

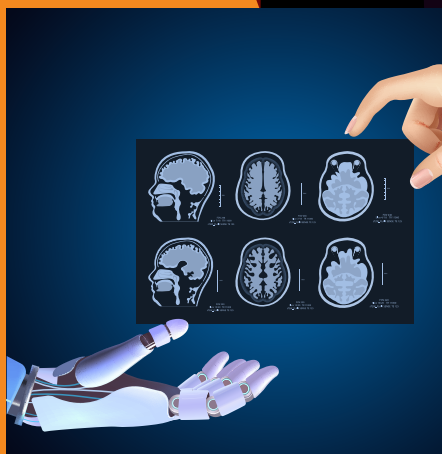
Notiziario

dell'Istituto Superiore di Sanità

**Imaging diagnostico e intelligenza artificiale:
la nuova frontiera**

**Il numero di test HIV effettuati in Italia
dal 2018 al 2023:
primi risultati del Progetto "PRONTI"**

**Interferenti endocrini
nella filiera agro-alimentare**



Inserto "RarISS"

Robert Boyle:
storia di uno scienziato e della legge che segnò la fisica

SOMMARIO

Gli articoli

Imaging diagnostico e intelligenza artificiale: la nuova frontiera	3
Il numero di test HIV effettuati in Italia dal 2018 al 2023: primi risultati del Progetto "PRONTI"	7
Interferenti endocrini nella filiera agro-alimentare	13

Le rubriche

Visto... si stampi	19
Nello specchio della stampa. La mobilità attiva migliora la salute: in Italia solo il 10% degli adulti usa la bici e il 39% va a piedi per gli spostamenti quotidiani	22
TweetISSimi del mese	23

RarISS (Inserto)

Robert Boyle: storia di uno scienziato e della legge che segnò la fisica	i
---	---

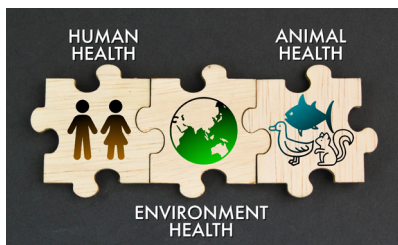


Algoritmi e modelli matematici sofisticati permettono all'intelligenza artificiale di replicare funzioni cognitive umane fondamentali in ambito medico, soprattutto nell'imaging diagnostico

pag. 3

Istituita la sorveglianza sanitaria per conoscere il numero di test HIV effettuati annualmente in Italia e programmare le attività sanitarie per ridurre la diffusione dell'infezione da HIV

pag. 7



Nuove classi di pericolo per gli Interferenti Endocrini: il Piano Nazionale per la ricerca dei Residui garantisce la sicurezza della filiera agro-alimentare italiana

pag. 13

L'Istituto Superiore di Sanità

è il principale istituto di ricerca italiano nel settore biomedico e della salute pubblica. Promuove e tutela la salute pubblica nazionale e internazionale attraverso attività di ricerca, sorveglianza, regolazione, controllo, prevenzione, comunicazione, consulenza e formazione.

Dipartimenti

- Ambiente e salute
- Malattie cardiovascolari, endocrino-metaboliche e invecchiamento
- Malattie infettive
- Neuroscienze
- Oncologia e medicina molecolare
- Sicurezza alimentare, nutrizione e sanità pubblica veterinaria

Centri nazionali

- Controllo e valutazione dei farmaci
- Dipendenze e doping
- Eccellenza clinica, qualità e sicurezza delle cure
- Health technology assessment
- Malattie rare
- Prevenzione delle malattie e promozione della salute
- Protezione dalle radiazioni e fisica computazionale
- Ricerca su HIV/AIDS
- Ricerca e valutazione preclinica e clinica dei farmaci
- Salute globale
- Sostanze chimiche
- Sperimentazione e benessere animale
- Tecnologie innovative in sanità pubblica
- Telemedicina e nuove tecnologie assistenziali
- Sicurezza acque
- Sangue
- Trapianti

Centri di riferimento

- Medicina di genere
- Scienze comportamentali e salute mentale

Organismo notificato

Legale rappresentante e Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità: Rocco Bellantone

Direttore responsabile: Antonio Mistretta

Comitato scientifico, ISS: Barbara Caccia, Anna Maria Giammarioli, Loredana Ingrosso, Cinzia Marianelli, Antonio Mistretta, Luigi Palmieri, Emanuela Testai, Vito Vetrugno, Ann Zeuner

Redattore capo: Antonio Mistretta

Redazione: Giovanna Morini, Anna Maria Giammarioli, Paco Dionisio, Patrizia Mochi

Progetto grafico: Alessandro Spurio

Impaginazione e grafici: Giovanna Morini

Diffusione online e distribuzione: Giovanna Morini, Patrizia Mochi, Sandra Salinetti

Redazione del Notiziario

Servizio Comunicazione Scientifica

Istituto Superiore di Sanità

Viale Regina Elena, 299 - 00161 Roma

e-mail: notiziario@iss.it

Iscritto al n. 475 del 16 settembre 1988 (cartaceo)

e al n. 117 del 16 maggio 2014 (online)

Registro Stampa Tribunale di Roma

© Istituto Superiore di Sanità 2025

Numero chiuso in redazione il 25 settembre 2025



Stampato in proprio

IMAGING DIAGNOSTICO E INTELLIGENZA ARTIFICIALE: LA NUOVA FRONTIERA



Chiara De Nuccio¹, Loredana Le Pera², Maurizio Mattia³,
Luisa Minghetti¹, Franca Moretti¹ e Rossella Canese²

¹Servizio di Coordinamento e Promozione della Ricerca, ISS

²Servizio Tecnico Scientifico Grandi Strumentazioni e Core Facilities ISS

³Centro Nazionale Protezione dalle Radiazioni e Fisica Computazionale, ISS

RIASSUNTO - L'intelligenza artificiale (IA) sviluppa sistemi che replicano funzioni cognitive umane attraverso algoritmi e modelli matematici. Tecniche evolute come machine learning e deep learning hanno permesso la creazione di modelli sofisticati, oggi fondamentali in ambito medico, soprattutto nell'imaging diagnostico. Questi sistemi, identificando pattern e anomalie, analizzano immagini con rapidità e accuratezza superiori a quelle umane, ottimizzano la qualità visiva e automatizzano processi diagnostici complessi. Le infrastrutture di ricerca come EATRIS, ELIXIR ed EBRAINS-Italy supportano l'innovazione, anche attraverso l'organizzazione di corsi sull'IA nell'imaging diagnostico. Gli eventi sono utili per aggiornare i professionisti del settore, evidenziando i successi dell'IA e le prospettive future.

Parole chiave: intelligenza artificiale; imaging; infrastrutture di ricerca

SUMMARY (*Diagnostic imaging and artificial intelligence: the new frontier*) - Artificial intelligence (AI) develops systems that replicate human cognitive functions through algorithms and mathematical models. Advanced techniques like machine learning and deep learning have enabled the creation of sophisticated models, now essential in medicine, especially in diagnostic imaging. These systems, identifying patterns and anomalies, analyse images faster and more accurately than humans, enhancing visual quality, and automating complex diagnostic processes. Research infrastructures such as EATRIS, ELIXIR, and EBRAINS-Italy support innovation, also by organizing courses on AI in imaging. These events help update professionals, highlighting AI's achievements and future prospects.

Key words: artificial intelligence; diagnostic imaging; research infrastructures

chiara.denuccio@iss.it

L'intelligenza artificiale (IA) è una tecnologia che mira a creare sistemi capaci di svolgere compiti complessi solitamente affidati all'intelligenza umana. Questi sistemi possono apprendere, pianificare e risolvere problemi mediante algoritmi e modelli matematici che permettono di analizzare dati, riconoscere schemi e prendere decisioni autonome.

L'IA nasce negli anni '50, con pionieri come McCarthy e Turing, sulla scia della cibernetica di Wiener degli anni '40. Il principio chiave è la capacità di un sistema di autoregolarsi in base alle informazioni ricevute, pienamente integrato nelle moderne reti neurali artificiali, e declinato in modo specifico nel machine learning (ML) e deep learning (DL). Queste

tecniche hanno permesso di sviluppare modelli computazionali avanzati che simulano e analizzano il comportamento di sistemi reali, trovando applicazioni in numerosi settori, tra cui la medicina (1).

