuto corporeo per rappresentare l'uso, ad esempio, in una tasca o in una fondina. Nel mio studio, cautelatamente e realisticamente, ho selezionato i dati SAR ottenuti ad una distanza di 5 mm dal corpo, peraltro lo stesso protocollo adottato generalmente nell'UE. Per la testa, il dispositivo viene monitorato direttamente a contatto con l'orecchio del fantoccio, simulando una conversazione. In questo caso l'antenna si trova nella parte posteriore del telefono e la maggior parte della potenza è emessa in verso opposto rispetto alla testa, ossia verso la Stazione Radio Base del proprio gestore. Inoltre il cranio funge parzialmente da schermo naturale per il cervello, attenuando e riflettendo una parte delle onde elettromagnetiche. Invece, nel caso della radiazione al corpo, le misure vengono ripetute per tutte e 6 le facce del cellulare rivolte verso il corpo stesso e viene considerato il valore più alto. Queste diverse metodologie possono chiaramente influenzare i valori dichiarati e, in generale, il SAR medio sarà maggiore per il corpo rispetto al cranio.

A questo punto ho rivolto l'attenzione a due ampi studi di cancerogenicità su animali di laboratorio (ratti Sprague Dawley), uno condotto dal National Toxicology Program degli Stati Uniti (2), (3), (4) e l'altro dall'Istituto Ramazzini di Bologna (5), i quali hanno riscontrato incrementi statisticamente significativi, rispetto ai controlli, per quanto riguarda le incidenze e/o le tendenze a sviluppare Schwannomi del cuore e gliomi del cervello nei ratti esposti a RF. La notevole concordanza tra le tipologie di cellule tumorali osservate negli animali sperimentali e quelle identificate negli studi epidemiologici degli utenti di telefoni cellulari rafforza l'associazione animale-uomo.

Nello studio NTP, della durata complessiva di due anni, le

cavie sono state suddivise in tre gruppi, rispettivamente esposti a 1,5 W/Kg, 3 W/Kg e 6 W/kg. Le dosi dello studio IR, più basse ma protratte per tutta la vita dei soggetti di prova, erano pari a 0,001, 0,03 e 0,1 W/kg.

Nello studio NTP tutte le dosi programmate hanno evidenziato, anche se con caratteristiche diverse, chiare prove di cancerogenicità mentre nello studio Ramazzini queste sono emerse solo in corrispondenza della dose massima utilizzata, ossia 0,1 Watt/Kg. Per la precisione il valore di campo elettrico in tal caso era di 50 V/m a cui corrispondeva un SAR di 0,12 W/Kg.

A questo punto serve una doverosa puntualizzazione tecnica circa il criterio di classificazione dei dati.

Come è immediato verificare le dosi utilizzate nello studio NTP sono fornite, al massimo, con due cifre significative.

L'archivio BfS, invece, presenta dati con tre cifre significative per valori di SAR maggiori o uguali a 1 W/Kg. Quindi, ad esempio, il SAR più basso utilizzato nello studio americano, corrispondente a 1,5 W/Kg, è compatibile con i dati BfS nell'intervallo 1,45 ÷ 1,54 Watt/Kg.

Se si considerasse poi il fatto che le misure sperimentali di SAR tipicamente presentano un'incertezza combinata dell'ordine del 20% (Livello di Confidenza del 95%), tale intervallo risulterebbe ulteriormente esteso. Tuttavia, dal momento che l'incertezza sperimentale non è dichiarata né dal NTP né dal BfS, per correttezza mi sono limitato all'intervallo minimo di oscillazione sopra indicato, basato unicamente sulle ordinarie leggi di approssimazione numerica.

Nelle due figure che seguono sono stati raccolti, sotto forma di istogrammi, i dati BfS sulla base delle regole di selezione sopra descritte. I SAR sono stati suddivisi, lungo l'asse orizzontale, in 20 classi, da 0,10 a 2,00 W/Kg mentre, lungo l'asse verticale, sono state indicate le frequenze percentuali di ciascuna classe.

In Fig. 1, in particolare, sono stati presentati i SAR alla testa sia dei modelli di cellulari fuori produzione (F.P.) che di quelli attuali (ATT.) suddivisi per colore

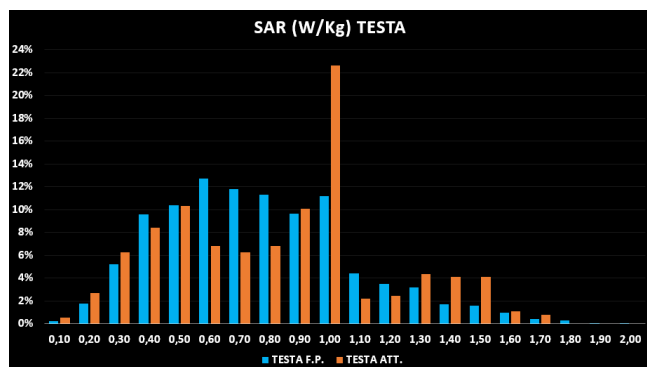


Fig. 1 - Frequenze percentuali di SAR alla testa (modelli F.P. = 3485, modelli ATT. = 367)

mentre nella successiva Fig. 2 sono stati riportati i SAR al corpo (distanza 5 mm) con le medesime indicazioni adottate nella figura precedente.

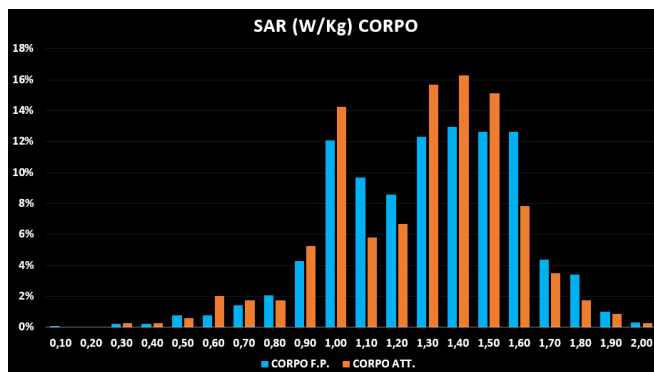


Fig. 2 - Frequenze percentuali di SAR al corpo - 5 mm (modelli F.P. = 909, modelli ATT. = 344)

Discussione e conclusioni

I dati presi in esame, rapportati alle soglie di cancerogenicità emerse negli studi NTP e IR, sono stati sinteticamente riassunti nella Tab.1

MODELLI	S.A.R. (W/Kg)	TESTA	CORPO (5 mm)
FUORI PRODUZIONE	≥ 1,5 (NTP)	3%	31%
	≥ 0,1 (IR)	99,7%	99,9%
ATTUALI	≥ 1,5 (NTP)	4%	26%
	≥ 0,1 (IR)	99,5%	100%

Tab. 1 - Quadro riassuntivo dei dati

Una prima importante conclusione che si pone in evidenza deriva dal confronto con lo studio IR: praticamente tutti i cellulari, sia fuori produzione che attualmente sul mercato, presentano un SAR, sia alla testa che al corpo, maggiore o uguale alla dose di 0,1 W/Kg in corrispondenza della quale si era registrato, nelle cavie animali, un aumento statisticamente significativo di Schwannomi maligni al cuore. Numeri più modesti, anche se non trascurabili se riferiti al corpo, sono emersi in relazione alle percentuali di cellulari con SAR maggiore o uguale a 1,5 W/Kg, valore a partire dal quale lo studio NTP ha messo in evidenza effetti cancerogeni statisticamente significativi. In sostanza possiamo affermare, soprattutto in virtù dello studio IR, che **nessun** modello di cellulare (sia ATTUALE che FUORI PRODUZIONE) può considerarsi sufficientemente sicuro. Gli standard internazionali del SAR **non** sono cautelativi in relazione agli effetti cancerogeni¹. Un'ulteriore considerazione riguarda un dato, parzialmente corretto, che tuttavia viene spesso impropriamente uti-

¹ Per quanto riguarda le normative internazionali va detto che queste prevedono limiti di sicurezza distinti: in Europa, ad esempio, il limite è di 2,0 W/kg, mediato su 10 grammi di tessuto, sia per la testa che per il tronco. Negli Stati Uniti il limite è di 1,6 W/kg, mediato su 1 grammo di tessuto. In tutti i casi il tempo di misura è di 6 minuti.

lizzato, in senso generale, come argomento rassicurante sotto il profilo sanitario: all'aumentare delle frequenze dei segnali, situazione che caratterizza la deriva verso le nuove tecnologie (si pensi al passaggio dal 4G al 5G e, tra qualche anno, al futuro 6G), diminuirà la penetrazione all'interno della materia biologica. Questo fenomeno, che prende il nome di *skin effect*, **non implica tuttavia un minor livello di pericolosità**. L'ipotesi che le onde millimetriche non penetrino oltre la pelle ignora completamente le cellule cutanee, le terminazioni nervose, le ramificazioni del microcircolo e altre strutture elettricamente conduttrici che possono trasportare energia elettromagnetica nel corpo con potenziali effetti locali e sistemici.

Spesso ci si dimentica del fatto che la pelle è l'organo più esteso del corpo umano e che al suo interno la struttura sia alquanto complessa.

Studi approfonditi sulla morfologia minuta della pelle hanno dimostrato che i dotti sudoripari sono tubi a forma elicoidale (6), riempiti con una soluzione acquosa conduttiva, in tutto simili a comuni antenne in grado di assorbire e riemettere segnali a RF. Simulazioni al computer di tali strutture nelle bande d'onda millimetriche e submillimetriche hanno evidenziato che la pelle umana funziona proprio come una schiera di antenne elicoidali che diventano, di fatto, riemettitori secondari in grado di propagare il segnale all'interno del corpo umano. Inoltre la prospettiva dell'uso di frequenze sempre più elevate, con penetrazioni relativamente più superficiali, può far sì che il SAR, riferito ai tessuti biologici investiti dalle onde elettromagnetiche, aumenti all'interno del piccolo volume in cui le nuove radiofrequenze risultano confinate. In Fig. 3 si può vedere come le frequenze più elevate del 5G contribuiscano ad un SAR circa 2000 volte superiore a quello del 4G e, addirittura, quasi 30000 volte maggiore rispetto a quello originato da alcune versioni del 3G (7)

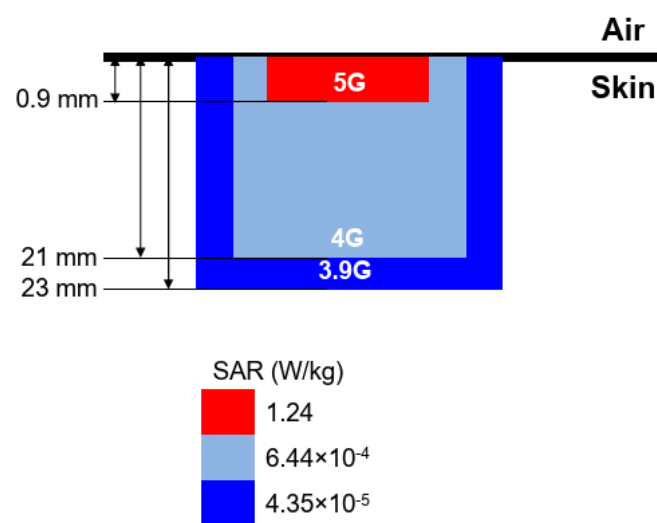


Fig. 3 Confronto tra la profondità di penetrazione delle RF nella pelle umana ed il SAR (7)

Soluzioni ingegneristiche implementabili, basate su tecnologie esistenti, già brevettate dall'industria, potrebbero **ridurre le esposizioni da 2 a 100 volte** (8), (9). Si tratta di misure poco costose che non alterano le funzioni dei telefoni cellulari o la qualità delle comunicazioni. L'industria wireless dovrebbe iniziare a competere sulla sicurezza e sul principio di precauzione, oltre che sull'efficienza dei propri *device*, esattamente come è avvenuto per l'industria dell'automobile.

Bibliografia

https://www.bfs.de/SiteGlobals/Forms/Suche/BfS/EN/SARsuche_Formular.html

National Toxicology Program. Toxicology and carcinogenesis studies in Hsd:Sprague Dawley SD rats exposed to whole body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33562898/>

National Toxicology Program. Toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33562896/>

National Toxicology program. Peer review of the draft NTP technical reports on cell phone radiofrequency radiation. https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/peerreview20180328_508.pdf.

Falcioni L., Bua L., Tibaldi E., et al. Report of final results regarding brain and heart tumours in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29530389/>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18517913/>

Kim S., Nasim I., Human Electromagnetic Field Exposure in 5G at 28 GHz, <https://arxiv.org/pdf/2004.12474>

<https://icbe-emf.org/new-icbe-emf-paper-simple-engineering-fixes-could-dramatically-reduce-cellphone-radiation-scientists-say/>

Héroux P., Belyaev I., Chamberlin K. et. alt. Cell Phone Radiation Exposure Limits and Engineering Solutions, <https://doi.org/10.3390/ijerph20075398>

Intelligenza artificiale in sanità: modelli occidentali, cinesi e russi a confronto Differenze strutturali, opportunità cliniche e limiti sistemici *Artificial Intelligence in Healthcare Systems: Comparing Western, Chinese, and Russian Approaches*

DR. ING. FABIO DI BELLO

Senior Training & Ai Implementation
Manager

Per corrispondenza:
fdibello@wiley.com

Riassunto

Negli ultimi anni l'intelligenza artificiale (AI) ha assunto un ruolo sempre più rilevante in ambito sanitario, passando da oggetto di ricerca a strumento operativo nella pratica clinica quotidiana. Tuttavia, il termine "AI" racchiude modelli di sviluppo profondamente differenti, legati non solo agli algoritmi impiegati ma soprattutto agli ecosistemi tecnologici, regolatori e culturali in cui tali sistemi vengono progettati e addestrati.

Questo articolo analizza in chiave comparativa le principali caratteristiche dell'AI sviluppata nei contesti occidentali, cinesi e russi, evidenziandone punti di forza e limiti con particolare riferimento all'uso in medicina. L'analisi mostra come l'AI occidentale eccella nello sviluppo di modelli generalisti avanzati, ma sia limitata dalla frammentazione dei dati sanitari e da problemi di interoperabilità e bias nei dataset di addestramento. Al contrario, il modello cinese, pur presentando alcune criticità legate all'hardware e alla governance dei dati, beneficia di una raccolta centralizzata e integrata di informazioni cliniche e non cliniche sull'intera popolazione, favorendo approcci di apprendimento multimodale e non supervisionato con elevato potenziale predittivo. Il contesto russo, infine, si caratterizza per strategie di sovranità tecnologica e soluzioni verticali, ma con limitazioni di scala e di validazione indipendente.

L'articolo si conclude sottolineando come, per il medico europeo, la valutazione dell'AI debba andare oltre le prestazioni algoritmiche e concentrarsi sulla qualità dei dati, sulla trasparenza dei modelli e sulla loro affidabilità clinica. In sanità, l'intelligenza artificiale deve essere considerata a tutti gli effetti un dispositivo complesso, il cui valore dipende dall'intero ciclo di vita e dalla sua integrazione consapevole nel processo decisionale medico.

Abstract

In recent years, artificial intelligence (AI) has become increasingly embedded in healthcare, transitioning from an experimen-

tal research topic to an operational tool in everyday clinical practice. However, the term "AI" encompasses profoundly different development models, shaped not only by algorithms but, more importantly, by the technological, regulatory, and cultural ecosystems in which these systems are designed and trained.

This article provides a comparative analysis of AI developed in Western, Chinese, and Russian contexts, highlighting their respective strengths and limitations with particular reference to medical applications. The analysis shows that Western AI excels in the development of advanced general-purpose models but is structurally constrained by fragmented healthcare data, limited interoperability, and training dataset biases that reduce predictive robustness. In contrast, the Chinese model, despite facing partial constraints in access to cutting-edge hardware, benefits from a highly centralized and integrated infrastructure for clinical and non-clinical data collection across the entire population. This data architecture enables large-scale multimodal and unsupervised learning approaches, with significant potential for uncovering latent patterns and improving predictive medicine. The Russian approach emphasizes technological sovereignty and vertically integrated solutions, but remains limited by reduced computational scale and challenges in independent validation.