I modelli computazionali sono rappresentazioni matematiche usate per simulare e analizzare sistemi reali. In medicina, questi modelli possono rappresentare processi biologici complessi e aiutare i ricercatori a comprendere meglio tali fenomeni e a sviluppare nuove terapie. Le reti neurali sono un tipo specifico di modello computazionale ispirato al cervello umano. Possono essere ricorrenti per realizzare modelli generativi organizzati a strati (ingresso, nascosto e uscita) (Figura 1). Le reti neurali apprendono dai dati attraverso un processo chiamato ►

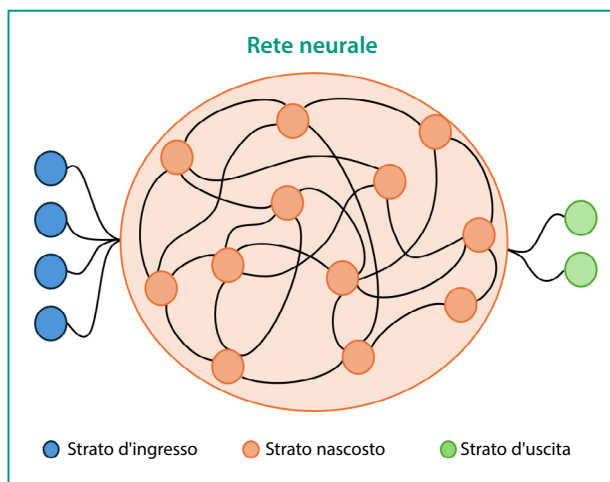


Figura 1 - Schema rappresentativo delle reti neurali

addestramento, in cui i pesi delle connessioni tra i neuroni vengono regolati per minimizzare l'errore. Sono utilizzate in vari campi come il riconoscimento delle immagini, il riconoscimento vocale, la traduzione automatica e la realizzazione di copie digitali di sistemi biologici.

Nello specifico, l'ML è una tecnologia che permette ai computer di "imparare" dai dati, senza essere programmati in modo esplicito. Il sistema analizza esempi, riconosce schemi e migliora le sue prestazioni nel tempo, proprio come farebbe una persona che acquisisce esperienza. In questo contesto la "macchina" impara a fare previsioni, prendere decisioni o riconoscere immagini, semplicemente "osservando" tanti esempi e adattandosi. In medicina, l'ML è utilizzato per analizzare grandi quantità di dati clinici e immagini mediche, aiutando a identificare pattern e fare previsioni accurate.

Il DL, infine, è una sottocategoria dell'ML che utilizza reti neurali artificiali con molti strati (da qui il termine "deep") per apprendere rappresentazioni complesse dei dati (Figura 2). Queste reti neurali profonde sono particolarmente efficaci nell'elaborazione di immagini e nel riconoscimento di pattern, rendendole ideali per applicazioni come l'imaging diagnostico.

L'IA in campo medico

L'IA ha un grande impatto sulla medicina, andando a migliorare la diagnosi, il trattamento e la gestione delle malattie. Analizzando grandi quantità di

dati e apprendendo da essi, l'IA supporta i medici nelle loro decisioni cliniche. Le applicazioni dell'IA in medicina spaziano dalla diagnosi precoce delle malattie alla personalizzazione dei trattamenti, passando per il monitoraggio continuo dei pazienti (2). Inoltre, l'IA sta trasformando sia la ricerca preclinica (accelerando la scoperta di nuovi farmaci e migliorando la comprensione delle malattie), sia la ricerca clinica (ottimizzando la progettazione e la conduzione degli studi clinici, utilizzando dati sintetici o identificando i pazienti più adatti per i trial per poi monitorare i progressi dei pazienti in tempo reale), migliorando l'efficienza degli studi e aumentando le probabilità di successo) (3, 4).

Uno degli aspetti più promettenti dell'IA in medicina è la capacità di elaborare e interpretare immagini diagnostiche con una precisione e una velocità che superano quelle umane. L'IA sta quindi rivoluzionando la diagnostica per immagini, aumentando la precisione e l'efficienza delle diagnosi attraverso il miglioramento della qualità delle immagini, la riduzione dei rischi e un'automazione della diagnosi. Infatti, l'IA utilizza algoritmi avanzati per potenziare la qualità delle immagini ottenute tramite tecniche come la tomografia computerizzata, la risonanza magnetica e la tomografia a emissione di positroni. Questi algoritmi possono ridurre il "rumore" delle immagini e aumentarne la risoluzione, permettendo ai medici di identificare minime anomalie. Inoltre, gli algoritmi di IA possono essere addestrati su milioni di immagini per riconoscere pattern e anomalie che potrebbero sfuggire all'occhio umano. Questo supporto riduce il rischio di errori umani e migliora l'efficienza del processo diagnostico, riducendo anche il numero delle analisi invasive

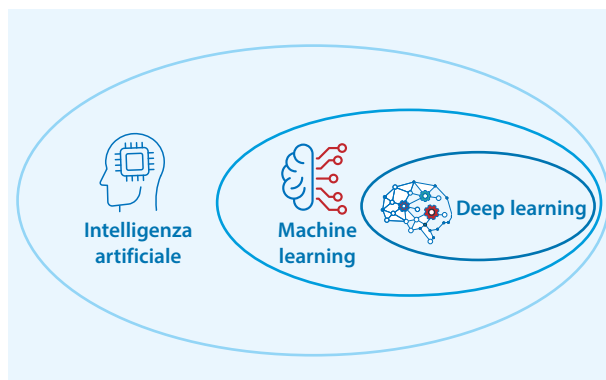


Figura 2 - Schema rappresentativo dell'intelligenza artificiale

non necessarie. Oltre a ciò, l'IA può integrare dati provenienti da cartelle cliniche elettroniche e studi genetici, per fornire una visione più completa dello stato di salute del paziente e suggerire trattamenti personalizzati (5).

L'IA sta quindi ridefinendo il ruolo del radiologo, aggiungendo valore all'interpretazione delle immagini con la possibilità di migliorare l'esito clinico. Piuttosto che sostituire i radiologi, l'IA supporta e ottimizza il loro lavoro, infatti, il radiologo rimane insostituibile e fondamentale per interpretare risultati complessi, avere contatto con i pazienti e prendere decisioni critiche sulle loro cure. È, quindi, uno strumento importante che aiuta a formulare diagnosi più accurate e tempestive, riducendo loro il carico di lavoro e lo stress mentale.

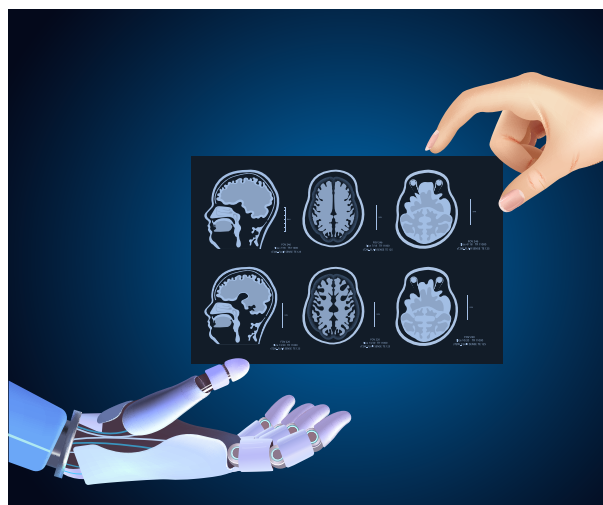
Nonostante i vantaggi, l'uso improprio dell'IA in medicina comporta anche dei rischi. Gli algoritmi di IA possono commettere errori, soprattutto se i dati di addestramento sono incompleti o di bassa qualità e questi errori possono portare a diagnosi sbagliate e a trattamenti inappropriati. Un altro rischio/preoccupazione riguarda la privacy e la sicurezza delle informazioni sanitarie dei pazienti, in quanto l'uso di IA richiede l'accesso a dati medici personali. Infine, l'implementazione dell'IA può essere costosa, e potrebbe accentuare le disuguaglianze nell'accesso alle tecnologie.

Il futuro dell'IA nell'imaging diagnostico però è promettente, migliorerà ulteriormente nella precisione, velocità e accessibilità. L'IA continuerà a migliorare la qualità delle immagini diagnostiche, permettendo di rilevare anomalie con maggiore precisione. Consentirà diagnosi e trattamenti sempre più personalizzati, e dispositivi portatili e tecnologie wireless, inoltre, renderanno l'imaging diagnostico accessibile anche in contesti remoti e meno sviluppati (6).