The article concludes that, for European clinicians, evaluating AI systems requires moving beyond algorithmic performance alone and focusing on data quality, model transparency, and real-world clinical reliability. In healthcare, artificial intelligence should be regarded as a complex medical device whose value depends on its entire lifecycle and on its thoughtful integration into clinical decision-making processes

Introduzione

Negli ultimi anni l'intelligenza artificiale è entrata stabilmente nel lessico della medicina, non più come promessa futuristica ma come insieme di strumenti già operativi: dalla radiologia alla patologia digitale, dal supporto decisionale clinico

alla gestione dei flussi ospedalieri. Tuttavia, parlare di “AI” in modo generico rischia di essere fuorviante. Dietro questa etichetta convivono modelli profondamente diversi non solo dal punto di vista tecnologico ma soprattutto per quanto riguarda l'ecosistema in cui tali tecnologie vengono sviluppate, addestrate e utilizzate. In questo senso, il confronto tra AI di matrice occidentale (principalmente statunitense), cinese e russa è istruttivo per il medico europeo, perché mette in luce non tanto chi sia “più avanzato”, quanto quali condizioni strutturali favoriscano o limitino l'uso clinico dell'AI.

Implementazione e visione della AI in clinica negli Stati Uniti ed in Europa

Negli Stati Uniti l'AI si è sviluppata all'interno di un ecosistema fortemente orientato al mercato e all'innovazione rapida. Qui si concentrano i cosiddetti *frontier models*, ovvero modelli di grandi dimensioni caratterizzati da elevate capacità generaliste e versatilità applicativa, che sono spesso al centro delle principali pubblicazioni di benchmark internazionali (Bommasani et al., 2021). Questo primato è reso possibile da una combinazione di fattori ben noti: accesso privilegiato all'hardware più avanzato (GPU e acceleratori dedicati), investimenti privati senza precedenti e un ecosistema di startup estremamente dinamico, con interazioni profonde tra industria tecnologica, università e settore medico. Dal punto di vista clinico, ciò si traduce in una rapida trasformazione della ricerca in prodotti: software di supporto alla diagnosi, sistemi di triage e strumenti di documentazione automatica, che entrano sempre più nei flussi assistenziali quotidiani.

Esiste però un limite strutturale del modello occidentale che i clinici percepiscono sempre più chiaramente: la frammentazione dei dati. I sistemi sanitari occidentali, e in particolare quello statunitense ed europeo, sono caratterizzati da una forte dispersione delle informazioni cliniche custodite in silos differenti e non interoperabili, con standard eterogenei e vincoli legali stringenti legati alla tutela della privacy (Weiskopf & Weng, 2013). Questo rende estremamente complessa la costruzione di dataset ampi, longitudinali e realmente rappresentativi dell'intero ciclo di vita del paziente. Il risultato è che molte AI occidentali vengono addestrate su dati parziali, talvolta poco diversificati, con il rischio di introdurre bias sistematici e di ridurre la capacità predittiva dei modelli, soprattutto nei contesti meno rappresentati dagli insiemi di training (Obermeyer et al., 2019).

Nel contesto degli Stati Uniti e dell'Unione Europea esistono già numerose applicazioni operative di intelligenza artificiale che supportano la pratica clinica quotidiana e l'organizzazione dei servizi sanitari. In ambito statunitense alcuni sistemi di supporto decisionale clinico (Clinical Decision Support Systems, CDSS) hanno una lunga storia di utilizzo e evoluzione: strumenti come *DXplain*, sviluppato presso il Massachusetts General Hospital, assistono i medici nella generazione di diagnosi differenziali basate sui segni clinici e sui risultati di laboratorio inseriti, fornendo spiegazioni basate su evidenze e referenze cliniche integrate in tempo reale. In ambito più recente, grandi organizzazioni sanitarie come Cedars-Sinai Health System hanno integrato piattaforme AI all'interno dei percorsi di cura: la piattaforma *CS Connect*, basata su algoritmi di intelligenza artificiale e connessa ai dati delle cartelle cliniche elettroniche, viene utilizzata per snellire il processo di intake e suggerire diagnosi e management di condizioni

comuni, consentendo ai medici di dedicare più tempo alla relazione clinica e alla decisione terapeutica. Tali sistemi vanno oltre le semplici regole fisse, sfruttando modelli predittivi e statistiche su grandi quantità di dati real-world per proporre percorsi diagnostici e terapeutici che si allineano meglio alle evidenze e alle linee guida.

In Europa, il quadro è anch'esso caratterizzato da esempi concreti sia di strumenti di AI clinica sia di iniziative strutturali. All'interno del Servizio Sanitario Nazionale britannico (NHS), sono state implementate tecnologie di intelligenza artificiale per la diagnosi precoce di condizioni di elevata prevalenza: ad esempio, alcuni ospedali del Regno Unito utilizzano sistemi AI per l'analisi immediata di immagini cutanee sospette, con algoritmi capaci di riconoscere melanoma in tempi molto rapidi e con alta sensibilità, integrandosi nei percorsi diagnostici dermatologici standard. A livello europeo più ampio, iniziative come quelle promosse dal *European Diabetes Forum* stanno esplorando e definendo roadmap per l'adozione di sistemi AI-CDSS specifici per la gestione del diabete, con l'obiettivo di migliorare la stratificazione del rischio, la personalizzazione dei piani terapeutici e il supporto decisionale dei medici di base e specialistici. Parallelamente, le politiche eHealth dell'Unione Europea segnalano l'uso di strumenti di AI per la previsione di ricoveri, la gestione dei posti letto e l'ottimizzazione delle risorse ospedaliere, nonché l'impiego di modelli predittivi per la diagnosi precoce di sepsi nelle unità di terapia intensiva.

Questi esempi mostrano come, sia negli Stati Uniti che in Europa, l'AI non sia più confinata alla ricerca o ai prototipi, ma venga progressivamente integrata nei sistemi clinici e organizzativi con applicazioni reali: dai supporti diagnostici e alle decisioni terapeutiche, all'ottimizzazione dei flussi e alla previsione di eventi clinici, fino alla riduzione del carico amministrativo, consentendo ai professionisti sanitari di focalizzarsi maggiormente su compiti ad alto valore clinico.

Quadro regolatorio europeo: AI Act, MDR e ruolo degli Ordini

Sebbene le sperimentazioni e le applicazioni operative di AI si stiano moltiplicando in tutto il mondo, l'Europa ha intrapreso un percorso normativo molto preciso per disciplinare l'adozione di questi strumenti in sanità. L'*Artificial Intelligence Act* dell'Unione Europea classifica i sistemi di AI in categorie di rischio e impone requisiti stringenti di trasparenza, accountability e tracciabilità per gli utilizzi in campo sanitario. Parallelamente, la *Medical Device Regulation* (MDR) considera il software basato su AI come un dispositivo medico a tutti gli effetti: per essere impiegato in clinica deve soddisfare obblighi di marcatura CE, valutazione clinica, sorveglianza post-marketing e gestione del rischio secondo standard armonizzati.

Gli Ordini dei Medici e le società scientifiche europee svolgono un ruolo cruciale in questo quadro: partecipano alla definizione di linee guida, promuovono programmi di formazione continua e collaborano con le autorità regolatorie per definire criteri di validazione indipendente. Questo approccio istituzionale mira a garantire che l'AI non venga percepita come un fine in sé, ma come uno strumento che deve rispettare l'autonomia professionale, l'etica medica e la centralità della persona. La frammentazione dei dati e la tutela della privacy, spesso percepite come ostacoli allo sviluppo di modelli predittivi, costituiscono infatti una garanzia per la protezione del paziente e delimitano

il perimetro entro il quale l'innovazione può svilupparsi in modo responsabile.

Implementazione e visione della AI in clinica in Cina

Il caso cinese rappresenta, sotto questo profilo, un paradigma radicalmente diverso. La Cina presenta oggi un parziale gap sul fronte dell'hardware di frontiera, dovuto in parte alle restrizioni sull'accesso ai semiconduttori più avanzati. Tuttavia, questo svantaggio tecnico è compensato da un vantaggio strutturale enorme sul piano dell'architettura dei dati sanitari. Il sistema sanitario cinese è costruito su una raccolta e gestione fortemente centralizzata dei dati clinici dell'intera popolazione, che include non solo i cittadini malati ma anche quelli sani, e integra, in modo sistematico, informazioni sugli stili di vita, parametri derivati da dispositivi indossabili, dati ambientali e indicatori socioeconomici. Studi recenti hanno evidenziato come questa combinazione di dataset clinici e non clinici consenta approcci di apprendimento multimodale e non supervisionato che possono rivelare correlazioni latenti difficili da catturare in insiemi di dati più segmentati (Zhou et al., 2021).

Questa integrazione su larga scala crea le condizioni ideali per approcci in cui l'AI non viene istruita a cercare una specifica etichetta diagnostica, ma esplora pattern emergenti nei dati, potenzialmente capaci di rivelare nuovi fenotipi o sottogruppi di malattia. È proprio in questo spazio che può emergere una quantità enorme di conoscenza "nascosta", che va oltre la semplice classificazione e approda a insight predittivi e di prevenzione (Rajkomar et al., 2018).

Nel contesto cinese, questa architettura dei dati ha già consentito lo sviluppo e l'adozione su larga scala di sistemi operativi di supporto decisionale clinico e di automazione dei processi sanitari. Piattaforme di intelligenza artificiale sono attualmente utilizzate in centinaia di ospedali per il supporto alla diagnosi e al trattamento, in particolare in ambito di imaging medico, triage clinico, gestione dei percorsi assistenziali e ottimizzazione dei flussi ospedalieri, con un'integrazione stretta tra sistemi informativi sanitari, servizi digitali al paziente e strumenti di analisi predittiva. In diversi casi, questi sistemi non si limitano alla classificazione diagnostica supervisionata, ma sfruttano dati clinici longitudinali, informazioni sugli stili di vita e segnali provenienti da dispositivi indossabili per applicare approcci di apprendimento multimodale e non supervisionato, capaci di individuare pattern latenti e traiettorie di rischio difficilmente osservabili in contesti sanitari frammentati. Tale capacità di integrare popolazioni sane e non sane all'interno di un'unica infrastruttura informativa rappresenta uno dei principali fattori abilitanti dell'elevato potenziale predittivo dell'AI cinese in ambito di prevenzione e medicina proattiva.

L'ecosistema tecnologico cinese ospita numerose piattaforme operative, che integrano servizi di triage, supporto alla diagnosi, analisi imaging e gestione del paziente in ambienti ospedalieri "smart". I nomi di riferimento che ricorrono nella letteratura includono aziende come iFLYTEK, Tencent, Ping An, nonché iniziative accademiche come l'"AI hospital" presentato da Tsinghua: tali soluzioni combinano assistenti virtuali, algoritmi di imaging, sistemi di instradamento e modelli generativi a basso costo per automatizzare vaste porzioni del percorso di cura. L'adozione di grandi modelli linguistici e di piattaforme integrate su larga scala è resa possibile proprio dalla struttura

centralizzata dei dati: la disponibilità di set clinici longitudinali accoppiati a informazioni su stili di vita, dispositivi indossabili e parametri ambientali permette di implementare sistemi multimodali che supportano la prevenzione e la medicina proattiva.

Molti di questi programmi mostrano potenzialità notevoli quando innestati su un'infrastruttura integrata, ma è fondamentale chiarire che tali risultati **non sono replicabili né desiderabili** in un contesto europeo fondato sulla tutela della persona e sull'autonomia professionale del medico. La governance cinese dei dati, orientata a logiche istituzionali e con minori tutele individuali, rappresenta un paradigma socio-politico distante dai principi costituzionali e deontologici che guidano la professione medica in Europa.

È importante però riconoscere che questa centralizzazione comporta costi etici e culturali significativi. La stessa infrastruttura di dati che abilita l'apprendimento su larga scala implica una riduzione delle tutele individuali sulla privacy e una governance dei dati fortemente orientata a logiche istituzionali. Per il medico europeo, abituato a concepire il dato come estensione della persona e non come semplice risorsa computazionale, questo modello solleva interrogativi profondi sul rapporto tra efficacia predittiva, autonomia del paziente e controllo istituzionale.

Implementazione e visione della AI in clinica in Russia

Nel contesto russo, l'adozione dell'intelligenza artificiale in sanità è in fase di crescita. Negli ultimi anni il governo ha promulgato standard nazionali per l'impiego clinico di algoritmi, incoraggiando la creazione di sistemi di supporto decisionale per immagini e per record sanitari. Soluzioni come il **Webiomed CDSS**, registrato come dispositivo medico, e iniziative municipali a Mosca per la lettura di tomogrammi rappresentano i casi più citati. Più che una terza via pienamente comparabile a quella occidentale o cinese, il modello russo si presenta come un esperimento emergente che mira a garantire sovranità tecnologica su scala nazionale, ma che opera ancora su basi di dati e infrastrutture limitate e con scarsa validazione indipendente.

Le analisi disponibili sottolineano come le piattaforme russe debbano affrontare sfide importanti: la qualità e l'integrazione dei dati sono eterogenee, il peso della regolazione statale è elevato e la partecipazione dei clinici allo sviluppo rimane essenziale per la credibilità. Nel dibattito comparativo è opportuno quindi collocare la Russia tra i modelli emergenti, riconoscendone gli sforzi ma anche i limiti, senza trarne conclusioni generalizzabili sulla superiore efficacia rispetto ai sistemi occidentali.

Negli Stati Uniti e in Europa esistono molte implementazioni di AI clinica, ma raramente sono sistemiche, pervasive e longitudinali come in Cina e, in misura minore, in Russia.

Il confronto tra queste tre traiettorie mette in luce una verità spesso trascurata nel dibattito pubblico: l'accuratezza e l'affidabilità clinica di un sistema di intelligenza artificiale non dipendono unicamente dall'algoritmo, ma soprattutto dalla qualità, completezza e governance dei dati su cui esso viene addestrato. In Occidente, la tutela della privacy, la frammentazione istituzionale e la scarsa interoperabilità dei sistemi informativi sanitari costituiscono valori fondanti della pratica clinica, ma allo stesso tempo rappresentano un freno oggettivo allo sviluppo di modelli predittivi realmente robusti.

Per il medico italiano ed europeo la sfida non consiste nel decidere quale nazione abbia l'AI più "avanzata", bensì nel comprendere che ogni sistema di AI è il riflesso di un determinato assetto sanitario e culturale. Il confronto non dovrebbe generare ammirazione acritica verso modelli centralizzati, ma stimolare una riflessione su quale ecosistema, nel lungo periodo, tuteli meglio il paziente e sostenga la professionalità del medico. È fondamentale ribadire che l'AI non sostituisce il clinico né si assume responsabilità cliniche in sua vece: il medico rimane il garante del processo decisionale, la figura che integra i suggerimenti algoritmici con l'anamnesi, l'esame obiettivo e il contesto umano del singolo paziente. La vera questione non è quale paese possieda l'AI più potente, ma quale modello sia in grado di garantire, nel tempo, affidabilità clinica, trasparenza, responsabilità, rispetto della persona e possibilità di rendicontazione da parte dei professionisti. In medicina, più che in ogni altro ambito, l'intelligenza artificiale deve essere considerata un **dispositivo complesso** al pari di un farmaco o di un dispositivo medico: il suo valore emerge dall'intero ciclo di vita – dalla raccolta dei dati alla loro interpretazione, dall'integrazione nei processi clinici fino alla sorveglianza continua degli effetti reali sui pazienti – e non può mai prescindere dal giudizio clinico.

Box – Cosa deve chiedere un medico a un sistema di AI

- **Validazione clinica:** quali studi indipendenti dimostrano che il sistema migliora gli esiti o riduce gli errori?
- **Contesto di addestramento:** su quali popolazioni e percorsi clinici è stato addestrato e quanto rappresenta i miei pazienti?
- **Responsabilità e tracciabilità:** come vengono registrate le decisioni e chi risponde in caso di errore?
- **Interoperabilità:** si integra con le cartelle cliniche e i flussi di lavoro esistenti senza frammentare ulteriormente il processo?

Box – Perché accuratezza ≠ affidabilità clinica

L'accuratezza di un modello, misurata su un set di test, rappresenta soltanto una frazione della sua utilità clinica. La replicabilità dei risultati in contesti diversi, la robustezza a dati incompleti, la capacità di fornire spiegazioni interpretabili e l'assenza di bias sistematici sono elementi essenziali per parlare di affidabilità. Un modello molto accurato in laboratorio può fallire quando incontra popolazioni non rappresentate o condizioni operative diverse; l'affidabilità clinica richiede quindi anche sorveglianza post-market e feedback continuo da parte dei professionisti.

Box – AI come dispositivo complesso: analogia con farmaci e device

Come un farmaco o un dispositivo medico, un sistema di AI passa attraverso fasi di sviluppo, sperimentazione, autorizzazione e monitoraggio. La "ricetta" algoritmica (modello) è solo uno degli ingredienti: la qualità della materia prima (i dati), la catena di produzione (la pipeline di addestramento), la modalità di somministrazione (l'integrazione nel workflow) e la farmacovigilanza (la sorveglianza continua degli effetti sul paziente) determinano l'efficacia e la sicurezza complessive. Per questo i professionisti sanitari devono considerare l'AI come un dispositivo complesso sottoposto a un ciclo di vita regolato, e non come una tecnologia autonoma che sostituisce il giudizio clinico.

Conclusione

Il confronto tra i modelli di sviluppo dell'intelligenza artificiale in sanità negli Stati Uniti, in Europa, in Cina e in Russia mette in evidenza che le differenze più rilevanti non risiedono tanto nella qualità intrinseca degli algoritmi, quanto nelle architetture istituzionali, nei modelli di governance dei dati e nel grado di integrazione sistemica delle tecnologie nei servizi sanitari. Nei contesti occidentali, l'AI è oggi caratterizzata da soluzioni altamente performanti ma prevalentemente localizzate, adottate in modo incrementale e disomogeneo, con un impatto clinico significativo ma difficilmente estendibile su scala di popolazione. In Cina, al contrario, l'AI è concepita come infrastruttura strutturale del sistema sanitario, sostenuta da una raccolta centralizzata e continua di dati clinici e non clinici, che abilita approcci predittivi e preventivi difficilmente replicabili nei sistemi frammentati occidentali. Il modello russo, pur con una scala più limitata, mostra una maggiore coerenza di implementazione rispetto a Stati Uniti ed Europa, grazie a una governance più centralizzata e a una standardizzazione progressiva dei sistemi di supporto decisionale clinico.

Per il medico europeo, questa comparazione suggerisce che la sfida principale non è scegliere quale modello tecnologico imitare, ma comprendere come bilanciare efficacia clinica, tutela dei diritti individuali e sostenibilità sistemica. L'intelligenza artificiale in sanità non può essere valutata esclusivamente in termini di performance algoritmica, ma deve essere considerata come una componente dell'ecosistema di cura, il cui valore dipende dall'integrazione nei processi clinici, dalla qualità dei dati sottostanti e dalla trasparenza delle decisioni supportate. Solo attraverso una visione sistemica, che superi l'adozione episodica di singole soluzioni, l'AI potrà diventare un reale strumento di medicina predittiva e di supporto responsabile alla decisione clinica.

Riferimenti integrati nel testo

- Bommasani R, et al. *On the Opportunities and Risks of Foundation Models*. 2021.
- Weiskopf NG, Weng C. *Methods and dimensions of electronic health record data quality assessment: enabling reuse for clinical research*. J Am Med Inform Assoc. 2013.
- Obermeyer Z, et al. *Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations*. Science. 2019.
- Zhou L, et al. *Multimodal Machine Learning for Automated ICD-10-CM Coding*. 2021.
- Rajkomar A, et al. *Scalable and accurate deep learning with electronic health records*. NPJ Digital Medicine. 2018.

Tecnologie Organ-on-Chip nella Sicurezza Alimentare e nella Salute Ambientale: una revisione sistematica (2015-2024)

Organ-on-Chip Technologies in Food Safety and Environmental Health: A Systematic Review (2015–2024)

MANUELA CASSOTTA

Associate Researcher, Universidad Europea del Atlántico; OSA, Oltre la Sperimentazione Animale

Per corrispondenza:
mcassotta@oltrelasperimentazioneanimale.eu

Riassunto

La sicurezza alimentare e i contaminanti della filiera rappresentano una priorità centrale nel contesto One Health, in cui salute umana, animale e ambientale sono strettamente interconnesse. In questo ambito, le tecnologie organ-on-chip (OoC) stanno emergendo come modelli sperimentali avanzati in grado di riprodurre unità funzionali chiave di organi umani e animali in condizioni dinamiche e fisiologicamente rilevanti, offrendo approcci più predittivi rispetto ai sistemi in vitro convenzionali. Una recente revisione sistematica della letteratura, relativa al periodo 2015–2025, ha esaminato l'applicazione degli OoC nella sicurezza alimentare, nell'ecotossicologia e nella ricerca nutrizionale. Gli studi analizzati mostrano come modelli di intestino, fegato, rene, polmone, cervello/barriera emato-encefalica, placenta e sistemi multi-organo consentano di investigare in modo meccanicistico gli effetti di contaminanti della filiera alimentare, tra cui pesticidi, PFAS, metalli pesanti, bisfenoli e micro- e nanoplastiche, nonché di tossine naturali e patogeni alimentari. Tali esposizioni risultano associate ad alterazioni dell'integrità di barriera, del metabolismo e delle risposte infiammatorie. Le evidenze disponibili indicano inoltre il potenziale degli OoC nello studio delle interazioni ospite-patogeno e degli effetti modulanti di componenti dietetici, probiotici e additivi. Nel complesso, gli OoC si configurano come piattaforme human-relevant per la valutazione della sicurezza alimentare e degli impatti sulla salute lungo la filiera, pur in presenza di sfide ancora aperte legate a standardizzazione, validazione, scalabilità e alla persistente dipendenza da modelli sperimentali tradizionali.

Parole chiave

organ-on-chip; One Health; sicurezza alimentare; contaminanti della filiera alimentare; ecotossicologia; nutrizione

Abstract

Food safety and food-chain contaminants represent a major priority within the One Health framework, which recognizes the close interconnection between human, animal, and environmental health. In this context, organ-on-chip (OoC) technologies are emerging as advanced experimental models capable of reproducing key functional units of human and animal organs under dynamic and physiologically relevant conditions, providing more predictive approaches than conventional in vitro systems. A recent systematic review of the literature covering the period 2015–2025 examined the application of OoC platforms in food safety, ecotoxicology, and nutrition research. The available evidence shows that OoC models of the intestine, liver, kidney, lung, brain/blood-brain barrier, placenta, and multi-organ systems enable mechanistic investigation of the effects of food-chain contaminants, including pesticides, PFAS, heavy metals, bisphenols, and micro- and nanoplastics, as well as naturally occurring toxins and foodborne pathogens. These exposures are consistently associated with disruptions of barrier integrity, metabolic functions, and inflammatory responses. The reviewed studies also highlight the potential of OoC systems for investigating host-pathogen interactions and the modulatory effects of dietary components, probiotics, and food additives. Overall, OoC technologies represent human-relevant platforms for assessing food safety and health impacts along the food chain; however, challenges related to standardization, validation, scalability, and the persistent reliance on traditional experimental models remain to be addressed to support broader regulatory acceptance.

Keywords

organs-on-chip; One Health; food safety; food-chain contaminants; ecotoxicology; nutrition

Introduzione

La sicurezza alimentare è una priorità globale per la tutela della salute umana, animale e ambientale, in linea con il paradigma One Health, che ne riconosce la stretta interconnessione. L'esposizione a contaminanti lungo la filiera alimentare, tra cui pesticidi, metalli pesanti, PFAS, bisfenoli, micro- e nanoplastiche, tossine naturali e patogeni alimentari, rappresenta un rilevante fattore di rischio per la salute, in quanto tali sostanze possono bioaccumularsi negli ecosistemi, entrare nella catena alimentare e indurre effetti avversi acuti o cronici(1).

La valutazione della sicurezza alimentare si è tradizionalmente basata su colture cellulari statiche e modelli animali. Tuttavia, i modelli in vitro bidimensionali non riproducono adeguatamente la complessità strutturale e funzionale dei tessuti, mentre i modelli animali presentano limiti traslazionali legati alle differenze specie-specifiche nei processi di assorbimento, metabolismo ed eliminazione(2,3), oltre a rilevanti criticità etiche, economiche e temporali. Questi limiti hanno accelerato la ricerca di approcci sperimentali alternativi.

In questo contesto, le tecnologie OoC stanno emergendo come modelli microfisiologici avanzati in grado di riprodurre unità funzionali chiave di organi umani in condizioni dinamiche e fisiologicamente rilevanti. Basati su piattaforme microfluidiche, gli organ-on-chip sono dispositivi di laboratorio che ricreano in miniatura funzioni essenziali di organi umani attraverso colture cellulari tridimensionali sottoposte a flussi e stimoli controllati(4). In questo modo, gli OoC consentono lo studio meccanicistico degli effetti di contaminanti alimentari, patogeni e componenti della dieta, migliorando la rilevanza biologica delle valutazioni di rischio.

Alla luce di queste potenzialità, una recente revisione sistematica della letteratura(5) ha analizzato l'applicazione delle tecnologie organ-on-chip nella sicurezza alimentare, nell'ecotossicologia e nella ricerca nutrizionale, contribuendo a delinearne lo stato dell'arte, le principali applicazioni e le sfide ancora aperte per la loro adozione nelle valutazioni di sicurezza lungo la filiera alimentare.

Metodi

La revisione si è basata su una ricerca sistematica della letteratura scientifica indicizzata in PubMed, finalizzata a identificare studi pubblicati nel periodo 2015–2024 che applicassero tecnologie organ-on-chip alla sicurezza alimentare, all'ecotossicologia e alla ricerca nutrizionale. Sono stati selezionati lavori incentrati su modelli OoC rilevanti per la valutazione di contaminanti della filiera alimentare, tossine naturali, patogeni alimentari e componenti della dieta, considerando sia modelli di singolo organo sia sistemi multi-organo. Gli studi inclusi sono stati analizzati in termini di organo modellato, tipo di esposizione e principali esiti funzionali, al fine di delinearne lo stato dell'arte e le principali aree di applicazione delle tecnologie OoC nel contesto One Health.

Principali risultati della revisione sistematica

La revisione sistematica ha evidenziato un'ampia applicazione delle tecnologie organ-on-chip nello studio della sicurezza alimentare, dei contaminanti della filiera, dei patogeni alimentari, degli additivi, dei probiotici, dei com-

posti bioattivi alimentari e dei loro possibili effetti sulla salute umana. I modelli analizzati comprendono sia dispositivi single-organo come intestino, fegato, rene, placenta, barriera emato-encefalica, che sistemi multi-organo, integrando flusso, stimoli meccanici, metabolismo, funzioni di barriera, microbiota e compartimenti immunitari.

Sicurezza alimentare e contaminanti chimici

Un sistema multi-organo intestino-vasi-fegato su chip è stato utilizzato per studiare l'esposizione dinamica ai PFAS. Il modello ha consentito di seguire la biotrasformazione dei contaminanti lungo il circuito microfluidico e ha evidenziato un ruolo attivo dell'endotelio nella produzione di metaboliti tossici con effetti sull'angiogenesi, fenomeni non rilevabili nei modelli statici tradizionali (6). Un modello di fegato umano su chip è stato inoltre impiegato per valutare gli effetti metabolici di pesticidi di uso agricolo. L'esposizione cronica ha indotto profili di steatosi epatica e alterazioni metaboliche rilevate mediante analisi omiche integrate, evidenziando cambiamenti funzionali non riconducibili a tossicità acuta. Il modello ha consentito di caratterizzare meccanismi di disfunzione epatica difficilmente intercettabili con modelli animali convenzionali(7).

Modelli avanzati di barriera intestinale su chip e polmone su chip sono stati impiegati per valutare micro- e nanoplastiche. È stato mostrato che particelle di polistirene e nylon possono attraversare l'epitelio, compromettendo la funzione di barriera e inducendo risposte infiammatorie dipendenti da forma, dimensione e materiale. L'osservazione diretta della traslocazione in condizioni dinamiche rappresenta un risultato non ottenibile con modelli animali(8).

Un sistema multi-organo-on-chip human-based è stato utilizzato per studiare gli effetti sistemici dell'esposizione orale a metalli presenti nella filiera alimentare. Il modello ha permesso di osservare la distribuzione del contaminante e l'attivazione di risposte tossiche a distanza, inclusa l'attivazione immunitaria cutanea, fornendo una visione integrata della tossicità sistemica non ottenibile con modelli animali(9).

Tossine naturali e contaminanti alimentari

Un intestino su chip (gut-on-chip) con flusso continuo è stato utilizzato per studiare la micotossina deossinivalenolo. Il modello ha mostrato differenze nette tra esposizione apicale e basolaterale, con un danno di barriera più marcato quando la tossina raggiungeva l'epitelio dal lato circolatorio. La possibilità di monitorare in tempo reale la permeabilità intestinale e la risposta infiammatoria consente di rilevare effetti non osservabili nei monostrati cellulari statici(10).

Patogeni alimentari

Modelli di gut-on-chip dotati di flusso e movimenti peristaltici hanno mostrato che la meccanica intestinale aumenta la virulenza di patogeni alimentari quali *Shigella* ed *Escherichia coli* enteroemorragico. In queste condizioni, i patogeni invadono e danneggiano l'epitelio con modalità sovrapponibili ai quadri clinici umani, fenomeni che non si manifestano nei modelli murini(11,12).

Popolazioni vulnerabili: gravidanza e sviluppo

Un modello placenta-on-chip umano è stato applicato alla valutazione dell'esposizione a interferenti endocrini alimentari, quali bisfenolo A e bisfenolo S. Il sistema ha

mostrato l'insorgenza di stress ossidativo, alterazioni endocrine e infiammazione, insieme a meccanismi di compensazione fisiologica tipici della placenta umana, difficilmente riproducibili nei modelli animali (13).

Nutrienti, probiotici e additivi alimentari

Modelli di intestino su chip con sistema immunitario sono stati utilizzati per valutare gli effetti funzionali di integratori alimentari quali curcumina e DHA, mostrando una riduzione delle citochine pro-infiammatorie TNF- α e IL-6. Parallelamente, un colon-on-chip ha evidenziato che emulsionanti di uso comune (polysorbate 20 e 80) inducono citotossicità e alterazioni della funzione di barriera a concentrazioni considerate sicure. Tali effetti non emergono dai modelli animali né dalle colture cellulari convenzionali (14).

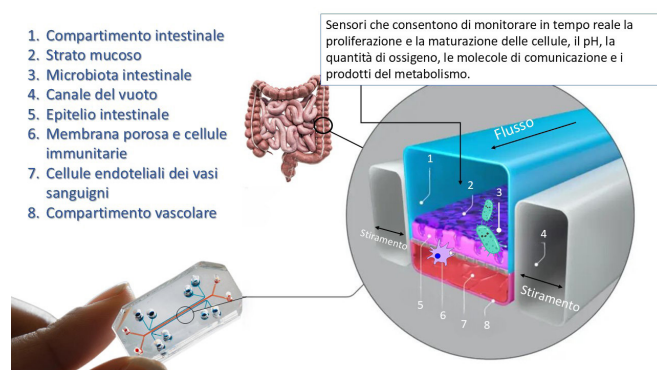


Figura 1. Rappresentazione schematica di un *intestino su chip*, un dispositivo microfluidico progettato per ricreare in vitro alcune funzioni chiave dell'intestino umano. Il sistema è organizzato in compartimenti distinti che includono il lume intestinale, lo strato mucoso, l'epitelio intestinale, una membrana porosa con cellule immunitarie e un compartimento vascolare rivestito da cellule endoteliali. Il flusso controllato dei fluidi e l'applicazione di stimoli meccanici simulano condizioni fisiologiche quali il passaggio del contenuto intestinale e i movimenti peristaltici. In alcuni modelli, il dispositivo integra il microbiota intestinale e biosensori che consentono il monitoraggio in tempo reale di parametri funzionali, tra cui proliferazione e maturazione cellulare, pH, livelli di ossigeno, molecole di segnalazione e prodotti del metabolismo. Questa architettura consente di studiare in condizioni controllate i processi di assorbimento, comunicazione e risposta dell'intestino umano a nutrienti, contaminanti o farmaci, nonché le interazioni dinamiche tra epitelio, sistema vascolare e microrganismi.

Discussione

La presente revisione sistematica mostra come le tecnologie OoC stiano assumendo un ruolo sempre più rilevante nello studio della sicurezza alimentare e dei contaminanti della filiera, offrendo modelli sperimentali human-relevant in grado di superare limiti strutturali dei sistemi tradizionali. A differenza delle colture cellulari statiche e dei modelli animali, gli OoC consentono di integrare architettura tissutale, flusso, stimoli meccanici e interazioni cellulari complesse, permettendo l'analisi di processi fisiologici e patofisiologici in condizioni controllate e riproducibili.

Un elemento trasversale emerso dagli studi analizzati è la capacità degli OoC di rivelare meccanismi specifici dell'uomo, spesso mascherati o non osservabili nei modelli animali a causa di differenze specie-specifiche nella fisiologia di barriera, nel metabolismo e nella risposta immunitaria. Ciò è particolarmente evidente nel caso di contaminanti con percorsi metabolici complessi, esposizioni croniche a basse dosi e miscele di sostanze, ambiti in cui i modelli animali mostrano una limitata predittività per la

salute umana.

Inoltre, l'impiego di OoC consente di affrontare ambiti critici per la sicurezza alimentare, quali lo studio delle infezioni alimentari, delle esposizioni durante la gravidanza e degli effetti funzionali di nutrienti e additivi, in modo eticamente sostenibile e scientificamente più robusto rispetto alla sperimentazione animale. In questo contesto, gli OoC non rappresentano semplicemente un complemento ai modelli esistenti, ma si configurano come strumenti capaci di supportare una progressiva transizione verso approcci non animali nella valutazione del rischio alimentare.