Il ruolo di EATRIS, ELIXIR ed EBRAINS-Italy nella ricerca sanitaria

Le infrastrutture di ricerca (IR) europee svolgono un ruolo importante nel promuovere l'innovazione nell'ambito della ricerca biomedica e, in particolar modo, nel supportare innovazioni tecnologiche quali l'IA e la diagnostica medica.

EATRIS



(European Infrastructure for Translational Medicine)

EATRIS facilita la traduzione delle scoperte scientifiche in applicazioni cliniche, supportando la ricerca traslazionale e promuovendo la collaborazione tra accademia e industria. A_IATRIS (<https://www.aiatris.it>) è il nodo nazionale italiano ed è costituita da una rete di 22 istituti nazionali di eccellenza che coordina tutti i servizi legati alla medicina traslazionale del Paese. Gli obiettivi principali sono di promuovere la qualità delle piattaforme (imaging & tracer, medicinali per terapie avanzate, biomarcatori, vaccini infiammazione e immune monitoring, piccole molecole) e dei corrispondenti servizi erogabili, sviluppare e attivare progettualità congiunte intorno a temi di ricerca biomedica prioritaria come l'IA.

ELIXIR

ELIXIR (<https://www.elixir-italy.org>) è l'infrastruttura europea che coordina e integra risorse per la gestione e l'analisi dei dati biologici, elemento chiave per lo sviluppo di soluzioni basate sull'IA in ambito biomedico. Attraverso strumenti, servizi e standard condivisi, ELIXIR favorisce l'accesso a dati di qualità e la costruzione di modelli computazionali affidabili. Il nodo italiano, ELIXIR-IT, include 30 membri tra istituti di ricerca, università e centri di calcolo. Sostenendo la ricerca biomedica e biotecnologica, promuovendo la collaborazione interdisciplinare e offrendo ai giovani ricercatori accesso a tecnologie avanzate, ELIXIR rappresenta un'opportunità di crescita professionale.



EBRAINS-Italy (European Brain Research Infrastructure)

EBRAINS-Italy (<https://www.ebrains-italy.eu>) nasce con l'ambizione di consolidare e valorizzare le competenze italiane nelle neuroscienze, creando una IR all'avanguardia, integrata nella rete europea EBRAINS. Sfrutta l'IA e l'ML per comprendere le malattie neurologiche e sviluppare nuovi trattamenti realizzando strumenti e tecnologie avanzate per comprendere il funzionamento del cervello umano e affrontare le sfide della medicina contemporanea. EBRAINS-Italy, riunisce gruppi con competenze trasversali che vanno dalla modellistica del sistema nervoso al calcolo ad alte prestazioni per le neuroscienze sperimentali e teoriche, integrando le loro attività per generare sinergie e progressi sostanziali nella produzione e diffusione della conoscenza nei campi scientifico, industriale e sociale in tutto il Paese.

Corso sul ruolo dell'IA nell'imaging diagnostico

Visto il crescente interesse per l'argomento, i nodi nazionali delle IR A_IATRIS, ELIXIR-IT e EBRAINS-Italy hanno organizzato la prima edizione del Corso "Il ruolo dell'IA nell'imaging diagnostico" il 23 ottobre 2024 presso l'Istituto Superiore di Sanità. L'iniziativa si è svolta nell'ambito del Progetto Ecosistemi dell'Innovazione - Rome Technopole. Durante l'evento i partecipanti sono stati aggiornati sullo stato dell'arte e sulle prospettive future dell'IA nei processi di acquisizione ed elaborazione delle immagini, nonché al supporto che l'IA darà alla diagnostica e al follow-up terapeutico.

Il Corso si è articolato in quattro sessioni riguardanti: a) i modelli computazionali; b) l'impiego dell'ML nella diagnosi oncologica; c) l'impiego dell'ML nello studio del cervello; d) l'evoluzione verso il DL, con un focus su nuovi ambiti di ricerca e aspetti regolatori. Al Corso hanno partecipato docenti nazionali e internazionali esperti nel campo e provenienti da istituti di eccellenza.

Il successo e l'interesse suscitato hanno portato a pianificarne una seconda edizione prevista per il 16 ottobre 2025. Questo appuntamento continuerà a fornire aggiornamenti scientifici cruciali e a promuovere la formazione di professionisti coinvolti nello studio e nell'utilizzo dell'IA per l'imaging diagnostico.

Conclusioni

In conclusione, l'IA sta ridefinendo l'imaging diagnostico, migliorando tempestività, precisione ed efficacia delle diagnosi. Le IR come EATRIS, ELIXIR e EBRAIN-Italy sono fondamentali nel sostenere questa evoluzione, per affrontare con responsabilità i rischi etici, regolatori e tecnologici e garantire un uso sicuro e vantaggioso dell'IA nella pratica clinica. ■

Dichiarazione sui conflitti di interesse

Gli autori dichiarano che non esiste alcun potenziale conflitto di interesse o alcuna relazione di natura finanziaria o personale con persone o con organizzazioni, che possano influenzare in modo inappropriato lo svolgimento e i risultati di questo lavoro.

Riferimenti bibliografici

1. Regine Russell SJ, Norvig P. *Artificial Intelligence A Modern Approach. Third Edition*. Chapter 1. Introduction, Section 1.3. The History of Artificial Intelligence. p.16-28.
2. Fogel AL, Kvedar JC. Artificial intelligence powers digital medicine. *NPJ Digit Med* 2018;1:5 (doi: 10.1038/s41746-017-0012-2).
3. Vamathevan J, Clark D, Czodrowski P, et al. Applications of machine learning in drug discovery and development. *Nat Rev Drug Discov* 2019;18(6):463-77 (doi: 10.1038/s41573-019-0024-5).
4. Askin S, Burkhalter D, Calado G, et al. Artificial Intelligence Applied to clinical trials: opportunities and challenges. *Health Technol (Berl)* 2023;13(2):203-13 (doi: 10.1007/s12553-023-00738-2).
5. Oren O, Gersh BJ, Bhatt DL. Artificial intelligence in medical imaging: switching from radiographic pathological data to clinically meaningful endpoints. *Lancet Digital Health* 2020;2:e486-8 (doi: 10.1016/s2589-7500(20)30160-6).
6. Tang X. The role of artificial intelligence in medical imaging research. *BJR Open* 2020;2(1):20190031 (doi: 10.1259/bjro.20190031).

TAKE HOME MESSAGES

- L'intelligenza artificiale (IA) rappresenta uno strumento fondamentale per lo sviluppo della ricerca biomedica.
- L'IA rivoluziona l'imaging diagnostico, senza sostituire il radiologo.
- Le infrastrutture di ricerca sono motori dell'innovazione biomedica supportando l'IA e la diagnostica medica.

IL NUMERO DI TEST HIV EFFETTUATI IN ITALIA DAL 2018 AL 2023: PRIMI RISULTATI DEL PROGETTO “PRONTI”



Lucia Pugliese¹, Vincenza Regine¹, Anna Caraglia², Francesca Centrone³, Maria Chironna⁴, Gianluca Cruschelli⁵, Massimo Farinella⁶, Claudio Galli⁷, Sara Moriconi⁵, Valentina Annachiara Orlando⁴, Chiara Pasqualini⁸, Monia Puglia⁹, Laura Rancilio¹⁰, Lara Tavoschi⁵, Fabio Voller⁹ e Barbara Suligoj¹

¹Dipartimento di Malattie Infettive, ISS

²Ex Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria, Ministero della Salute

³Unità Operativa di Igiene, AOUC Policlinico di Bari

⁴Sezione di Igiene, Dipartimento Interdisciplinare di Medicina, Università degli Studi di Bari

⁵Dipartimento di Ricerca Traslationale e Nuove Tecnologie in Medicina e Chirurgia, Università di Pisa

⁶Circolo di Cultura Omosessuale Mario Mieli

⁷Ex Abbott Laboratories, Roma

⁸Servizio di riferimento Regionale di Epidemiologia per la Sorveglianza e Controllo delle Malattie Infettive, Regione Piemonte

⁹Osservatorio Epidemiologia, Agenzia Regionale di Sanità della Toscana

¹⁰Caritas Ambrosiana, Milano

RIASSUNTO - I dati delle prestazioni di assistenza specialistica ambulatoriale del Ministero della Salute sono stati analizzati allo scopo di studiare il numero di test HIV effettuati in Italia dal 2018 al 2023 mettendoli in relazione con i dati della popolazione adulta generale e con quelli della sorveglianza nazionale delle nuove diagnosi HIV. Annualmente vengono effettuati circa un milione di test di screening e tale numero si è mantenuto relativamente stabile nel tempo con una diminuzione evidente nel 2020, probabilmente dovuta agli effetti della pandemia da COVID-19. Il tasso di screening cambia tra le diverse aree geografiche mostrando un gradiente decrescente Nord-Sud. Non emerge una correlazione diretta tra il tasso di screening e il tasso di incidenza delle nuove diagnosi di HIV. Lo studio sottolinea la necessità di attuare strategie sanitarie più mirate, come un miglior accesso al test, una maggiore sensibilizzazione e promozione del test affinché si rafforzi la prevenzione e si garantisca un accesso equo alle cure per ridurre l'incidenza dell'HIV nel Paese.

Parole chiave: HIV; test; screening

SUMMARY (The number of HIV tests in Italy from 2018 to 2023: first results of PRONTI Project) - We analyzed data on HIV tests performed in Italy from 2018 to 2023 obtained from the outpatient health services database provided by the Ministry of Health. The annual screening rate (number of HIV tests per 100 adult population) was compared with the incidence of new HIV diagnoses obtained from the national HIV surveillance system. Approximately one million screening tests are performed annually, and this value is almost stable over time. A decline in the number of tests performed in 2020 was observed, probably due to the COVID-19 pandemic, followed by an increase in the following years. The screening rate varied across geographic areas, showing a decreasing gradient from North to South. No direct correlation emerged between the screening rate and the incidence of new HIV diagnoses. The study highlights the need for more targeted health strategies, such as improved access to testing, increased awareness, and promotion of HIV testing, to strengthen prevention and ensure equitable access to care in order to reduce HIV incidence in the Country.

Key words: HIV; test; screening

lucia.pugliese@iss.it

Il numero di test HIV effettuati annualmente in Italia consente di misurare l'accesso al test e fornisce informazioni utili all'interpretazione dei dati raccolti attraverso i sistemi di sorveglianza nazionale HIV e AIDS relativamente, ad esempio, alle differenze geografiche e temporali dell'andamento dei casi (1).

Il monitoraggio dei test HIV nel tempo consente di stimare le variazioni che si osservano nell'incidenza HIV che possono essere anche legate a modifiche riguardanti le attitudini della popolazione a effettuare il test. La conoscenza del numero dei test di screening effettuati permette ancora di valutare: l'impatto ►

dell'introduzione di nuove indicazioni per l'esecuzione del test; l'organizzazione delle strutture sanitarie dedicate; la disponibilità di accesso al test e la diffusione di modalità innovative di testing. Tra l'altro, il numero di test effettuati costituisce uno degli indicatori richiesto annualmente dall'European Centre for Disease Prevention and Control al fine di confrontare i dati di tutti i Paesi europei (2, 3).

È proprio in questo ambito che si inserisce "PRONTI" (PROgetto Numero di Test HIV effettuati in Italia), un Progetto basato sull'analisi dei dati della specialistica ambulatoriale, che ha coinvolto più partner: il Ministero della Salute, i referenti regionali della sorveglianza HIV di Piemonte, Toscana e Puglia, l'Università di Pisa, le associazioni Caritas Ambrosiana e Circolo Mario Mieli (4).

In questo articolo vengono presentati i primi risultati sul numero di test HIV effettuati in Italia confrontati con la popolazione generale e con i dati della sorveglianza nazionale delle nuove diagnosi HIV, dal 2018 al 2023.

I dati della specialistica ambulatoriale del Ministero della Salute

Il Ministero della Salute raccoglie annualmente il numero di prestazioni ambulatoriali che vengono eseguite sul territorio nazionale. Ciascuna delle 21

Regioni e Province Autonome (PA) è responsabile della raccolta dati, a livello territoriale, dei servizi ambulatoriali provenienti da tutti gli ospedali pubblici, le Università e le istituzioni private facenti parte del Sistema Sanitario Nazionale. Non sono inclusi i test eseguiti su pazienti ricoverati né quelli effettuati per lo screening delle donazioni di sangue e organi. Successivamente, i dati (codificati secondo il nomenclatore sanitario e tariffario delle prestazioni) vengono trasmessi al Ministero della Salute (5).

Vengono analizzati i dati della specialistica ambulatoriale relativi al periodo 2018-2023, riguardanti il numero dei test HIV aggregati per tipologia di test e per Regione di effettuazione. La Figura 1 mostra l'algoritmo più frequentemente adottato in Italia per la diagnosi dell'HIV, indicando le tipologie di test utilizzati nei vari step diagnostici (4). I test di screening includono i test di quarta generazione che rilevano contemporaneamente gli anticorpi specifici per HIV-1 e HIV-2 e l'antigene p24 dell'HIV-1. Gli immunoblot vengono utilizzati per confermare la reattività dei test di primo livello. L'HIV-RNA NAT (Nucleic acid Amplification Test - test amplificazione acidi nucleici) fornisce sia una risposta qualitativa (rilevamento dell'HIV-RNA) sia una valutazione quantitativa (la "carica virale", espressa in copie di RNA/mL). Questo test viene utilizzato principalmente per il monitoraggio dei soggetti con infezione da HIV, *naïve* o in

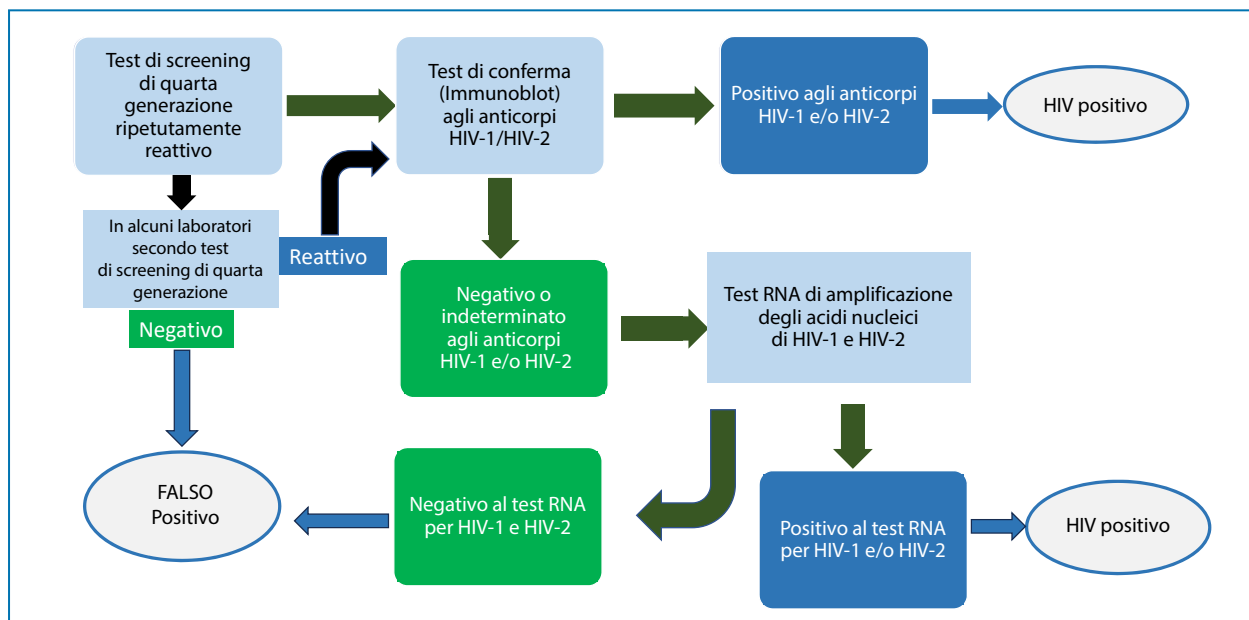


Figura 1 - Algoritmo diagnostico dell'infezione da HIV più frequentemente utilizzato in Italia

terapia antiretrovirale e solo una minima parte viene utilizzata per confermare una reattività iniziale con i test di screening o per risolvere casi non classificabili con l'immunoblot. In questo studio sono stati presi in considerazione i test di primo livello (rilevazione di Ag/Ab HIV), i test di conferma (Immunoblot) e di monitoraggio (HIV-RNA quantitativo) (5).