Nonostante queste potenzialità, la revisione evidenzia come l'adozione degli OoC sia ancora ostacolata da limiti legati alla standardizzazione, alla complessità tecnica e al lento recepimento regolatorio, che continuano a favorire una persistente dipendenza dai modelli animali. Affrontare tali barriere sarà essenziale per consentire una piena integrazione degli OoC nei processi decisionali e normativi.

Conclusioni e raccomandazioni

Le evidenze emerse dalla revisione indicano che le tecnologie organ-on-chip rappresentano strumenti maturi e scientificamente robusti per supportare la valutazione della sicurezza alimentare in un'ottica One Health, favorendo una progressiva transizione verso approcci human-relevant e non animali.

Alla luce dei risultati analizzati dalla revisione sistematica, emergono delle raccomandazioni:

- promuovere la standardizzazione dei modelli organ-on-chip, includendo linee guida condivise su fonti cellulari, materiali, protocolli sperimentali e parametri di lettura;
- sostenere investimenti mirati in tecnologie non animali e programmi di formazione multidisciplinare per favorire l'adozione degli OoC in ambito accademico, industriale e regolatorio;
- integrare gli organ-on-chip con modelli computazionali ed evidenze epidemiologiche per rafforzare la predittività delle valutazioni di rischio;
- rafforzare il dialogo tra comunità scientifica e autorità regolatorie per facilitare la validazione e l'accettazione degli OoC come alternative ai modelli animali;
- incentivare l'impiego degli OoC nello studio di esposizioni croniche, basse dosi e miscele di contaminanti lungo la filiera alimentare.

Bibliografia

1. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (EFSA CONTAM Panel), Schrenk D, Bignami M, Bodin L, Chipman JK, del Mazo J, et al. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. *EFSA J.* 2020 Sept 1;18(9):e06223.
2. Ingber DE. Is it Time for Reviewer 3 to Request Human Organ Chip Experiments Instead of Animal Validation Studies? *Adv Sci.* 2020 Nov 1;7(22):2002030.
3. Pound P, Ritskes-Hoitinga M. Is it possible to overcome issues of external validity in preclinical animal research? Why most animal models are bound to fail. *J Transl Med.* 2018 Nov 7;16(1):304.
4. Ingber DE. Human organs-on-chips for disease modelling, drug development and personalized medicine. *Nat Rev Genet.* 2022 Aug 1;23(8):467–91.
5. Cassotta M, Elexpuru-Zabaleta M, Cano SS, Diaz YA, Giampieri F, Xiaobo Z, et al. Organ-on-Chip: The Future of Nutrition Research in a One Health World. *Food Front.* 2025;6(3):1205–24.
6. Xu N, Lin H, Lin JM, Cheng J, Wang P, Lin L. Microfluidic Chip-Based Modeling of Three-Dimensional Intestine-Vessel-Liver Interactions in Fluorotelomer Alcohol Biotransformation. *Anal Chem.* 2023 Nov 21;95(46):17064–72.
7. Jellali R, Jacques S, Essaouiba A, Gilard F, Letourneur F, Gakière B, et al. Investigation of steatosis profiles induced by pesticides using liver organ-on-chip model and omics analysis. *Food Chem Toxicol.* 2021 June 1;152:112155.
8. Donkers JM, Höppener EM, Grigoriev I, Will L, Melgert BN, van der Zaan B, et al. Advanced epithelial lung and gut barrier models demonstrate passage of microplastic particles. *Microplastics Nanoplastics.* 2022 Jan 28;2(1):6.
9. Koning JJ, Rodrigues Neves CT, Schimek K, Thon M, Spiekstra SW, Waaijman T, et al. A Multi-Organ-on-Chip Approach to Investigate How Oral Exposure to Metals Can Cause Systemic Toxicity Leading to Langerhans Cell Activation in Skin. *Front Toxicol.* 2021;3:824825.
10. Pöschl F, Höher T, Pirklbauer S, Wolinski H, Lienhart L, Ressler M, et al. Dose and route dependent effects of the mycotoxin deoxynivalenol in a 3D gut-on-a-chip model with flow. *Toxicol In Vitro.* 2023 Apr 1;88:105563.
11. Grassart A, Malardé V, Gobaa S, Sartori-Rupp A, Kerns J, Karalis K, et al. Bioengineered Human Organ-on-Chip Reveals Intestinal Microenvironment and Mechanical Forces Impacting Shigella Infection. *Cell Host Microbe.* 2019 Sept 11;26(3):435–444.e4.
12. Tovaglieri A, Sontheimer-Phelps A, Geirnaert A, Prantil-Baun R, Camacho DM, Chou DB, et al. Species-specific enhancement of enterohemorrhagic *E. coli* pathogenesis mediated by microbiome metabolites. *Microbiome.* 2019 Mar 20;7(1):43.
13. Vidal MSJ, Richardson LS, Kumar Kammala A, Kim S, Lam PY, Cherukuri R, et al. Endocrine-disrupting compounds and their impact on human placental function: evidence from placenta organ-on-chip studies. *Lab Chip.* 2024 Mar 12;24(6):1727–49.
14. Ramadan Q, Alawami H, Zourob M. Microfluidic system for immune cell activation and inflammatory cytokine profiling: Application to screening of dietary supplements for anti-inflammatory properties. *Biomicrofluidics.* 2022 Sept;16(5):054105.

Quanto si investe in Europa sulla ricerca in ambito prevenzione? Analisi retrospettiva dei progetti finanziati dall'UE

How much is Europe investing in prevention research? A retrospective analysis of EU-funded projects

FRANCESCA PISTOLLATO

PhD, Senior Program Director,
Biomedical Science, Humane World
for Animals, Europe

Per corrispondenza:
fpistollato@humaneworld.org

Riassunto

Le malattie croniche non trasmissibili sono responsabili del 74% dei decessi a livello globale, sebbene molte siano prevenibili o modulabili attraverso interventi sullo stile di vita e diagnosi precoce. I metodi di ricerca basati sulla biologia umana sono particolarmente adatti alla ricerca sulla prevenzione, data la natura intrinsecamente umana di tali determinanti.

Una recente analisi retrospettiva dei progetti di ricerca biomedica finanziati nell'ambito di FP7, Horizon 2020 e Horizon Europe (HE) ha utilizzato un approccio computazionale basato su Natural Language Processing (NLP) al fine di valutare: (i) l'integrazione della prevenzione primaria, secondaria e terziaria; (ii) le aree di ricerca biomedica che incorporano la prevenzione; (iii) l'uso di modelli animali rispetto ad approcci human-based.

I risultati indicano che i progetti focalizzati sulla prevenzione rappresentano solo il 3.6% di tutti i progetti finanziati dall'UE durante FP7, H2020 e HE. Sebbene l'uso di modelli animali sia complessivamente limitato (~26% dei progetti su prevenzione), esso aumenta nella prevenzione terziaria e in specifiche aree di ricerca nei programmi più recenti. Parallelamente, i finanziamenti destinati alla prevenzione, in particolare secondaria e terziaria, risultano in progressiva diminuzione. Questi dati evidenziano un crescente divario nella ricerca e nei finanziamenti dedicati alla prevenzione. È necessario un cambio di paradigma verso approcci basati sulla biologia umana per migliorare l'affidabilità dei risultati e rafforzare la prevenzione come pilastro dei futuri programmi europei di ricerca in ambito sanitario.

Abstract

Non-communicable chronic diseases are responsible for 74% of deaths globally, al-

though many of them are preventable or modifiable through lifestyle interventions and early diagnosis. Human biology-based research methods are particularly well suited to prevention research, given the inherently human nature of these determinants. A recent retrospective analysis of biomedical research projects funded under FP7, Horizon 2020, and Horizon Europe (HE) used a computational approach based on Natural Language Processing (NLP) to assess: (i) the integration of primary, secondary, and tertiary prevention; (ii) biomedical research areas incorporating prevention; and (iii) the use of animal models compared with human-based approaches.

The results indicate that prevention-focused projects account for only 3.6% of all EU-funded projects across FP7, H2020, and HE. Although the overall use of animal models is limited (~26% of prevention-related projects), it increases in tertiary prevention and in specific research areas within the more recent programmes. In parallel, funding allocated to prevention—particularly secondary and tertiary prevention—shows a progressive decline.

These findings highlight a growing gap in research and funding dedicated to prevention. A paradigm shift toward human biology-based approaches is needed to improve the reliability of research outcomes and to strengthen prevention as a cornerstone of future European health research programmes.

Introduzione

Le malattie non trasmissibili, come cancro, malattie cardiache, ictus e diabete, sono responsabili di circa il 74% di tutti i decessi nel mondo (1). Sebbene lo sviluppo di nuovi farmaci resti fondamentale, è ormai noto che le strategie di prevenzione possono ridurre in modo significativo l'incidenza e il peso sulla sanità pubblica di queste patologie(2,3).

Nonostante ciò, gli investimenti in ambito prevenzione risultano inadeguati: nel

2020, l'assistenza sanitaria preventiva ha ricevuto solo lo 0,38% del PIL dell'UE, nonostante le malattie croniche rappresentino fino all'80% dei costi sanitari complessivi (4).

Parlando di prevenzione, si distinguono tre livelli principali:

- La prevenzione primaria, che prevede interventi su fattori collegati allo stile di vita, fra cui dieta, attività fisica, fumo, sonno e altri comportamenti salutari, e che mira a prevenire l'insorgenza di malattia.
- La prevenzione secondaria, che punta ad una diagnosi precoce delle malattie tramite biomarcatori e strategie di medicina personalizzata.
- La prevenzione terziaria, ovvero la gestione della progressione della malattia in persone già malate, e che mira a ridurre la disabilità, promuovendo un miglioramento della qualità di vita.

In diversi casi, la prevenzione si è dimostrata persino più efficace dei trattamenti farmacologici. Un esempio emblematico è l'Alzheimer: si è visto che fino al 45% dei casi di demenza e Alzheimer potrebbe essere prevenuto agendo su quattordici fattori di rischio modificabili (5).

In questo contesto, i nuovi approcci metodologici basati sulla biologia umana, noti come NAMs (dall'inglese, *New Approach Methods*), offrono un grande potenziale per la ricerca preventiva. Questi comprendono modelli in vitro complessi, come i sistemi microfisiologici e gli organi su chip; tecnologie "omiche"; tecnologie di imaging avanzato; modelli in silico (computazionali) e approcci di intelligenza artificiale come i digital twin (gemello digitale). Tali approcci innovativi permettono di studiare in modo più realistico i meccanismi biologici umani, superando i limiti dei modelli animali e dei sistemi cellulari tradizionali (6,7).

Una recente analisi retrospettiva dei progetti di ricerca biomedica finanziati nell'ambito del 7° Programma Quadro (FP7), Horizon 2020 e l'attuale Horizon Europe (8), mediante l'utilizzo di tecniche di Natural Language Processing (NLP) ha valutato:

1. quanto la prevenzione primaria, secondaria e terziaria sia integrata nei progetti di ricerca,
2. le aree biomediche maggiormente coinvolte, e
3. l'uso di modelli animali rispetto a quelli basati sulla biologia umana o *human-based*.

I risultati di questa analisi (8) possono essere utili a orientare future strategie di finanziamento della ricerca, individuando specifiche aree della ricerca biomedica in cui la prevenzione è stata sottofinanziata. Evidenziare l'importanza di approcci di ricerca *human-centric* può migliorare la trasferibilità dei risultati e massimizzare l'impatto a lungo termine degli investimenti, soprattutto quando l'obiettivo è comprendere la natura sistemica e multifattoriale del comportamento umano, dello stile di vita e dell'eziologia delle malattie.

Principali risultati dell'analisi retrospettiva

Ricerca in prevenzione: una priorità sotto-finanziata

Un'analisi su larga scala dei progetti di ricerca biomedica finanziati dall'UE nell'ambito di FP7, Horizon 2020 e

dell'attuale Horizon Europe mostra quanto poca attenzione sia stata dedicata alla ricerca sulla prevenzione. Tra tutti i progetti analizzati, solo il 4,4% (FP7), il 4,5% (H2020) e l'1,9% (Horizon Europe) affrontavano temi di prevenzione. Anche i finanziamenti rispecchiano questo andamento: i progetti biomedici incentrati sulla prevenzione hanno rappresentato in media **circa il 5% del budget totale** nei tre programmi esaminati (Tabella 1).

Tabella 1: Numero dei progetti analizzati e finanziamenti			
Progetti	FP7	H2020	Horizon Europe (fino al 24/10/24)
Numerototaledei progetti	19.814	35.386	13.865
Numero dei progetti di ricerca biomedica suprevenzione	881 (4.4%)	1.582 (4.5%)	259 (1.9%)
Budget totale per programma quadro (euro)	55,7 miliardi	83,1 miliardi	41,2 miliardi
Budget destinato a progetti di ricerca biomedica suprevenzione	3,45 miliardi (6.2%)	3,52 miliardi (4.2%)	1,71 miliardi (4.2%)

Questo declino è particolarmente preoccupante alla luce del parallelo aumento della prevalenza delle malattie croniche e dell'invecchiamento della popolazione (9). L'analisi ha inoltre evidenziato un **marcato calo della ricerca sulla prevenzione in ambiti quali il diabete e i disturbi metabolici, le malattie neurodegenerative, le condizioni legate all'invecchiamento e la resistenza antimicrobica (AMR, o anti-microbial resistance)**, settori in cui le misure preventive potrebbero generare il maggiore impatto a lungo termine.

Tipologie di prevenzione: primaria, secondaria e terziaria

L'analisi retrospettiva ha valutato quale tipologia di prevenzione (primaria, secondaria e/o terziaria) fosse maggiormente considerata nei progetti finanziati. Mentre la prevenzione primaria, mirata a interventi sullo stile di vita e sui fattori di rischio ambientali, è diventata più prevalente nell'attuale programma Horizon Europe (circa il 58% di tutti i progetti sulla prevenzione), la prevenzione secondaria (ovvero diagnosi precoce e screening) è rimasta relativamente stabile nel corso di questi programmi di finanziamento. La prevenzione terziaria, incentrata sulla gestione a lungo termine delle malattie, ha invece registrato un declino.

Se da un lato questo spostamento riflette la crescente enfasi dell'Europa sulla promozione della salute pubblica, dall'altro suggerisce una persistente mancanza d'integrazione tra prevenzione precoce e strategie di gestione delle malattie croniche, limitando la continuità della prevenzione lungo l'intero arco della vita.

Approcci metodologici utilizzati nella ricerca sulla prevenzione

L'analisi delle metodologie di ricerca ha mostrato che **circa l'89% dei progetti con un focus su prevenzione ha impiegato metodi human-based**, inclusi modelli cellulari in vitro basati su cellule umane, campioni derivati da pazienti e modelli computazionali (in silico). Questi approcci

consentono di studiare le complesse interazioni tra stile di vita, ambiente e genetica in un contesto umano, offrendo risultati predittivi ed eticamente sostenibili(10–13).

Tuttavia, nonostante questi progressi, **più di un quarto (26%) di tutti i progetti di ricerca sulla prevenzione analizzati continua a includere la sperimentazione animale**, con un aumento in settori come patologie correlate all'invecchiamento, medicina personalizzata, resistenza antimicrobica, malattie ossee, malattie respiratorie e la ricerca sulla prevenzione terziaria.

Parallelamente, in aree come le malattie neurodegenerative e la resistenza antimicrobica, si è osservata una riduzione nell'uso di approcci human-based negli ultimi programmi di finanziamento europei.

La persistenza di studi basati su modelli animali in questi ambiti è sempre più in contrasto con le alternative oggi disponibili. La biologia umana differisce in modo sostanziale dalla fisiologia animale in processi metabolici e comportamentali chiave, e l'estrapolazione dei dati animali agli esiti umani fallisce frequentemente, portando a conclusioni inefficaci o fuorvianti.

Al contrario, le moderne simulazioni in silico e i sistemi in vitro derivati da pazienti permettono studi meccanicistici e personalizzati sull'insorgenza delle malattie e sulla prevenzione, direttamente trasferibili alla salute umana(14).

Progressi disomogenei tra le aree di malattia

Le attività di prevenzione restano fortemente disomogenee tra i diversi ambiti di salute. La prevenzione del cancro e delle malattie infettive ha beneficiato di missioni UE mirate e degli investimenti successivi alla pandemia di COVID19(15). Tuttavia, **i progetti relativi all'alimentazione rappresentano meno del 10%** di tutti i progetti di prevenzione primaria. Questo squilibrio indebolisce la capacità dell'UE di affrontare i determinanti alla radice delle malattie croniche non trasmissibili, quali alimentazione non sana, inattività fisica ed esposizione all'inquinamento, trascurando ambiti in cui azioni preventive scalabili e a livello di popolazione potrebbero generare il maggiore impatto a lungo termine.