Il trend del numero di test HIV in Italia dal 2018 al 2023

La Tabella 1 riporta il numero e la distribuzione dei test HIV eseguiti sulle persone che accedono agli ambulatori presenti all'interno dei servizi sanitari pubblici. Si osserva che i test più frequentemente utilizzati siano quelli di screening (84,0%), con una percentua-

le che varia tra un minimo di 82,9% nel 2021 e un massimo di 85,1% nel 2020. Nel periodo di studio, dal 2018 al 2023, i test di conferma per HIV (immunoblot) rappresentano lo 0,5%, i test HIV-RNA NAT il 13,6% mentre tutti gli altri test (immunodosaggi dell'antigene p24 dell'HIV-1, colture virali, test di resistenza ai farmaci antivirali) meno del 2% di tutti i test per HIV eseguiti negli ambulatori pubblici a livello nazionale. Nel 2020, e in misura minore nel 2021, è stata osservata una diminuzione del numero di test HIV rispetto al 2018 e al 2019.

La Tabella 2 mostra l'andamento del numero di test di screening per l'intero territorio nazionale e nelle quattro aree geografiche così come definite dall'Istat (Nord-Ovest: Liguria, Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta; Nord-Est: EmiliaRomagna, Friuli ►

Tabella 1 - Numero dei test HIV per tipologia di test (dati specialistica ambulatoriale 2018-2023)

Tipologia del test HIV	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Totale 2018-2023
Screening	1.133.377	1.126.946	889.972	984.710	1.007.531	1.096.822	6.239.358
% Screening sul totale test	83,6	83,7	85,1	82,9	84,2	84,5	84,0
Conferma (immunoblot)	5.909	5.931	6.313	7.755	5.272	6.417	37.597
% Conferma sul totale test	0,4	0,4	0,6	0,7	0,4	0,5	0,5
% Conferma sul totale screening	0,5	0,5	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6
Monitoraggio (HIV-RNA quantitativo)	199.021	193.908	127.306	160.122	157.877	168.824	1.007.058
% Monitoraggio sul totale test	14,7	14,4	12,2	13,5	13,2	13,0	13,6
Altro	17.106	19.072	21.655	34.994	25.681	25.858	144.366
% Altro sul totale test	1,3	1,4	2,1	2,9	2,1	2,0	1,9
Totale test effettuati	1.355.413	1.345.857	1.045.246	1.187.581	1.196.361	1.297.921	7.428.379
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabella 2 - Numero di screening HIV e tasso (%) sulla popolazione, per area geografica e anno di effettuazione del test (dati specialistica ambulatoriale 2018-2023)

Area geografica	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Media annuale 2018-2023
Numero test di screening							
Nord-Ovest	402.221	411.824	306.095	370.410	385.422	440.500	386.079
Nord-Est	273.048	276.430	209.278	219.857	217.862	222.341	236.469
Centro	187.699	180.888	149.854	152.487	164.478	182.073	169.580
Sud e Isole	270.409	257.804	224.745	241.956	239.769	251.908	247.765
Totale Italia	1.133.377	1.126.946	889.972	984.710	1.007.531	1.096.822	1.039.893
Tasso di screening (%) sulla popolazione							
Nord-Ovest	3,0	3,1	2,3	2,8	2,9	3,3	2,9
Nord-Est	2,8	2,8	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4
Centro	1,9	1,8	1,5	1,5	1,7	1,8	1,7
Sud e Isole	1,6	1,5	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5
Totale Italia	2,3	2,2	1,8	2,0	2,0	2,2	2,1

Venezia Giulia, PA di Bolzano, PA di Trento, Veneto; Centro: Lazio, Marche, Toscana, Umbria; Sud e Isole: Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sardegna, Sicilia) (6).

Si osserva che in media annualmente vengono effettuati circa un milione di test di screening, con un andamento stabile in tutto il periodo a eccezione del biennio 2020-2021. Tale diminuzione è più pronunciata nell'area Nord-Occidentale dove si è osservata un'ampia ripresa negli anni successivi, raggiungendo un massimo di 430.000 test nel 2023. Nelle altre aree geografiche, il calo del numero di test di screening nel 2020 è meno evidente, soprattutto nelle aree del Centro e Sud e Isole. Questo andamento è legato alla pandemia da COVID-19 e alle restrizioni a essa legate che hanno causato una evidente riduzione delle attività ambulatoriali in Italia (7-9).

Tasso di screening HIV e confronto con le nuove diagnosi HIV

Rapportando il numero di test di screening al totale della popolazione adulta italiana (>18 anni) (10), nel periodo in studio si osserva un tasso medio pari al 2,1% con lievi oscillazioni che vanno dal 2,3% nel 2018 al 2,2% nel 2023. Tale tasso risulta inferiore a quello riportato nel 2023 dagli altri Paesi dell'Europa Occidentale, dove il minimo si registra in Danimarca (2,9%) e il massimo in Francia (11%) (2). La Tabella 2 mostra i tassi di screening nelle quattro aree geografiche di residenza. Si osserva un gradiente decrescente Nord-Sud con un tasso di screening più elevato nel Nord-Ovest (2,9%) e più basso al Sud e Isole (1,5%). La Figura 2 mostra i tassi di screening medi (2018-

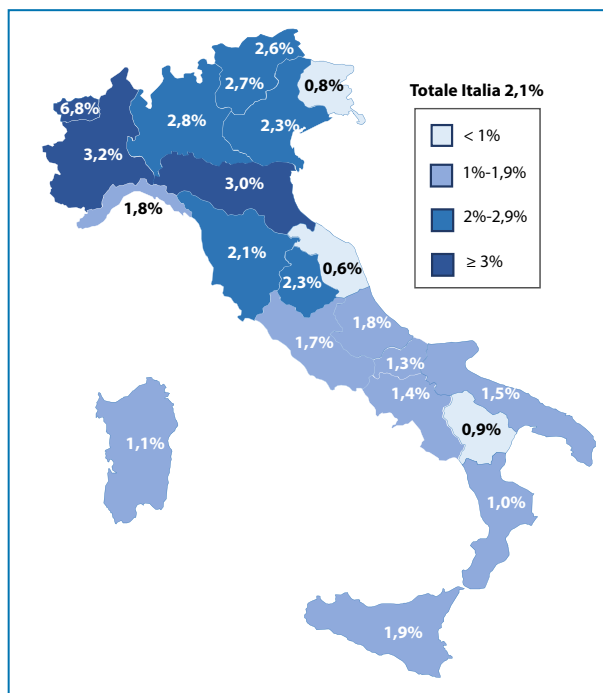


Figura 2 - Tasso di screening HIV per 100 residenti per Regione (dati specialistica ambulatoriale 2018-2023)

2023) per 100 residenti per Regione. Il gradiente geografico evidenziato tra Nord-Sud, nella percentuale di persone che hanno effettuato il test, è rimasto stabile nel tempo. Questo andamento può essere attribuito a una maggiore accessibilità al test o a una maggiore consapevolezza del rischio di contrarre l'infezione da HIV nelle Regioni del Nord.

La Figura 3 illustra l'andamento temporale del tasso di screening e dell'incidenza di nuove diagnosi HIV, evidenziando una tendenza simile, con una analoga diminuzione nel 2020 e un aumento negli anni successivi (1).

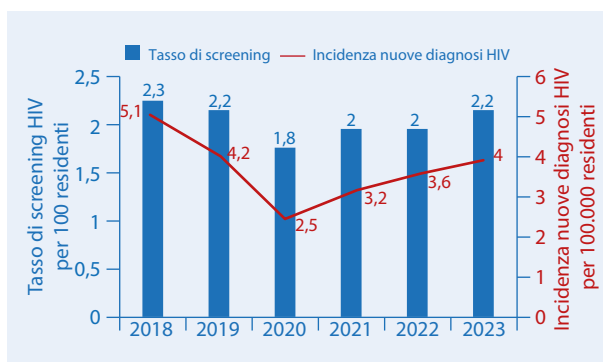
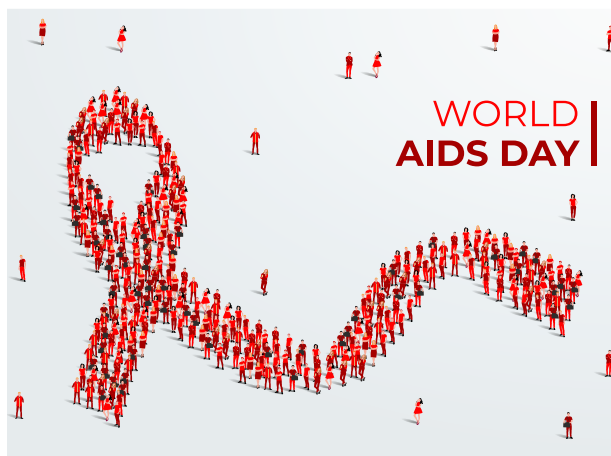


Figura 3 - Trend del tasso di screening HIV e incidenza nuove diagnosi HIV (dati specialistica ambulatoriale e dati sorveglianza HIV 2018-2023)



La Figura 4 mette a confronto l'incidenza delle nuove diagnosi HIV e il tasso medio annuo di screening nelle quattro aree geografiche e a livello nazionale, nel periodo 2018-2023.

È interessante notare che, nelle Regioni del Centro si osservano sia il tasso di screening più basso (1,7%) che l'incidenza delle nuove diagnosi HIV più elevata (6 per 100.000).

La Figura 5 mostra come non si evidenzia alcuna correlazione tra il tasso di screening e l'incidenza delle nuove diagnosi HIV nelle 21 Regioni e nelle PA per l'anno 2023. Questo dato conferma quanto già osservato nella Figura 4, dove un tasso di screening elevato non corrisponde a un'incidenza HIV più elevata. Tra le possibili ipotesi della mancata correlazione vanno considerate una sotto-notifica delle nuove diagnosi HIV in alcune aree geografiche, un approccio più o meno mirato nel proporre il test HIV a gruppi di popolazione a rischio, la ripetizione di test HIV sulle stesse persone e un accesso agevolato all'effettuazione del test in alcune zone.

Conclusioni

L'analisi dei dati relativi al numero dei test HIV effettuati in Italia dal 2018 al 2023 ha evidenziato una sostanziale stabilità del numero dei test nel tempo

con una riduzione nel 2020 plausibilmente legata alla pandemia da COVID-19, che ha ridotto temporaneamente l'accesso ai servizi di screening. Tuttavia, a partire dal 2021, si è osservato un aumento del numero dei test, soprattutto nell'area geografica del Nord, da associare anche alla ripresa delle attività sanitarie post-pandemia. Nel periodo analizzato emerge un gradiente decrescente di testing da Nord a Sud, che suggerisce la necessità di favorire l'accesso al test HIV nelle aree dove i tassi di screening sono più bassi e dove la consapevolezza del rischio HIV potrebbe essere minore.

Nonostante i progressi raggiunti negli ultimi decenni per rendere il test HIV sempre più accessibile, anonimo e possibilmente gratuito, permane il gap esistente in alcune aree geografiche. Inoltre, la mancata correlazione tra tasso di screening e incidenza delle nuove diagnosi HIV indica la necessità di ►

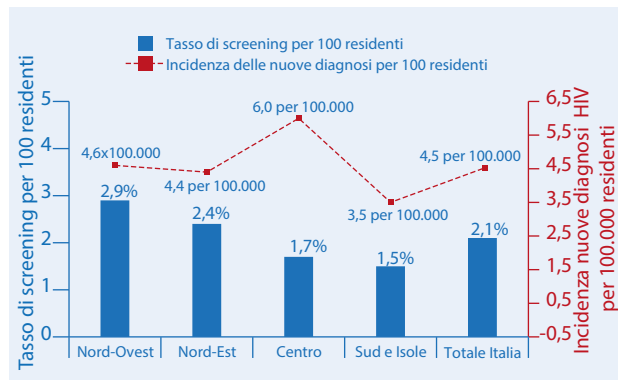


Figura 4 - Tasso di screening e incidenza nuove diagnosi HIV per area di residenza (dati specialistica ambulatoriale e Sorveglianza HIV 2018-2023)

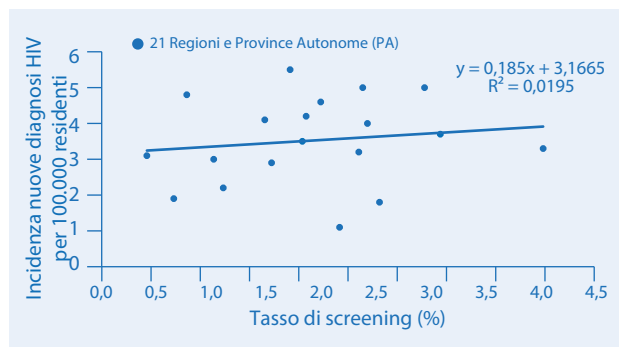


Figura 5 - Confronto tasso di screening e incidenza nuove diagnosi HIV nelle 21 Regioni e PA (dati specialistica ambulatoriale e Sorveglianza HIV, 2023)



intervenire con approcci più mirati per incrementare l'accesso al test nelle aree con bassi tassi di screening e per ridurre le disparità geografiche. Un approccio preventivo integrato e coordinato che coinvolga i medici di medicina generale, gli ospedali, i servizi territoriali e i centri gestiti dal terzo settore potrebbe potenziare l'accesso al test, ridurre la quota di "sommerso", favorire la diagnosi precoce delle persone che vivono con HIV, migliorarne l'accesso alle cure e contribuire alla riduzione della diffusione dell'infezione da HIV nel nostro Paese. ■

Dichiarazione sui conflitti di interesse

Gli autori dichiarano che non esiste alcun potenziale conflitto di interesse o alcuna relazione di natura finanziaria o personale con persone o con organizzazioni, che possano influenzare in modo inappropriato lo svolgimento e i risultati di questo lavoro.

Riferimenti bibliografici

1. Regine V, Pugliese L, Ferri M, et al. Aggiornamento delle nuove diagnosi di infezione da HIV e dei casi di AIDS in Italia al 31 dicembre 2023. *Not Ist Super Sanità* 2024;37 (11):3-59.
2. World Health Organization (WHO). *Regional Office for Europe, European Centre for Disease Prevention and Control. HIV/AIDS surveillance in Europe 2024 - 2023 data*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2024.

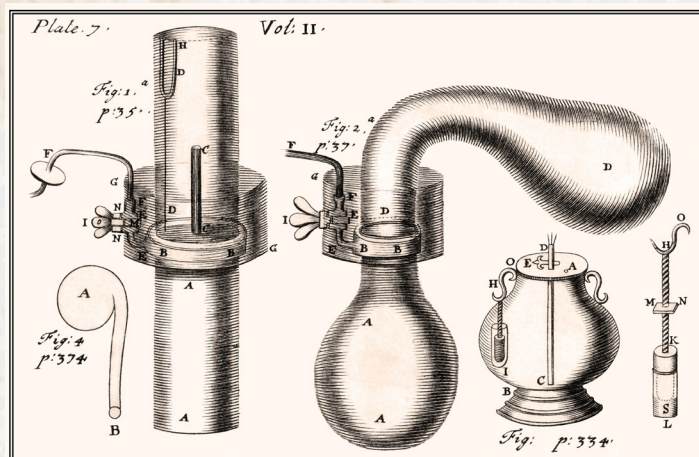
3. World Health Organization (WHO). *Consolidated guidelines on HIV prevention, testing, treatment, service delivery and monitoring: recommendations for a public health approach*. WHO: Geneva, Switzerland 2021; 548 p. (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240031593>).
4. Galli C, Regine V, Caraglia A, et al. Outpatient Testing for HIV in Italy, 2018-2023-Preliminary Data. *Microorganisms* 2025;13(3):655 (doi: 10.3390/microorganisms13030655).
5. Ministero della Salute. Il modello NSIS - Nuovo Sistema Informativo Sanitario (<https://www.salute.gov.it/new/it/tema/nuovo-sistema-informativo-sanitario/il-modello-nsis/>).
6. Istat. Ripartizioni geografiche (<https://www.istat.it/tag/ripartizioni-geografiche/>).
7. Dorrucchi M, Regine V, Pugliese L, et al. Impact of COVID-19 epidemic on temporal pattern of new HIV diagnoses in Italy, 2021 database. *Eur J Public Health* 2023;33(6):1171-6 (doi: 10.1093/eurpub/ckad156).
8. Mazzitelli M, Ciccullo A, Baldin G, et al. Has COVID-19 changed the approach to HIV diagnosis? A multicentric Italian experience. *Medicine (Baltimore)* 2021;100:e27418 (doi: 10.1097/MD.00000000000027418).
9. Simões D, Stengaard AR, Combs L, et al. Impact of the COVID-19 pandemic on testing services for HIV, viral hepatitis and sexually transmitted infections in the WHO European Region, March to August 2020. *Euro Surveill* 2020;25(47):2001943 (doi: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.47.2001943).
10. Istat Demografia in cifre. Popolazione residente (<https://demo.istat.it/app/?i=POS&l=it>).