Conclusioni e raccomandazioni

È opportuno ripensare in modo sostanziale l'orientamento della ricerca biomedica, valorizzando approcci fondati sulla biologia umana come leva centrale per la prevenzione. Un simile riposizionamento consentirebbe di aumentare la rilevanza clinica dei risultati, rendere più efficiente l'impiego delle risorse disponibili e amplificare i benefici per la salute pubblica. Le evidenze disponibili indicano chiaramente che puntare sulla prevenzione contribuisce non solo a contenere l'impatto delle malattie croniche, ma anche a rafforzare la sostenibilità economica dei sistemi sanitari.

Questi elementi offrono un solido supporto ai decisori politici e ai responsabili della programmazione della ricerca, fornendo una base informata per la definizione delle future priorità di finanziamento a livello europeo. Rendere la prevenzione un asse portante delle politiche sanitarie implica promuovere una ricerca più coerente con i bisogni reali della popolazione, maggiormente efficace e orienta-

ta alla sostenibilità di lungo periodo.

Per tradurre questo orientamento in azioni concrete, si suggeriscono le seguenti linee di intervento prioritarie:

- **Potenziare la ricerca sulla prevenzione basata sulla biologia umana:** sostenere lo sviluppo, il perfezionamento e la qualificazione di nuovi approcci human-based (NAMs), favorendone l'adozione sistematica nei programmi di ricerca e nei processi di valutazione regolatoria.
- **Incentivare interventi preventivi legati allo stile di vita:** promuovere studi interdisciplinari che combinino informazioni biologiche, ambientali e comportamentali, con l'obiettivo di definire strategie preventive mirate sui fattori di rischio modificabili.
- **Orientare gli investimenti verso ambiti ad alto ritorno sanitario e sociale:** dare priorità alla prevenzione nelle malattie croniche e neurodegenerative, nelle condizioni associate all'invecchiamento e nella resistenza antimicrobica, dove il carico per la società è più elevato.
- **Sostenere collaborazione e capacity building:** rafforzare reti trasversali tra ricerca biomedica, nutrizione, ambiente e tecnologie digitali, investendo nello sviluppo di competenze in ambito NAMs, intelligenza artificiale e medicina preventiva.
- **Garantire coerenza delle politiche e valutazione degli effetti:** integrare in modo esplicito la prevenzione e gli approcci human-based nelle strategie europee per la salute e la ricerca, accompagnando i finanziamenti con sistemi di monitoraggio dell'impatto sulla salute pubblica e sui costi sanitari.

In conclusione, adottare un paradigma di ricerca preventivo e centrato sull'essere umano significa spostare il focus dalla gestione della malattia alla comprensione delle sue cause, promuovendo una scienza più anticipatoria, personalizzata e sostenibile, capace di rispondere in modo più efficace ed eticamente responsabile alle sfide sanitarie future.

Referenze

1. Noncommunicable diseases [Internet]. [cited 2025 Nov 12]. Available from: https://www.who.int/health-topics/noncommunicable-diseases#tab=tab_1
2. CDC. Chronic Disease. 2025 [cited 2025 Nov 12]. Preventing Chronic Diseases: What You Can Do Now. Available from: <https://www.cdc.gov/chronic-disease/prevention/index.html>
3. Promoting physical activity and healthy diets for healthy ageing in the WHO European Region [Internet]. [cited 2025 Nov 12]. Available from: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EU-RO-2023-8002-47770-70520>
4. Preventive health care expenditure statistics - Statistics Explained - Eurostat [Internet]. [cited 2025 Nov 12]. Available from: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Preventive_health_care_expenditure_statistics
5. Dementia prevention, intervention, and care 2024 [Internet]. [cited 2025 Nov 12]. Available from: <https://www.thelancet.com/commissions-do/dementia-prevention-intervention-and-care>
6. Frangogiannis NG. Why animal model studies are lost in translation. *J Cardiovasc Aging*. 2022 Apr;2(2):22.
7. Hartung T. The (misleading) role of animal models in drug development. *Front Drug Discov* [Internet]. 2024 Apr 8 [cited 2025 Nov 12];4. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/drug-discovery/articles/10.3389/fddsv.2024.1355044/full>
8. Pistollato F, Furtmann F, Gastaldello A, Pastorino R, Petra E, Tripodi IJ, et al. Bridging the prevention gap: funding distribution and methodological shifts in prevention-focused biomedical research under EU framework programmes. *J Transl Med*. 2025 Sept 24;23(1):1006.
9. The Future of Health in Europe | Deloitte Switzerland [Internet]. [cited 2025 Dec 18]. Available from: <https://www.deloitte.com/ch/en/Industries/life-sciences-health-care/perspectives/the-future-of-health-in-europe.html>
10. Computer simulations move step closer to reducing animal use in drug testing | University of Oxford [Internet]. 2018 [cited 2025 Dec 18]. Available from: <https://www.ox.ac.uk/news/2018-03-12-computer-simulations-move-step-closer-reducing-animal-use-drug-testing>
11. Picollet-D'hahan N, Zuchowska A, Lemeunier I, Le Gac S. Multiorgan-on-a-Chip: A Systemic Approach To Model and Decipher Inter-Organ Communication. *Trends Biotechnol*. 2021 Aug 1;39(8):788–810.
12. Ramadan Q, Hazaymeh R, Zourob M. Immunity-on-a-Chip: Integration of Immune Components into the Scheme of Organ-on-a-Chip Systems. *Adv Biol*. 2023 Dec;7(12):e2200312.
13. Keuper-Navis M, Walles M, Poller B, Myszczyzyn A, van der Made TK, Donkers J, et al. The application of organ-on-chip models for the prediction of human pharmacokinetic profiles during drug development. *Pharmacol Res*. 2023 Sept 1;195:106853.
14. Frangogiannis NG. Why animal model studies are lost in translation. *J Cardiovasc Aging*. 2022 Apr;2(2):22.
15. EU Mission: Cancer - Research and innovation - European Commission [Internet]. 2025 [cited 2025 Dec 18]. Available from: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/eu-mission-cancer_en



ORDINE PROVINCIALE DEI MEDICI CHIRURGHI E DEGLI ODONTOIATRI DI AREZZO

Viale Giotto 134 – 52100 Arezzo - Tel. 0575/22724 – Fax 0575/300758

e-mail: chirurgi@omceoar.it – pec: segreteria.ar@pec.omceo.it

Sito web: www.omceoar.it

I TUMORI OCCUPAZIONALI ED AMBIENTALI

22 novembre 2025

Sede OMCEO Arezzo, Viale Giotto, 134

Responsabile scientifico: dr. Domenico Sallese

Relazioni:

- 09:00 Saluti, Presidente Ordine dei Medici di Arezzo, Lorenzo Droandi
- 09:15 Modera e introduce dr. Domenico Sallese
- 09:30 Aggiornamento scientifico sulla epidemiologia dei tumori e fattori di rischio in ambito lavorativo: **Prof. Alfonso Cristaudo** Università di Pisa
- 10:00 Discussione
- 10:15 Aggiornamento scientifico sulla epidemiologia dei tumori e fattori di rischio in ambito ambientale: **Dr. Fabrizio Bianchi** CNR di Pisa
- 10:45 Discussione
- 11:00 L'appropriatezza e i costi della gestione delle patologie neoplastiche: **Dr. Carlo Romagnoli** medico di sanità pubblica esperto in programmazione sanitaria.
- 11:30 Discussione
- 12:00 Tavola rotonda. Integrare la salute dell'ambiente e dei luoghi di lavoro: il ruolo del medico nella promozione della salute
Modera **Dr. Domenico Sallese**
Partecipanti: tutti i relatori
- 13:00 Compilazione questionario ECM
- 13:15 Fine dei lavori

Obiettivi:

1. **Conoscere i fattori di rischio lavorativi ed ambientali neoplastici:** aggiornare i medici su contaminazioni ed inquinamento negli ambienti di vita e di lavoro.
2. **Analizzare l'andamento epidemiologico dei tumori in ambito lavorativo ed ambientale:** illustrare gli studi epidemiologici più recenti nelle aree a rischio inquinamento
3. **Valutare l'utilità della prevenzione in ambito ambientale:** informare sul significato dei costi ed efficacia della prevenzione rispetto alle misure terapeutiche
4. **Contribuire alle misure di prevenzione individuale e collettiva:** ruolo del medico come promotore di salute, anche attraverso la rete degli enti ed associazioni preposti alla tutela ambientale e lavorativa.

I tumori occupazionali ed ambientali: introduzione sul tema

Occupational and environmental cancers: an introduction to the topic

DOMENICO SALLESE

ex Direttore U.O. Medicina del Lavoro Dipartimento di Prevenzione Asl Sudest Toscana

I tumori di origine ambientale e professionale sono causati dall'esposizione a fattori cancerogeni presenti nell'ambiente di vita o nel luogo di lavoro, come ad esempio amianto, benzene, pesticidi, fumi da combustione (inclusi quelli dell'inquinamento atmosferico) e raggi UV, che aumentano significativamente il rischio di sviluppare neoplasie specifiche (polmone, mesotelioma, leucemie, vescica) rispetto alla popolazione generale. Questi tumori si manifestano a causa di un'esposizione prolungata a intensità elevate di tali agenti attraverso l'aria, il contatto cutaneo o l'ingestione.

L'inquinamento atmosferico da parte delle sostanze chimiche prodotte dalla moderna tecnologia industriale, dall'uso di autoveicoli con motori a combustione interna, dalla contaminazione del terreno e delle falde acquifere da parte di discariche non controllate viene spesso messo in relazione positiva con l'insorgenza di tumori nella popolazione generale.

Tale considerazione è avvalorata anche dall'osservazione storica della esistenza di tumori di origine professionale, patologie neoplastiche insorte in lavoratori professionalmente esposti con continuità a determinati fattori di rischio, per lo più di tipo chimico (ma non solo), presenti in alcuni ambienti di lavoro. E' ben noto, ad esempio, come l'esposizione professionale ad amianto possa condurre all'insorgenza di patologie tumorali, che possono manifestarsi, solo molti anni dopo l'inizio dell'esposizione, quali il mesotelioma pleurico, il tumore del polmone e alcune altre neoplasie.

Ma se per l'esposizione professionale, attraverso i registri specifici previsti dalle norme, può essere possibile risalire ai fattori di rischio e alla pregressa esposizione dei lavoratori, con una corretta anamnesi lavorativa ed inquadramento clinico, per quanto riguarda il rapporto tra un ambiente di vita "inquinato" e la genesi del cancro nella popolazione residente è più difficile stabilire un preciso rapporto di causa ed effetto, per la presenza di cause multiple, per i fattori di confondimento (abitudini voluttuarie quali di fumo di sigaretta, abitudini alimentari) e per i lunghi tempi di latenza dei tumori in generale. Tale considerazione, oltre ad una scarsa conoscenza da parte dei medici, dei meccanismi di relazione di tali patologie, con i fattori di rischio ambientali e professionali, comporta una significativa sottostima, del fenomeno delle neoplasie che sulla base degli studi epidemiologici, contribuisce per almeno il 4-5 % di tutti i tumori. Studi recenti hanno confermato la relazione tra inquinamento da polveri fini e tumore del polmone, con un rapporto statisticamente significativo, con l'entità dell'inquinamento delle aree oggetto di tali indagini.

I risultati sono stati talmente convincenti che l'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) ha annunciato di avere incluso l'inquinamento atmosferico e le polveri sottili (il cosiddetto particolato) tra le sostanze di classe 1, ovvero quelle sicuramente cancerogene.

Le conclusioni di questi studi epidemiologici condotti sia in gruppi di lavoratori che nella popolazione generale, sono di fondamentale importanza perché, dovrebbe comportare in sede di programmazione, la scelta di destinare le risorse sanitarie in modo efficace, privilegiando quelle da destinare alla prevenzione primaria, riducendo così i rischi legati agli ambienti di vita e di lavoro, garantendo migliori standard di salute, di qualità della vita e riducendo le disuguaglianze esistenti nella popolazione assistita.

Aggiornamento scientifico sulla epidemiologia dei tumori e fattori di rischio in ambito lavorativo

Scientific update on the epidemiology of cancers and occupational risk factors

ALFONSO CRISTAUDO

Docente Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Università di Pisa
già Ordinario di Medicina del Lavoro e Direttore della Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro,
Dipartimento di Ricerca Traslazionale e delle Nuove Tecnologie in Medicina e Chirurgia, Università di Pisa
e Direttore della U.O. Complessa Medicina Preventiva del Lavoro Azienda Ospedaliera Universitaria Pisana

Per corrispondenza:
alfonso.cristaudo@unipi.it

Riassunto

Il rischio cancerogeno occupazionale è regolato da norme nazionali (D.Lgs 81/08 e s.m.i.) e internazionali, riconosciuto come priorità di sanità pubblica e di medicina del lavoro.

L'identificazione di un tumore professionale si fonda su un approccio integrato: valutazione clinica, anamnesi lavorativa completa, analisi delle esposizioni e giudizio di compatibilità causale.

L'incidenza reale dei tumori professionali in Italia è ampiamente sottostimata rispetto ai casi attesi.

La diagnosi richiede un approccio integrato tra clinica, anamnesi lavorativa e valutazione ambientale.

I registri nazionali INAIL (ReNaM, ReNaTuNS, ReNaLOCCAM) costituiscono lo strumento principale per la sorveglianza epidemiologica e la ricostruzione dell'esposizione ad agenti cancerogeni.

Permane la necessità di rafforzare la formazione dei medici, migliorare la tracciabilità delle esposizioni e promuovere la prevenzione primaria nei settori a rischio.

Parole chiave

Rischio cancerogeno, Tumori professionali, Epidemiologia dei tumori professionali

Abstract

Occupational cancer risk is regulated by national (Legislative Decree 81/08 and subsequent amendments) and international standards, and is recognized as a priority in public health and occupational medicine. The identification of an occupational tumor is based on an integrated approach: clinical evaluation, complete work history, exposure analysis, and assessment of causal compatibility.

The actual incidence of occupational cancers in Italy is significantly underestimated compared with expected cases. Diagnosis requires an integrated approach combining clinical assessment, work history, and environmental evaluation. The national INAIL registries (ReNaM, ReNaTuNS, ReNaLOCCAM) represent the main tools for epidemi-

ological surveillance and for reconstructing exposure to carcinogenic agents.

There remains a need to strengthen physician training, improve exposure traceability, and promote primary prevention in high-risk sectors.

Keywords

Carcinogenic risk, Occupational cancers, Epidemiology of occupational cancers

Introduzione

I "cancerogeni professionali" sono sostanze chimiche, agenti fisici, biologici, o processi produttivi che possono causare o concasare nell'uomo un aumento significativo dei casi di tumore in conseguenza dell'esposizione lavorativa.

Il rischio cancerogeno nei luoghi di lavoro è formalmente riconosciuto dalle norme (D.Lgs 81/08 e s.m.i.) ma anche sulla base dei dati delle Agenzie Internazionali e della letteratura scientifica.

Il rischio cancerogeno è previsto dal D.Lgs 81/08 CAPO II - PROTEZIONE DA AGENTI CANCEROGENI MUTAGENI e REPROTOSSICI dove è trattato in 13 articoli (da art. 233 a art. 245).

L'articolo 233 prevede che, fatto salvo quanto previsto per (amianto e radiazioni ionizzanti) le norme del titolo si applicano a tutte le attività nelle quali i lavoratori sono o possono essere esposti ad agenti cancerogeni, mutageni o reprotossici a causa della loro attività lavorativa.

L'articolo 234 prevede che per agente cancerogeno si intende una sostanza o miscela che corrisponde ai criteri di classificazione come sostanza cancerogena di categoria 1 A o 1 B di cui all'allegato I del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio oppure una sostanza, miscela o procedimento menzionati all'Allegato XLII del decreto, nonché sostanza o miscela liberate nel corso di un processo e menzionate nello stesso allegato.

Sulla base delle categorie 1A e 1B previste dall'allegato 3 di tale Regolamento

la presenza delle frasi H) H350“Può provocare il cancro”e H350i“Può provocare il cancro per inalazione” permette di riconoscere una sostanza riconosciuta cancerogena dal D.Lgs 81/08 e s.m.i oltre a quelle indicate nell'Allegato XLII dello stesso Decreto fra le quali ritroviamo, fra gli altri, il lavoro comportante l'esposizione a polveri di legno duro e i lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile.