TAKE HOME MESSAGES

- Il Progetto PRONTI permette di conoscere, per la prima volta, il numero di test HIV effettuati annualmente a livello nazionale consentendo di misurare l'accesso al test HIV, nonché l'attitudine delle persone a sottoporsi al test.
- Mediamente ogni anno vengono eseguiti circa un milione di test di screening a cui corrisponde un tasso pari al 2% della popolazione residente, con un gradiente decrescente Nord-Sud.
- I risultati dello studio sono cruciali per poter meglio interpretare i dati HIV che confluiscono al Sistema di sorveglianza nazionale e programmare le attività sanitarie e di prevenzione al fine di ridurre la diffusione dell'infezione da HIV.



Robert Boyle: storia di uno scienziato e della legge che segnò la fisica



Robert Boyle (1627-1691). *The works of the honourable Robert Boyle...* by Richard Boulton, 1699-1700

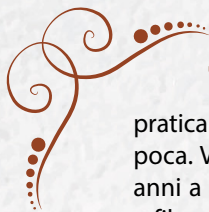
Figura preminente della cultura intellettuale dell'Inghilterra di fine '600, Robert Boyle, filosofo naturalista e scienziato irlandese, è considerato un pioniere del metodo sperimentale e uno dei padri della chimica moderna. La sua ricerca scientifica coprì molti ambiti, tra cui la fisica, la chimica, l'idrostatica, la medicina, le scienze della terra. Si caratterizzò per l'osservazione diretta e per la costante affermazione della pratica sperimentale come mezzo principale per comprendere la natura, influenzando profondamente i successivi sviluppi della scienza britannica.

Nacque nel 1627 nel castello di Lismore, in Irlanda, quattordicesimo figlio del primo Conte di Cork, un influente statista e proprietario terriero. L'appartenenza a una delle famiglie più facoltose e prestigiose d'Irlanda, gli permise di ricevere sin da bambino un'educazione privata di primordine grazie alla quale apprese anche il latino, il greco e il francese. A soli otto anni, nel 1635, Boyle venne ammesso all'Eton College, famosa e autorevole scuola superiore del Regno Unito, dove per circa tre anni continuò la sua istruzione. Questo periodo fu fondamentale per lo sviluppo delle sue capacità critiche e della già spiccata intelligenza (Figura 1).



Figura 1 - Robert Boyle (1627-1691). *The works of the honourable Robert Boyle...* by Richard Boulton, 1699-1700

Per completare la sua formazione, a dodici anni, sotto la guida di un tutore francese, intraprese una lunga serie di viaggi in Europa, una



pratica comune per i giovani aristocratici dell'epoca. Visitò la Francia, soggiornò per circa due anni a Ginevra dove studiò matematica, lingue e filosofia. Successivamente, nel 1641, si recò in Italia fermandosi in particolare a Firenze dove entrò in contatto con le teorie e i metodi di Galileo Galilei (1564-1642), che morì l'anno seguente nel vicino borgo fiorentino di Arcetri. L'incontro con il pensiero galileiano fu per lui particolarmente significativo e lo spinse a dedicarsi alla scienza, influenzandone l'approccio metodologico.

Tornato in Inghilterra nel 1645, in seguito alla morte del padre, Boyle si occupò principalmente di ricerca scientifica. Entrò in contatto con lo scrittore e divulgatore polacco Samuel Hartlib (1600 ca.-1662 ca.) e con un gruppo di eminenti intellettuali, filosofi naturali, medici e chimici con i quali condivideva il comune interesse per una nuova filosofia basata sull'esperimento (filosofia sperimentale).

Insieme costituirono il cosiddetto "Circolo di Hartlib" noto anche come *Invisible College* (Collegio invisibile), i cui membri, che si riunivano regolarmente a Londra e a Oxford, furono i precursori della *Royal Society*, ufficialmente istituita nel 1660 e di cui egli stesso fu uno dei fondatori e, per tutta la vita, membro attivo e influente del Consiglio.

In ragione di tale passione per la scienza e in virtù del cospicuo patrimonio ereditato dal padre, Boyle decise di allestire un laboratorio scientifico direttamente nella propria residenza a Stalbridge, nella contea del Dorset, nel quale applicò il metodo sperimentale galileiano basato sull'osservazione oggettiva, la sperimentazione e la formulazione di leggi (Figura 2).

Nella sua attività di ricerca scientifica, Robert Boyle fu anche particolarmente influenzato dal pensiero del filosofo inglese Francis Bacon (1561-1626) che, in opposizione all'approccio deduttivo e teorico della tradizione, considerò l'osservazione sistematica, la raccolta e l'analisi rigorosa dei dati, l'unico metodo valido per conoscere la natura.

Uomo di profonda fede cristiana, Boyle considerava la ricerca scientifica come complementare alla religione, non trovando conflitto tra una visione meccanicistica dell'universo e la fede nel Creatore. Riteneva, infatti, che gli esperimenti scientifici potessero condurlo a una maggiore conoscenza di Dio e del mondo; scienza e fede non si escludevano a vicenda, ma potevano co-

esistere e persino rafforzarsi reciprocamente. Per Boyle, l'universo, con le sue leggi e il suo ordine, era una prova dell'esistenza di un Creatore onnipotente. Tale convinzione lo spinse a dedicarsi anche all'approfondimento di scritti di teologia e di filosofia naturale.

Trasferitosi a Oxford, tra il 1655 e il 1656, uno degli ambienti più dinamici e innovativi nell'ambito della ricerca in Europa, Boyle approfondì le teorie meccanicistiche del filosofo francese Cartesio (1596-1650) e di altri studiosi, ampliando i suoi interessi fino a includere la medicina e l'anatomia. Con una straordinaria facilità di scrittura, pubblicò in questi anni numerosi saggi morali e articoli di argomento scientifico che gli consentirono di acquisire una fama internazionale.

Stimolato dal confronto con gli scienziati di Oxford, allestì un altro laboratorio ben attrezzato dove avviare nuove ricerche e nel quale, affascinato dagli studi di pneumatica del fisico tedesco Otto von Guericke (1602-1686), si dedicò alla realizzazione di uno strumento in grado di produrre facilmente il vuoto. Fu così che con l'aiuto del suo assistente personale, lo scienziato inglese Robert Hooke (1635-1703), riuscì a costruire nel 1659 la pompa ad aria, conosciuta anche come "macchina boyleana" o "motore pneumatico"

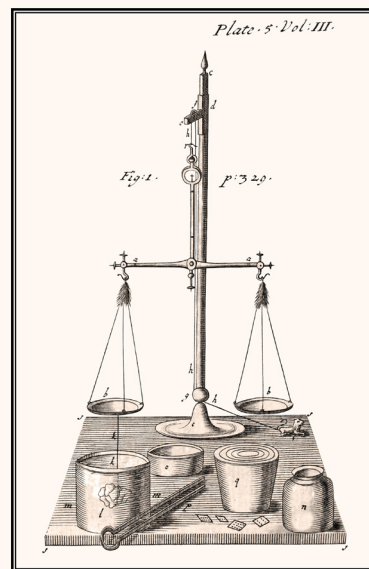
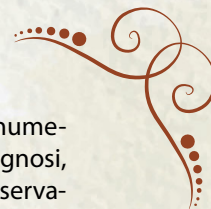


Figura 2 - Robert Boyle (1627-1691). *The works of the honourable Robert Boyle...* by Richard Boulton, 1699-1700



(Figura 3). Tale strumento era costituito da un cilindro di vetro chiuso da un pistone mobile, a sua volta collegato a una scala graduata per misurare il volume occupato dall'aria e a un manometro per rilevare la pressione. Muovendo il pistone, Boyle poteva variare il volume dell'aria studiandone così l'effetto sulla pressione.

Questo nuovo apparecchio fu essenziale per condurre studi ed esperimenti sulle proprietà e funzioni dell'aria e soprattutto per la formulazione nel 1661 della legge di trasformazione isoterma universalmente conosciuta come "legge di Boyle", ma anche chiamata "legge di Boyle-Mariotte" dal nome del fisico francese Edme Mariotte (1620-1684) che, alcuni anni dopo, scoprì indipendentemente la stessa legge sulla compressibilità dei gas. Si tratta di un importante principio fisico della termodinamica che descrive il comportamento dei gas a temperatura costante ed evidenzia, con una formula matematica, la relazione inversa tra pressione e volume: un gas diminuisce all'aumentare della pressione e viceversa.