Il rischio cancerogeno viene anche classificato sulla base dei dati delle Agenzie Internazionali e della letteratura scientifica. I principali riferimenti sono riferibili alle seguenti Agenzie di riconosciuta validità, che le classifica come segue:

IARC: Gruppo 1, Gruppo 2A, Gruppo 2B, Gruppo 3, Gruppo 4 (Dei 102 agenti “cancerogeni certi per l'uomo” classificati dall'IARC, 44 sono cancerogeni professionali).

ACGIH: Categoria 1, Categoria 2, Categoria 3, Categoria 4, Categoria 5.

EPA: Gruppo A, Gruppo B1, Gruppo B 2 , Gruppo C, Gruppo D, Gruppo E

Il rischio cancerogeno può essere desunto anche a fini assicurativi sulla base della nuova Tabella delle Malattie Professionali di cui all'art.3 del D.P.R. 1124/1965 e s.m.i.e sulla base dell'elenco delle Malattie con obbligo di denuncia sulla base dell'articolo 139 del testo unico approvato con decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1965, n. 1124 e s.m.i.

Fra gli agenti cancerogeni di riscontro più frequente si ricordano l'amianto, il benzene, la formaldeide, il cromo VI, il nichel, il cadmio, l'arsenico, la polvere di legno e di cuoio, la silice cristallina respirabile, i raggi X, gamma, il radon, le radiazioni solari UV, i virus oncogeni (HBV, HPV), le micotossine, gli organofosfati, il glifosato, il paraquat.

Valutazione dell'esposizione professionale

Le valutazioni dell'esposizione si basano su variabili temporali, sulla relazione tossicologica descritta nella curva dose-risposta e sulla concentrazione ambientale della contaminazione presente nel luogo di lavoro.

Nelle variabili temporali ricadono la latenza ovvero il periodo ricorrente tra l'inizio dell'esposizione a cancerogeno e la diagnosi della neoplasia, e la durata dell'esposizione. Per le neoplasie occupazionali la latenza può essere superiore ai 10-20 anni, come ad esempio per i tumori polmonari, 40-50 per il mesotelioma pleurico degli esposti all'asbesto; alcuni agenti cancerogeni tuttavia possono mostrare una latenza più breve, ad esempio le leucemie negli esposti a radiazioni ionizzanti.

Contrariamente a quanto accade per gli agenti causa di effetti deterministici (epigenetici), per gli agenti cancerogeni genotossici non è possibile in teoria dimostrare che esiste una dose soglia al di sotto della quale non si possa verificare l'insorgere della malattia. Esiste invece una relazione dose/risposta in base alla quale con l'incremento della dose di esposizione aumenta proporzionalmente la risposta (dal punto di vista epidemiologico).

L'anamnesi lavorativa rappresenta l'elemento fondamentale nel processo diagnostico di una patologia professionale.

Deve essere dettagliata e standardizzata e deve riguardare l'intera vita lavorativa, anche per lavori di pochi mesi.

Tale esposizione andrebbe documentata dove possibile

con documentazione tecnica sui cicli tecnologici, uso di sostanze, dati di esposizione (indagini ambientali e monitoraggio biologico).

Fondamentale la valutazione della durata e dell'entità dell'esposizione e della latenza.

Sintesi dei criteri diagnostici di patologia professionale tumorale

I criteri per la diagnosi clinica delle neoplasie professionali ed i protocolli terapeutici non differiscono da quelli adottati per le neoplasie non professionali. Non esistono markers specifici per le neoplasie professionali e anche dal punto di vista istologico non vi sono differenze con le neoplasie non professionali.

L'iter diagnostico riconosce una fase clinica (comune a tutte le discipline medico-chirurgiche) costituita dalla raccolta dei sintomi e la ricerca dei segni.

Seguono le fasi della patologia speciale (comune a tutte le discipline medico-chirurgiche) con gli accertamenti specialistici e il confronto del caso in esame con i quadri definiti nella specifica disciplina che conducono alla diagnosi differenziale e alla definizione nosografica.

Infine c'è la fase della validazione causale (irrinunciabile in Medicina del Lavoro) con l'analisi del caso in rapporto a rischio/esposizione con la valutazione della compatibilità plausibile fra l'effetto riscontrato (la malattia) e i parametri qualitativi e quantitativi del presunto agente causale professionale.

La diagnosi di un tumore professionale è un processo quindi che richiede tre condizioni che devono essere tutte soddisfatte:

-la diagnosi, secondo i migliori criteri applicabili, di uno specifico tumore;

-la valutazione, secondo i migliori criteri applicabili, dell'esposizione ad un determinato fattore di rischio (che la letteratura scientifica riconosca in grado di determinare la malattia in questione), precisandone quantitativamente frequenza (quante volte avviene), durata (quanto tempo, complessivamente, nella vita lavorativa) e livello;

-la determinazione, sulla base delle due condizioni precedenti, che l'esposizione in cui è incorsa la persona in questione possieda la necessaria e sufficiente idoneità lesiva per cagionare lo specifico tumore (Valutazione del rischio). L'esposizione professionale ad alcuni agenti cancerogeni determina l'insorgenza di neoplasie che possono essere definiti ad alta frazione eziologica (occupazionale), altrimenti rarissime nella popolazione generale (es. mesotelioma, ca seni paranasali, angiosarcoma epatico).

Altri tumori vengono definiti a bassa frazione eziologica (tumore del polmone, vescica, linfoma, etc) in quanto l'esposizione a specifici cancerogeni occupazionali è solo una delle diverse concause conosciute.

Non sempre è possibile ricostruire con certezza l'esposizione specie nel caso in cui il lavoratore abbia svolto differenti attività o esposizioni extraprofessionali.

L'interazione tra esposizione lavorativa e condizioni di rischio extraprofessionali può dare origine infatti sia ad un effetto additivo (somma tra l'azione dei cancerogeni) come dimostrato dagli studi sul radon, sia ad un effetto moltiplicativo (prodotto tra l'azione dei cancerogeni) evidenziato dai diversi studi (anche se non sempre con risultati univoci) che si sono occupati di analizzare l'inte-

razione tra esposizione ad amianto, carcinoma polmonare e fumo di sigaretta.

In questi casi la difficoltà maggiore che si riscontra è quella di stabilire il peso delle diverse situazioni come causa della comparsa del tumore, per definire a quale ambito sia prevalentemente riconducibile l'insorgenza della forma neoplastica, cioè quale sia il ruolo e il peso del fattore professionale rispetto a quelli extra professionali.

Causalità in campo giuridico

La causalità in campo giuridico è un concetto elastico e graduato, che si adatta alla finalità del processo:

-nel sistema assicurativo, la funzione è indennitaria e si fonda sulla rilevanza e un'evidenza scientifica ragionevole;

-in sede civile, è compensativa e richiede la preponderanza dell'evidenza (più probabile che no);

-in sede penale, è repressiva e pretende oltre il riconoscimento di ogni ragionevole dubbio, una certezza prossima all'assoluto.

Riconoscimento assicurativo dei tumori professionali come malattie professionali

Ogni anno in Italia considerando una proporzione attribuibile al lavoro del 3.9% di tutti i tumori e che il numero di nuove diagnosi nel 2024 è stato di circa 390.000 (AIOM-AIRTUM 2024) sarebbero attesi poco più di 15 mila casi di tumori professionali.

I dati INAIL 2024 hanno registrato invece solo 2.361 tumori professionali denunciati di cui 910 (38,5%) riconosciuti come malattia professionale.

I tumori professionali riconosciuti nel 2024 rappresentano quindi il 2,79% di tutte le MP riconosciute rispetto alle Malattie del sistema osteoarticolare che sono state 24.305, pari al 74,71% di tutte le MP riconosciute. Se a queste aggiungiamo la gran parte delle M. del Sistema nervoso riconosciute attribuibili alla S.del Tunnel Carpale (4613 pari al 14,13% di tutte le MP muscolo-scheletriche riconosciute) si rileva che le patologie da disergonomia osteo-muscolo-articolare riconosciute rappresentano più dell'85% di tutte le Malattie Professionali riconosciute dall'Inail.

Da ciò deriva che circa 13 mila casi di tumori professionali (84%) non sono stati riconosciuti/denunciati.

Cause della sottostima dei tumori professionali

Un aspetto da considerare è lo scarso interesse per gli aspetti eziologici delle malattie tumorali da parte dei medici impegnati sul versante clinico-diagnostico con poca attenzione all'anamnesi lavorativa del soggetto al momento della diagnosi.

Ciò è dovuto sia a scarsa conoscenza dei possibili rapporti eziologici sia a scarsa dimestichezza con le incombenze di tipo assicurativo e giudiziario che spettano ai medici, i quali sono tenuti a segnalare una sospetta correlazione professionale, soprattutto per il riconoscimento assicurativo ma anche per le prospettive di prevenzione e di conoscenza epidemiologica che queste segnalazioni aprono. C'è comunque da considerare che la diagnosi di tumore professionale è spesso complessa in quanto non esistono differenze cliniche e istologiche tra i tumori professionali e i tumori spontanei e i criteri diagnostico-terapeutici sono

i medesimi adottati per tumori non professionali delle stesse sedi.

Il tumore è spesso una malattia multifattoriale ed è difficile l'attribuzione ad una singola esposizione professionale; spesso ci si trova di fronte a esposizioni multiple e contemporanee a cancerogeni professionali ed esposizioni multiple a cancerogeni professionali e ambientali e/o voluttuari.

Il periodo di latenza è spesso molto lungo (generalmente tra 10 e 40 anni). Tale variabilità dipende dall'entità dell'esposizione, dal tipo di tumore (mesotelioma tra 20 e 50 anni; cute 1 anno), dall'intervento di agenti promotori e di progressione che rendono difficile l'attribuzione ad esposizioni avvenute molti anni prima.

Poco note e difficilmente valutabili sono le interazioni tra suscettibilità individuale, esposizioni professionali e abitudini di vita.

Da sottolineare inoltre che non esistono marcatori precoci specifici per neoplasie professionali e che la valutazione dell'intensità dell'esposizione può essere arbitraria in assenza di un adeguato monitoraggio ambientale.

Sorveglianza epidemiologica dei tumori professionali in Italia

In Italia la sorveglianza epidemiologica dei tumori professionali è stata prevista fin dal 1991 (DLgs 277/1991 legge di bando dell'amianto) per il mesotelioma.

Il DPCM 308/2002 ha confermato l'impostazione organizzativa italiana della sorveglianza per questo tumore prevedendo un Registro Nazionale (ReNaM-INAIL) che si avvale di Centri Operativi Regionali (COR) che effettuano la raccolta di tutti i casi di mesotelioma e ne verificano l'eventuale esposizione ad amianto seguendo regole condivise (Linee Guida ReNaM).

Con l'art. 244 del DLgs 81/2008 e s.m.i. il legislatore ha previsto di collocare presso INAIL i 3 Registri Nazionali, aggiungendo al ReNaM anche il Registro Nazionale Tumori Naso-Sinusali (ReNaTuNS) e quello dei tumori a più bassa frazione eziologica professionale (ReNaLOCCAM).

In ciascuna regione e provincia autonoma devono essere istituiti i rispettivi COR dei 3 Registri Nazionali che operano secondo linee guida comuni.

Il D.Lvo 277/1991 ha istituito, come detto, il Registro Nazionale dei mesoteliomi e il DPCM 308/2002 ne ha previsto l'applicazione all'intero territorio nazionale.

L'archivio del Registro nazionale comprende, a dicembre del 2021, informazioni relative a 37.003 casi di mesotelioma diagnosticati dal 1993 al 2021.

L'età media alla diagnosi è stata di 71 anni (DS: ± 10,5) senza differenze apprezzabili per genere (72 anni nelle donne e 71 negli uomini).

Il 93% dei casi di mesotelioma registrati risulta a carico della pleura; sono presenti inoltre 2.381 casi peritoneali (6,4%, rispettivamente 5,3% negli uomini e 9,4% nelle donne), 69 e 106 casi rispettivamente a carico del pericardio e della tunica vaginale del testicolo.

Il rapporto di genere (M/F) è pari a 2,6. Il 72,1% dei 37.003 casi archiviati è di sesso maschile.

La percentuale di donne passa dal 27% per i mesoteliomi pleurici a 35% e 41% rispettivamente per i casi del pericardio e del peritoneo, con una differenza significativa malgrado la limitata consistenza della casistica per i me-

soteliomi pericardici.

Nell'intero archivio i casi con una diagnosi di mesotelioma certo sono l'81%, con una marcata variabilità territoriale (dal 73% in Liguria a oltre il 90% nelle Marche, Provincia autonoma di Bolzano, Umbria, Molise e Veneto).

La morfologia epitelioide nei casi con diagnosi di mesotelioma certo è la più frequente (68,7%).

Le modalità di ricostruzione dell'esposizione sono avvenute quasi sempre tramite un'intervista diretta al soggetto o ad un proxy (familiari o conviventi) rispettivamente nel 55,4% e 42% dei casi definiti per l'esposizione. In qualche caso (2,6%) è stato possibile definire l'esposizione sulla base del solo materiale documentale.

Nell'insieme dei casi con esposizione definita (29.020 soggetti), il 68,9% presenta un'esposizione professionale (certa, probabile, possibile), il 5,1% familiare, il 4,4% ambientale e l'1,5% per un'attività di svago o hobby.

Per il 20% dei casi l'esposizione è stata classificata come improbabile o ignota. La percentuale di casi di mesotelioma, quindi, per i quali l'analisi anamnestica ha rilevato un'esposizione ad amianto di tipo lavorativa, ambientale, familiare, o a causa di hobby è, sull'intero set di dati, pari all'80%.

L'anno di inizio esposizione, generalmente identificato nell'anno di inizio del lavoro a rischio di esposizione, è compreso fra il 1954 e il 1969 per la metà dei casi per i quali è disponibile (19.813 soggetti).

La mediana della latenza è di 48 anni con una deviazione standard di 11,2 anni e una distribuzione normale intorno al valore medio.

Questo valore tende con regolarità ad aumentare nella finestra di osservazione passando da 39 anni nel 1993 a 53 nel 2021.

Considerando l'intera finestra di osservazione (1993 - 2021) e relativamente a quei casi con attribuzione di esposizione ad origine professionale, i settori di attività maggiormente coinvolti sono l'edilizia (16,5% del totale della casistica), la metalmeccanica (8,9%), la metallurgia (4,1%), le attività di fabbricazione di prodotti in metallo (5,7%), i cantieri navali (5,5%), l'industria del cemento-amianto (2,8%), l'industria tessile (6,5%), l'industria dei rotabili ferroviari (3,1%), il settore della difesa militare (4,8%).

L'insieme di questi settori è responsabile di quasi il 60% circa dei casi registrati negli archivi del Registro nazionale. Il restante quadro è estremamente variegato e frazionato con la presenza di numerosi ambiti produttivi nei quali l'esposizione è avvenuta per la presenza del materiale nel luogo di lavoro e non per uso diretto.

Casistica delle MP da amianto riconosciute INAIL 2024

Le malattie professionali da amianto riconosciute dall'INAIL sono state 1.022.

Di queste circa il 38% sono mesoteliomi maligni, circa il 14% sono tumori del polmone, circa il 18% sono asbestosi e circa il 29% sono ispessimenti e placche pleuriche.

Misure di prevenzione individuali e collettive. Ruolo dei soggetti aziendali e del SSN.

Per l'azienda e il datore di lavoro

Evitare l'uso di cancerogeni, effettuare una valutazione del rischio di esposizione ad agenti cancerogeni e muta-

geni, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 81/08.

Adottare misure per eliminare o ridurre l'esposizione ai cancerogeni e creare un ambiente di lavoro più sicuro come l'eliminazione/sostituzione, misure tecniche e organizzative, la protezione individuale.

Per il lavoratore

Rispettare le procedure di sicurezza e utilizzare i dispositivi di protezione individuale.

Partecipare ai corsi di formazione sulla salute e sicurezza sul lavoro e aderire alle iniziative di comunicazione sui rischi professionali.

Sottoporsi a visite mediche di controllo e aderire ai programmi di screening oncologici gratuiti offerti dal Servizio Sanitario Nazionale (SSN).

Ruolo del sistema sanitario

Svolgere la sorveglianza epidemiologica, identificando i casi di tumore professionale per definire le associazioni e sviluppare la prevenzione.

Promuovere una maggiore adesione ai programmi di screening per la diagnosi precoce dei tumori.

Sostenere la ricerca per identificare e affrontare le cause dei tumori professionali e affrontare la ricerca dei "tumori professionali perduti".

Ruolo dei medici competenti, dei mmg e degli specialisti

Effettuare un minimo di anamnesi professionale in caso di sospetta diagnosi di tumore;

Effettuare il referto, la denuncia e l'invio del primo certificato di MP in caso di sospetta origine professionale del tumore;

Nel caso di dubbi o per approfondire l'eziologia professionale è opportuno richiedere consulenza alla medicina del lavoro nelle diverse branche professionali (medico competente, Servizi PISLL delle ASL, Università).

Bibliografia

K. Okoro, Muiyiwa M. Orosun, Afisat F. Agboola, Ebu-kaChizitere Emenike, Sireesha Nanduri, Navin Kedia, Muthena Kariem, Ati Priya, Safia Obaidur Rab, Health risk assessments of heavy metals in dust samples collected from classrooms in Ilorin, Nigeria and its impact on public health, Heliyon, Volume 11, Issue 4, 2025, 2025; Dewangan, 2025

D.Lgs 81/08 e s.m.i.

D.Lgs 277/1991

Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio

Ann Olsson and Hans Kromhout. Occupational cancer burden: the contribution of exposure to process-generated substances at the workplace. Molecular Oncology 15 (2021) 753–763 a 2021

Verbeek J. When work is related to disease, what evidence for a causal relation? Saf Health Work 2012; 3: 110 – 6

AIOM-AIRTUM 2024. I numeri del cancro in Italia 2024.

Inail e COR Registro Nazionale dei Mesoteliomi. VIII Rapporto. 2025.

Tumori e ambiente: avanzamento delle conoscenze, meccanismi biologici e prospettive di prevenzione

Tumors and the environment: advances in knowledge, biological mechanisms, and prevention prospects

FABRIZIO BIANCHI

Rielaborazione dell'intervento di Fabrizio Bianchi al Corso "I Tumori Occupazionali e Ambientali" organizzato dall'OMCeOdi Arezzo il 22 Novembre 2025

Premessa

L'obiettivo principale del presente intervento è di contribuire ad aggiornare, seppure sinteticamente, le conoscenze sul ruolo dell'ambiente nella cancerogenesi, evidenziare meccanismi comuni e nuove esposizioni e dare indicazioni sulle priorità di prevenzione e di ricerca.

Introduzione

Negli ultimi due decenni le conoscenze sul rapporto tra ambiente e tumori hanno compiuto un avanzamento sostanziale, grazie a studi di coorte internazionali, analisi meta-analitiche e l'integrazione di approcci biologici e molecolari.

È utile qui richiamare qualche nozione sulla revisione sistematica e sulla metanalisi ricordando che la prima organizza in modo rigoroso e trasparente tutte le evidenze esistenti su una domanda definita, mentre la seconda usa metodi statistici per combinare i risultati quantitativi e ottenere una stima complessiva più precisa. Nella tabella 1 di seguito sono riassunte le caratteristiche principali della revisione sistematica e della metanalisi.

Tabella 1. Caratteristiche principali della Revisione sistematica e della Metanalisi

REVISIONE SISTEMATICA
Domanda di ricerca chiara e strutturata
Protocollo pre-registrato (es. PROSPERO) per garantire trasparenza e ridurre bias
Strategia di ricerca riproducibile su più database, con criteri di inclusione/esclusione prestabiliti
Selezione degli studi in doppio (screening indipendente di titoli/abstract e testi completi)
Valutazione del rischio di bias degli studi inclusi (es. ROB 2, ROBINS-I, Newcastle-Ottawa)
Estrazione dati standardizzata, almeno 2 revisori
Trasparenza nella documentazione del processo (flow chart PRISMA)

Contesto e obiettivi

La ricerca oncologica ambientale è impegnata per il superamento dell'impostazione centrata su singoli inquinanti e per adottare una prospettiva di sistema, in cui esposizioni multiple, fattori socioeconomici e vulnerabilità individuali concorrono a determinare l'incidenza e la mortalità per tumori.

La valutazione del rischio si è ampliata dal concetto di pericolo (hazard) verso quello di rischio e di impatto, con implicazioni per la prevenzione primaria e la governance sanitaria.

Evidenze consolidate

L'International Agency for Research on Cancer (IARC), agenzia dell'OMS fondata nel 1965, ha sviluppato un sistema di classificazione delle sostanze, miscele e agenti in base al loro potenziale cancerogeno per l'uomo. La classificazione si basa sulla valutazione del peso complessivo dell'evidenza scientifica, considerando studi sull'uomo, sugli animali e dati meccanicistici.

METANALISI
Combina statisticamente i risultati quantitativi di studi Produce un effetto complessivo sintetico (es. RR, OR, HR)
Usa modelli statistici appropriati (fixed effect o random effects, il più comune)
Valuta l'eterogeneità tra studi (I^2 , τ^2 , χ^2)
Analisi di sensibilità e subgroup analysis per esplorare la variabilità
Valutazione del bias di pubblicazione (funnel plot, test di Egger)
Risultati spesso rappresentati con forest plot.

La classificazione identifica il pericolo (hazard) e contiene molti dati sul rischio proveniente dagli studi analizzati. Le valutazioni IARC sono condotte da gruppi di esperti internazionali su base indipendente, utilizzando solo letteratura pubblicata su riviste con revisori indipendenti.

Dal 2019 è applicato un modello integrato basato sulle 'Key Characteristics of Carcinogens', un approccio strutturato che identifica dieci caratteristiche biologiche tipiche delle sostanze cancerogene.

L'approccio non parte da singoli meccanismi specifici, ma da un quadro più ampio che descrive cosa fanno gli agenti che causano il cancro nelle cellule e nei tessuti.

I suoi obiettivi sono di Organizzare sistematicamente le prove mechanistic (in vitro, in vivo, umane); Guidare la valutazione IARC per decidere se un agente è cancerogeno per l'uomo (G1), probabile (G2A) o possibile (G2B); Evitare bias o cherry-picking delle evidenze meccanicistiche (selezionare deliberatamente solo dati, prove o informazioni che supportano la propria tesi); Individuare gap di conoscenza per nuove ricerche.

È molto importante ripercorrere le 10 caratteristiche principali considerate per ciascuna delle sostanze/composti/agenti:

- Essere genotossici (danneggiano il DNA)
- Alterare la riparazione del DNA o causare instabilità genomica
- Indurre alterazioni epigenetiche
- Modulare la trascrizione genica
- Indurre stress ossidativo
- Indurre infiammazione cronica
- Sopprimere il sistema immunitario
- Modificare la proliferazione, morte o sopravvivenza cellulare
- Alterare la comunicazione intercellulare
- Essere elettro- e/o redox-attivi o generare specie reattive

Ad oggi sono oltre 1.000 gli agenti valutati da IARC nelle monografie, un numero enorme se si considera l'impegno richiesto e al contempo piccolo a confronto delle decine di migliaia di sostanze e composti che ogni anno vengono introdotti sul mercato e nell'ambiente.

Attualmente ne sono classificate 127 nel Gruppo 1 - Cancerogeno per l'uomo (evidenza sufficiente), 94 nel Gruppo 2 - Probabile cancerogeno per l'uomo, 322 nel Gruppo 2B - possibile cancerogeno per l'uomo; 500 nel Gruppo 3 - Non classificabile come cancerogeno per l'uomo; 1 nel Gruppo 4 - Probabilmente non cancerogeno per l'uomo.

Nella seguente Tabella 2 sono riportate alcune caratteristiche della valutazione IARC.

Tipo di evidenza	Descrizione	Esempi di aspetti valutati
Evidenza nell'uomo	Derivata da studi epidemiologici su popolazioni esposte	Forza dell'associazione, coerenza, assenza di bias o confondenti
Evidenza negli animali	Basata su studi sperimentali (roditori, altre specie)	Numero e tipo di tumori, dose-risposta, riproducibilità
Evidenze meccanicistiche	Analisi dei meccanismi d'azione biologici comuni ai cancerogeni	Danno al DNA, stress ossidativo, infiammazione cronica, alterazioni epigenetiche

I livelli di evidenza sono suddivisi in Sufficiente, quando è stata osservata una relazione causale tra esposizione e cancro; Limitata, quando l'associazione di rischio è credibile ma non conclusiva a causa di possibili bias o confondenti; Inadeguata, se i dati sono insufficienti e/o inconsistenti; Assente, quando studi di buona qualità mostrano assenza di effetto.

Come riportato in Tabella 3, tra i fattori di rischio cancerogeno più diffusi e per i quali esistono evidenze epidemiologiche e tossicologiche più solide ci sono l'inquinamento atmosferico outdoor, l'arsenico nelle acque, il gas radon indoor, il benzene e le radiazioni ultraviolette. L'inquinamento atmosferico è stato classificato dallo IARC come cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1), con associazioni robuste per il tumore del polmone e possibili per vescica e mammella. Il radon rappresenta la seconda causa di carcinoma polmonare dopo il fumo; le relazioni dose-risposta sono pressoché lineari anche a livelli di concentrazione medio-bassi tipici degli ambienti domestici. L'arsenico nelle acque potabili mostra relazioni causali per cute, polmone e vescica, mentre il benzene è collegato a leucemie mieloidi e altri tumori ematologici. Infine, le radiazioni ultraviolette (solari e artificiali) sono cancerogene per melanoma e tumori cutanei non melanomatosi.

Tabella 3. Principali agenti ambientali classificati IARC (Gruppo 1–2A) e sedi tumorali associate

Agente ambientale	Classificazione IARC	Principali sedi tumorali
Inquinamento atmosferico outdoor (PM _{2.5})	Gruppo 1	Polmone, vescica, mammella (poss.)
Radon	Gruppo 1	Polmone
Arsenico nelle acque	Gruppo 1	Cute, polmone, vescica
Benzene	Gruppo 1	Leucemia mieloide, linfomi
Radiazioni UV	Gruppo 1	Melanoma, carcinoma cutaneo
PFOA	Gruppo 1 (2023)	Rene, testicolo
PFOS	Gruppo 2B (2023)	Evidenze limitate
Glifosato	Gruppo 2A	Linfoma non-Hodgkin (probabile)

Il sistema di classificazione IARC ha alcuni limiti che è opportuno elencare, anche perché rappresentano al contempo sfide di crescita:

- evidenze epidemiologiche eterogenee e difficoltà nella misura dell'esposizione;
- molte neoplasie richiedono decenni per manifestarsi dal momento dell'esposizione alla diagnosi (tempo di induzione-latenza);
- la valutazione su singoli agenti è spesso non rappresentativa della realtà e dunque c'è necessità di accrescere le valutazioni di miscele e co-esposizioni;
- gli studi su animali esposti ad alte dosi comportano una estrapolazione incerta all'essere umano;
- le evidenze meccanicistiche hanno spesso una forza variabile;
- complessità della comunicazione pubblica sul pericolo (hazard) e sul rischio.

Aree emergenti e incerte

Le nuove frontiere della cancerogenesi ambientale riguardano le sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS) e alcuni pesticidi. Nel 2023 l'IARC ha riclassificato il PFOA come cancerogeno certo (Gruppo 1) e il PFOS come possibilmente cancerogeno (Gruppo 2B). Le evidenze epidemiologiche più consistenti indicano aumenti di rischio per carcinoma renale e del testicolo, coerenti con i meccanismi d'azione su recettori nucleari e alterazioni epigenetiche. Per i pesticidi, il glifosato rimane classificato come probabile cancerogeno (Gruppo 2A), mentre gli studi su esposizioni croniche a basse dosi mirano a chiarire e dimensionare la relazione dose-risposta. Ulteriori aree di ricerca includono l'impatto delle miscele inquinanti urbane e industriali e la possibile sinergia tra agenti fisici e chimici.

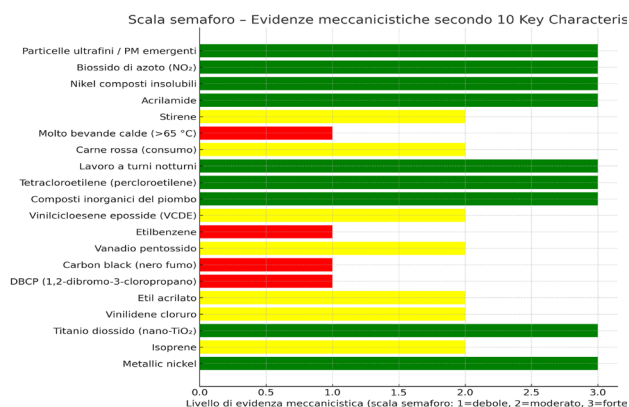
Meccanismi biologici e approcci omici

I meccanismi comuni di cancerogenesi ambientale comprendono infiammazione cronica, lo stress ossidativo, i danni al DNA e la disregolazione epigenetica. Le nuove tecniche omiche consentono di esplorare le firme molecolari dell'esposizione (metilazione del DNA, profili trascrittomici, metabolomici e proteomici). L'approccio dell'esposoma mira a mappare in modo integrato tutte le esposizioni lungo il corso di vita, collegandole alle traiettorie biologiche e cliniche. Queste innovazioni metodologiche permettono di collegare esposizioni ambientali croniche a vie molecolari precoci di trasformazione neoplastica.

Si ricorda che l'esposomica permette di mappare in modo integrato le esposizioni lungo il corso di vita, collegandole alle traiettorie biologiche e cliniche, cioè di collegare esposizioni ambientali croniche a vie molecolari precoci di trasformazione neoplastica.

La combinazione tra l'integrazione di tutte le esposizioni lungo la vita, appropriate analisi multi-omiche per tracciare vie biologiche, l'identificazione di 'firme espositive' precoci e opportuni collegamenti con dati geo-spaziali e clinici, può permettere qual salto di qualità auspicabile per il trasferimento sul piano della prevenzione e del trattamento medico.

Nella seguente Figura 1, è riportato il livello di evidenza meccanicistica secondo le 10 caratteristiche considerate dalla IARC per 20 fattori di rischio.



Legenda: Evidenza verde=forte; giallo=moderata; giallo=debole

Disuguaglianze e popolazioni vulnerabili

Le disuguaglianze sociali ed ambientali amplificano il rischio di tumori, come emerge dalle osservazioni pianificate su popolazioni residenti in aree ad alta densità di traffi-

co o prossime a siti industriali, che mostrano incidenze più elevate di neoplasie, in particolare del tratto respiratorio e della vescica. Gli indicatori di deprivazione socioeconomica sono oggi integrati nei modelli espositivi e nelle politiche di prevenzione, in linea con l'approccio della giustizia ambientale e sanitaria, già assunto e riproposto dagli aggiornamenti dello studio SENTIERI che si sono susseguiti dal 2011 al 2023. Oggi c'è una sostanziale consapevolezza sul maggiore rischio in aree inquinate (industriali, di traffico) e della necessità di considerare indicatori di vulnerabilità ambientale, di deprivazione socioeconomica e di fragilità, per effettuare studi validi sul piano scientifico e della giustizia ambientale.

Esempi di incertezza e discussione scientifica

I seguenti 3 esempi sono riportati per attrarre l'attenzione sulla pesantezza delle conseguenze dei divergenze nella valutazione di cancerogenicità.

Agente	Divergenze e contrasti	Conseguenza
Glifosato(pesticida)	<ul style="list-style-type: none"> - IARC (2015): Gruppo 2A, probabile cancerogeno (evidenze limitate in umani, sufficienti in animali). - EFSA/EPA (2016–2022): non cancerogeno ai livelli reali di esposizione. 	Divergenza tra criteri pericolo vs rischio e peso di studi indipendenti vs. industriali
Biossido di titanio (TiO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> - IARC (2006): Gruppo 2B, possibile carcinogeno (tumori nei ratti). - UE 2023: rimozione dell'etichettatura cancerogena per incertezza sulla traslazione all'uomo 	Discussione sul valore predittivo del modello animale e ruolo delle nanoparticelle
Lavoro a turni notturni	<ul style="list-style-type: none"> - Classificato 2A per alterazione dei ritmi circadiani. - Evidenze ancora contrastanti per tumore della mammella. 	Caso emblematico di pericolo potenziale difficile da quantificare

Conclusioni: implicazioni per la prevenzione e la ricerca futura

La serie di monografie dell'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC), che da oltre 40 anni classifica gli agenti cancerogeni per l'uomo, ha recentemente completato una revisione per fornire informazioni aggiornate sulle sedi tumorali associate a oltre 100 agenti cancerogeni. Sulla base della revisione dell'IARC, sono state elencate le sedi tumorali associate a ciascun agente e poi riorganizzate queste informazioni per elencare le cause note e sospette di cancro in ciascuna sede.

Tutte queste informazioni sono fondamentali per definire

e praticare misure di prevenzione primaria e secondaria.

Le priorità di prevenzione finalizzata alla gestione del rischio cancerogeno includono: riduzione delle emissioni atmosferiche (PM_{2.5}, NO₂), mitigazione del radon, controllo delle acque contaminate da arsenico e PFAS, e riduzione dell'esposizione occupazionale a benzene e solventi. Sul piano della ricerca, la sfida principale consiste nel combinare coorti esposte di grandi dimensioni, dati geo-spaziali e analisi multi-omiche finalizzati a definire indicatori predittivi di rischio.

Riassumendo, sul piano della ricerca è combinare coorti esposte di grandi dimensioni, dati geo-spaziali e analisi multi-omiche per definire indicatori predittivi di rischio; sul piano della sorveglianza sanitaria occorre muoversi adottando un approccio integrato ambiente-salute sia a livello di popolazione sia occupazionale (esempio: benzene, solventi); sul piano valutativo è raccomandata l'applicazione della valutazione di impatto sulla salute (VIS/HIA) in ottica preventiva.

Sul piano prettamente operativo è fondamentale costruire Coorti esposte integrate con dati omici, aumentare l'uso di big data e machine learning (IA), promuovere trial su studi di intervento di prevenzione ambientale, e a livello trasversale promuovere l'approccio OneHealth e Citizen Science.

Queste direttrici generali trovano applicazione stringente anche in molte realtà locali. Anche Arezzo, seppure sia una città non caratterizzata da un livello elevato di inquinamento, non è esente da problemi ambientali pericolosi per la salute. Soprattutto l'inquinamento atmosferico causato da fonti presenti nel distretto industriale di San Zeno e dal traffico veicolare hanno suscitato recentemente preoccupazioni e stimolo per aggiornare i risultati dello studio epidemiologico di coorte residenziale che era stato concluso ormai 10 anni fa nel nell'ambito del progetto Life+ HIA21. L'impatto dell'esposizione a inquinamento atmosferico comporta un rischio non trascurabile per un'ampia parte della popolazione sia per malattie non tumorali sia tumorali. Utilizzando il dato di mortalità per tumore del polmone nel comune di Arezzo pari a 43,23/100.000 (fonte Agenzia Regionale di Sanità Toscana, 2013-2022) e assumendo una concentrazione media annua di PM_{2,5} pari a 13 mg/m³ (Fonte ARPAT) si possono stimare 3 morti/anno per tumore del polmone attribuibili alla differenza di inquinamento tra il dato misurato e il valore limite di 5 mg/m³ raccomandato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità per proteggere la salute umana; se si considera l'impatto sulla mortalità per tutte le cause naturali (Tasso = 1.225,3/100.000 nel 2023 da fonte ISTAT) i decessi in eccesso sono quantificabili in circa 48/anno.

Questo esempio per mostrare l'importanza di ridurre il livello di inquinamento atmosferico anche per esposizioni che sebbene siano a dosi basse comportano un rischio evitabile per la salute.

Bibliografia essenziale

1. Coglianò VJ. et al. Preventable Exposures Associated With Human Cancers. *J Natl Cancer Inst* 2011;103: 1827 – 1839.
https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Cogliano_2011_JNCI_Preventable_Expo-

[sures.pdf](#)

2. Guyton K.Z. et al. Key characteristics of carcinogens as a basis for organizing data on mechanisms of carcinogenesis. *Environ Health Perspect*. 2018;126(4):041001. PMID: 29669357.
- IARC. Preamble to the IARC Monographs (Amended 2019). Lyon: International Agency for Research on Cancer. <https://monographs.iarc.who.int/iarc-monographs-preamble-preamble-to-the-iarc-monographs/>
- IARC. Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–140. Lyon: International Agency for Research on Cancer. (Last update: 21 November 2025 <https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/>)
- Linzalone N, Bianchi F; Gruppo di lavoro HIA21. L'esperienza del progetto "Life+ HIA21" ad Arezzo nell'ambito di una valutazione di impatto sulla salute partecipata. *Epidemiol Prev*. 2016 Sep-Oct;40(5):277-278. <https://doi.org/10.19191/EP16.5.P277.101>
3. Minichilli F, Santoro M, Linzalone N, Maurello MT, Salese D, Bianchi F. Studio epidemiologico di coorte residenziale su mortalità e ricoveri ospedalieri nell'area intorno all'inceneritore di San Zeno, Arezzo. *Epidemiol Prev*. 2016 Jan-Feb;40(1):33-43. Italian. doi:10.19191/EP16.1.P033.012. PMID: 26951700.
4. Loomis D. et al. The IARC Monographs: updated procedures for evaluating carcinogenic hazards to humans. *Int J Hyg Environ Health*. 2020;229:113558. PMID: 32336686.
5. Wild C.P. et al. IARC: 50 years of cancer research for prevention. *Int J Cancer*. 2015;137(4):939–941.

Coscienza umana, “coscienza” robotica

di Marco Calgaro

Lampi di Stampa 2025- pagine 128

MARCO CALGARO

COSCIENZA UMANA, “COSCIENZA” ROBOTICA



Ti Pubblica

Lampi di stampa

L'argomento "Coscienza" non è solo di assoluta ed intramontabile attualità ma è anche di quelli che incutono un certo timore reverenziale, andando a toccare il cuore delle "Domande" che l'Umanità si pone dalla notte dei tempi, prive ancor oggi di risposte certe.

Indagare sulla Coscienza significa non solo aprire una finestra sull'essenza stessa della nostra più profonda intimità ma anche ricercare le origini dell'Uomo ed il suo ruolo nell'Universo.

E proprio infatti rispetto alla natura ed all'origine della "Coscienza" umana il mistero è ancora fittocome ben emerge proprio da questo libro.

L'approccio di Calgaro, ha un taglio scientifico, focalizzato nell'indagare, da un lato, i risultati delle più avanzate ricerche nel campo della comprensione del meccanismo di emersione, dalla elaborazione dei dati/informazioni (Input) che percepiamo sensorialmente, degli "output", o "qualia" che contraddistinguono le più sofisticate "espressioni coscienti" del nostro essere; dall'altro, le risultanze sperimentali dei più avanzati prodotti di robotica (i cosiddetti robot umanoidi) che abbinano ai più sofisticati modelli di Intelligenza Artificiale (IA) anche straordinarie interazioni "sensoriali", sempre più simili a quelle umane.

Le nuove tecnologie legate all'intelligenza artificiale, oltre ad aprire orizzonti e prospettive del tutto nuovi, al limite dell'immaginabile, si evolvono ad un ritmo talmente incalzante da costringerci ad inseguire le domande, prima ancora delle risposte.

Di dette tecnologie quelle che certamente solleticano maggiormente la fantasia e suscitano i maggiori interrogativi proprio in relazione al problema della "Coscienza" sono quelle della cosiddetta IA "generale", definibile come software in grado di replicare l'intelligenza umana, di compiere attività per le quali non sono stati specificamente addestrati, di percepire il mondo esterno ed interno, di imparare in autonomia e risolvere situazioni complesse del tutto nuove, dotati di autocontrollo e di un certo grado di auto-comprensione.

Quindi potrebbe essere che un giorno l'Intelligenza Artificiale possa sviluppare una Coscienza quale quella Umana?

Tra coloro che escludono che ciò possa mai avvenire e coloro che invece ammettono tale possibilità, Calgaro evidenzia e propone una terza via.

(Dalla prefazione del libro a cura di Simona Bezzi - avvocato - esperta in Intelligenza Artificiale)

“L’IMPATTO DELL’AMBIENTE E DEGLI STILI DI VITA NEL RISCHIO ONCO-EMATOLOGICO”

A cura di Ruggero Ridolfi -Oncologo Endocrinologo -ISDEFForlì-Cesena

L’impatto dell’Ambiente e degli Stili di Vita nel rischio onco-ematologico

A cura di
Aurelio Angelini,
Mariaclaudia Cusumano

Prefazione di Giuseppe Toro

Benessere, Ambiente e Salute



La Collana **BENESSERE, AMBIENTE E SALUTE (BAS)** è promossa da AIL (Associazione Italiana contro le Leucemie-Linfomi e il Mieloma) diretta da Aurelio Angelini, per la diffusione di ricerche scientifiche e approfondimenti su tematiche cruciali quali salute come bene comune e prevenzione.

Il 10 Novembre 2025 è uscito in libreria il volume “L’IMPATTO DELL’AMBIENTE E DEGLI STILI DI VITA NEL RISCHIO ONCO-EMATOLOGICO” che inaugura la nuova collana editoriale “BAS”. Rita Malizia, medico e ricercatrice su salute ed ambiente e Mariaclaudia Cusumano, Sociologa su Ambiente e Territorio - Univ. Milano Bicocca, hanno curato il libro che raccoglie i contributi dei Relatori del Convegno AIL di Roma 2024, sulla complessa relazione tra ambiente, salute e rischio oncologico, vista da diverse prospettive disciplinari. Copyright © 2025 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy <https://francoangeli.it/libro?id=30134->

Prefazione di Giuseppe Toro Presidente Nazionale AIL

“One Health”: un approccio scientifico teorico-operativo dei fattori di rischio e dell’interazione “ecosistema-ospite” nella patogenesi delle malattie oncoematologiche. Il concetto di One Health rappresenta un importante cambiamento concettuale nel modo in cui oggi si affrontano i problemi di salute, basato sul riconoscimento dei legami inestricabili tra la salute umana, animale e ambientale. Questo concetto è stato recentemente sancito nell’accordo firmato da OS e OMS nel 2021 che fornisce linee guida operative attraverso i vari continenti (FAO et al., 2022)

In questa epoca segnata dalla diminuzione della mortalità per tumore, ma anche dall’aumento della sua incidenza, è fondamentale l’urgenza di promuovere, accanto alle cure, anche strategie di prevenzione primaria. I fattori ambientali e gli stili di vita incidono nell’aumentare dei tumori e delle neoplasie mieloproliferative provocando mutazioni epigenetiche (indotte dall’ambiente e dalle nostre abitudini) che possono essere trasmesse da entrambi i genitori ai figli e possono spiegare l’aumentata incidenza del cancro nei giovani segnalati nell’ultimo ventennio. La corrispondenza fra una causa e la mutazione che determina fa di quest’ultima una vera e propria “firma epigenetica” che può fornire importanti informazioni per nuove terapie mirate, ma potrebbe anche promuovere una rinnovata prevenzione primaria.

Le sfide del nostro tempo: la salute è in crisi quando il clima diventa una questione sociale. Leucemie infantili ed altri tipi tumorali così come malattie croniche e i danni alla biodiversità sono dovuti a vari tipi di inquinamento (aria, acqua, cibo, elettromagnetismo ..), alle catastrofi climatiche, alla follia dell’accumulo mondiali dei rifiuti di plastica e di PFAS. Esistono, tuttavia, già esempi di città che curano ecosistemi urbani che favoriscono salute, ambiente e giustizia per le generazioni attuali e quelle future.

AIL si impegna a creare una rete di cura ed impegno socio-sanitario nel territorio, con la sorveglianza epidemiologica integrata, in grado di identificare cluster ambientali di malattie derivanti dall’industria, dall’agricoltura o dai residui veterinari. Il Piano Nazionale di Prevenzione 2020-2025 ha affrontato le malattie oncoematologiche come priorità di salute pubblica, fissando obiettivi per la riduzione della loro incidenza e indicatori di processo per il monitoraggio degli interventi preventivi: sorveglianza sanitaria delle aree contaminate e delle popolazioni esposte ed un appello all’azione da parte della comunità scientifica per l’attuazione delle politiche di prevenzione.

Norme editoriali

Il Cesalpino è la Rivista medico-scientifica promossa dall'Ordine dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri della Provincia di Arezzo. Pubblica lavori originali, di carattere medico scientifico con periodicità quadrimestrale. La rivista accoglie varie tematiche e rubriche scientifiche in particolare quelle attinenti a Appropriata in Medicina e Ambiente e Salute.

Struttura degli articoli

• I lavori devono essere indirizzati a:

redazionecesalpino@gmail.com

Le relazioni dovranno essere scritte in programma Word con massimo di 4/5 pagine comprese tabelle, grafici e fotografie. Il lavoro deve iniziare con il seguente ordine:

- **Titolo** in italiano e in inglese.
- **Autore** nome cognome, qualifica di tutti gli Autori (professione e sede di lavoro).
- **Indirizzo** e-mail per la corrispondenza.
- **Riassunto/Abstract** in italiano e inglese (250 parole circa).
- **Parole chiave** in italiano e inglese (da 3 a 5 parole).
- **Negli articoli di Ricerca Scientifica** il lavoro va strutturato in: Introduzione, materiali e metodi, risultati, discussione e conclusioni (usare font times new roman e comunque caratteri convenzionali in corpo 12). Si precisa che tutte le sigle e acronimi, scritti nel testo, devono riportare la definizione per esteso alla loro prima chiamata.
- **Negli articoli di Revisione della Letteratura o Altra Segnalazione Scientifica** il lavoro va strutturato in: Introduzione, Capitoli del Testo, Conclusioni (usare font times new roman e comunque caratteri convenzionali in corpo 12). Si precisa che tutte le sigle e acronimi, scritti nel testo, devono riportare la definizione per esteso alla loro prima chiamata.
- **Figure e Tabelle** se opportune. Per le figure è necessaria la didascalia. Per le tabelle il titolo. Per entrambe il riferimento nel testo e, se opportuno, la fonte. Tutte le figure vanno inviate separate dal testo in formato digitale ad alta risoluzione. Immagini di qualità non idonea possono venir omesse, previa comunicazione all'Autore. Nel caso in cui fosse necessario pubblicare immagini riconoscibili del paziente, l'Autore deve richiedere il consenso informato alla pubblicazione al paziente o alla famiglia compilando l'apposito modulo.
- **Bibliografia** le citazioni bibliografiche vanno riportate nel testo in apice secondo la numerazione araba (1,2,...) oppure tra parentesi (1) con corrispettivo riferimento alla bibliografia scritta in fondo all'articolo, per un massimo di 15-20 citazioni. Gli Autori vanno citati tutti quando non superano il numero di 6. In caso contrario citare i primi 3, seguiti dall'abbreviazione et al. A segui-

re, nell'ordine, il titolo dell'articolo o del libro, il nome della rivista secondo le abbreviazioni internazionali, l'anno, il volume, la prima e l'ultima pagina del testo. Lo schema è il seguente: 1. Cognome N, Titolo articolo. Titolo rivista (secondo le abbreviazioni internazionali) anno;volume:pagine. Es: 1. Fraser GE, Phillips RL, Harris R. Physical fitness and blood pressure in school children. N Engl J Med 1983;67:405-10.

Per gli articoli su Internet dovrà essere indicato il link del sito.

Il comitato editoriale (Segretaria redazionale, Coordinatore editoriale e Direttore responsabile) valuta la conformità degli articoli alle norme editoriali e provvede ad inoltrarli per la loro revisione ad alcuni membri del Comitato Scientifico.

La segreteria si fa carico di richiedere agli Autori le modifiche al testo secondo le osservazioni dei revisori. Gli Autori sono tenuti a fornire le correzioni entro 15 giorni e prima della pubblicazione online sarà a loro inviata l'ultima stesura definitiva. Le correzioni devono essere inviate a:
redazionecesalpino@gmail.com

La segreteria invia i lavori corretti al Comitato di Redazione che ha il compito di approvare il numero della rivista e suddividere gli articoli pervenuti secondo le diverse rubriche. La proprietà dei lavori pubblicati è riservata ed è vietata la riproduzione anche parziale degli articoli e delle illustrazioni non autorizzate dall'Editore. I lavori accettati sono pubblicati gratuitamente.

Editore: Consiglio provinciale dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri di Arezzo

Presidente Ordine dei Medici Arezzo: Lorenzo Droandi

Direttore responsabile: Roberto Romizi

Coordinatore Editoriale: Amedeo Bianchi

Comitato Redazionale: Cuccuini Alberto, Linoli Giovanni, Parca Gino, Pieri Piero, Sasdelli Mauro, Vanni Dino, Trazzera Enzo, Giustini Alessandro.

Comitato Scientifico e Revisori Ambiente e salute: Bianchi Fabrizio, Di Ciaula Agostino, Maurello Maria Teresa, Romagnoli Carlo, Sallese Domenico, Tamino Gianni, Panizza Celestino, Reali Laura, Belpoggi Fiorella.

Appropriatezza in medicina: Bonaldi Antonio, Murgia Vitalia, Parca Gino, Vernerio Sandra, Lauriola Paolo, Vanni Dino, Cuccuini Alberto, Porcile Gianfranco, Giustini Alessandro.

Altri lavori scientifici: Grifagni Marcello, Linoli Giovanni, Magi Ezio, Martini Marco, Nanni Sara, Pieri Piero, Rinnovati Andrea, Sasdelli Mauro, Sereni Paolo, Trazzera Enzo.



ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ

ΚΩΔΟΥ ΙΑΤΡΟΥ ΠΑΛΑΙΟΤΑΤ=

*εν πάση άλλω κρισησει, βε
ΕΝΙΕ ΔΙΠΩΤΕ.*



PRO

VEN