Tali ricerche vennero riportate nel suo primo trattato *New physical-mechanical experiments, Touching the Spring of the Air and Its Effects* (Nuovi esperimenti fisico-meccanici sull'elasticità dell'aria e sui suoi effetti) pubblicato nel 1660.

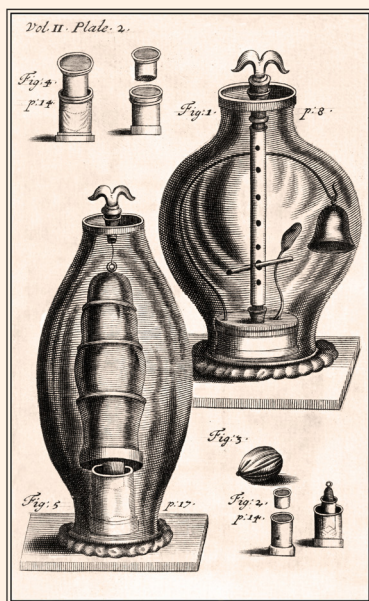


Figura 3 - Robert Boyle (1627-1691). *The works of the honourable Robert Boyle...* by Richard Boulton, 1699-1700

In quest'opera, in cui vengono descritti numerosi esperimenti straordinariamente ingegnosi, Boyle riporta anche alcune interessanti osservazioni sul ruolo dell'aria sia nella trasmissione del suono, dimostrando che le onde sonore non si propagano nel vuoto, che come componente essenziale per la combustione.

La notorietà di Boyle è anche legata alla "teoria corpuscolare della materia" descritta per la prima volta nel trattato *The sceptical chymist* (Il chimico scettico) del 1661 e approfondita successivamente nell'opera *The origin of forms and qualities* (Origine delle forme e qualità) del 1666. In questi lavori, si oppose alla tradizionale teoria aristotelica, secondo cui la materia era formata da quattro elementi (terra, acqua, fuoco e aria) e a quella paracelsiana dei tre principi (sale, zolfo, mercurio), per sostenere che fosse invece costituita da particelle (corpuscoli) con diverse dimensioni, forme e movimenti, e che queste fossero la base di tutte le sostanze. Un corpo poteva essere così descritto in base alle sue proprietà osservabili e misurabili, attraverso una sistematica attività di sperimentazione in laboratorio.

Sempre nel campo della chimica, che elevò a scienza autonoma separandola nettamente dall'alchimia e dalla medicina, Boyle classificò le sostanze in acide o basiche distinguendole attraverso l'utilizzo di indicatori vegetali, come i fiori di tornasole o di violetta che, per effetto del cambiamento di colore (dal rosso, al blu o al verde), ne specificavano le caratteristiche. Questi esperimenti furono descritti nell'opera del 1664 *Experiments and considerations touching colours* (Esperimenti e considerazioni riguardanti i colori).

La sua dedizione per la ricerca continuò anche quando nel 1668 si trasferì da Oxford a Londra per vivere con la sorella Katherine a cui era particolarmente legato. In questa città, dove rimase fino alla fine della sua vita, si avviò una nuova fase della carriera di Boyle durante la quale pubblicò almeno un libro ogni anno e allestì un altro laboratorio aperto al pubblico. Vivere a Londra gli consentì inoltre di partecipare più attivamente alla Royal Society, raggiungendo una fama internazionale nonché il rispetto e la stima dei suoi contemporanei.

Intorno al 1689, già di salute cagionevole, si ammalò a tal punto da decidere di ritirarsi dagli incarichi pubblici e morì nel 1691.

Lasciò i suoi scritti alla Royal Society e un lascito per la realizzazione di una serie di conferenze, note come *Boyle Lectures*; istituite per dimostrare la verità del cristianesimo e per esplorare il rapporto tra fede cristiana e comprensione scientifica del mondo, continuano tuttora a essere annualmente organizzate e molto apprezzate.

Ancora oggi, la figura di Boyle si distingue nella storia della scienza oltre che per la legge che porta il suo nome, anche per le molteplici ricerche effettuate in diversi ambiti quali il magnetismo, la cristallografia, la fisiologia e l'anatomia, caratterizzate da una meticolosa descrizione degli esperimenti e dei dati raccolti attraverso l'uso di strumentazioni precise e misurazioni accurate per ottenere risultati affidabili e formulare leggi scientifiche.

I lavori scientifici di Richard Boyle sono in gran parte pubblicati nell'opera in quattro volumi *The works of the honourable Robert Boyle...* (Londra, 1699-1700) curata da Richard Boulton e posseduta nella raccolta del Fondo Rari della Biblioteca dell'Istituto Superiore di Sanità (Figura 4).

Il trattato presenta in forma riassuntiva e sistematica alcuni tra i contributi fondamentali estratti dalle sue principali opere scientifiche e filosofiche. Arricchita dalla presenza di numerose tavole illustrate, l'opera riunisce argomenti che spaziano tra la fisica, la chimica, la medicina, la filosofia e la storia naturale, offrendo così un'ampia e approfondita panoramica del pensiero e dell'attività di ricerca dell'illustre scienziato irlandese. ■

Bibliografia

Britannica. *Robert Boyle: Anglo-Irish philosopher and writer* (<https://www.britannica.com/biography/Robert-Boyle>).

INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. Scienza per tutti. Robert Boyle (<https://scienzapertutti.infn.it/rubriche/biografie/816-robert-boyle>).

Dichiarazione sui conflitti di interesse

Gli autori dichiarano che non esiste alcun potenziale conflitto di interesse o alcuna relazione di natura finanziaria o personale con persone o con organizzazioni, che possano influenzare in modo inappropriato lo svolgimento e i risultati di questo lavoro.

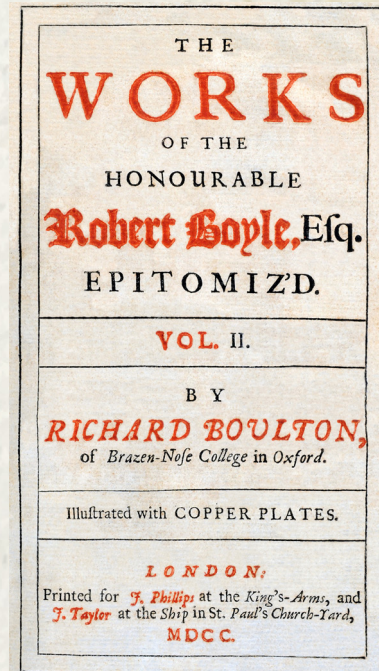


Figura 4 - Robert Boyle (1627-1691). *The works of the honourable Robert Boyle...* by Richard Boulton, 1699-1700

Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze. *Robert Boyle (1627-1691)* (<https://www.imss.fi.it/vuoto/iboyle.html>).

Science History Institute. Museum & Library. *Robert Boyle: Known for his law of gases, Boyle was a 17th-century pioneer of modern chemistry.* (<https://www.sciencehistory.org/education/scientific-biographies/robert-boyle/>).

Treccani. *Boyle, Robert* (<https://www.treccani.it/enciclopedia/robert-boyle/>).

Università Bocconi. *Robert Boyle* (<https://matematica.unibocconi.eu/matematici/robert-boyle>).

Ornella Ferrari, Paola Ferrari,
Donatella Gentili, Maria S. Graziani,
Luigi Nicoletti
Servizio Comunicazione Scientifica, ISS

Coordinamento redazionale Inserto RarISS

Antonio Mistretta, Giovanna Morini
Servizio Comunicazione Scientifica, ISS
Anna Maria Giammarioli, Centro Nazionale Salute Globale
Fotografie di Luigi Nicoletti
Servizio Comunicazione Scientifica, ISS

INTERFERENTI ENDOCRINI NELLA FILIERA AGRO-ALIMENTARE



Milena Mikhail, Laura Di Benedetto, Silvia Gaglianò,
Fabio Giammarioli, Roberta Tomei, Anton Vremere e Stefano Lorenzetti
Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, ISS

RIASSUNTO - Un Interferente Endocrino (IE) è una “sostanza o miscela che altera una o più funzioni del sistema endocrino, causando effetti nocivi su un organismo integro, la sua progenie, le popolazioni o le sottopopolazioni”. Nella filiera agro-alimentare, gli IE possono essere presenti nell’acqua potabile e negli alimenti di origine animale e vegetale, da cui l’esposizione per via orale. A livello nazionale, la sicurezza della filiera agro-alimentare è garantita dal Piano Nazionale per la ricerca dei Residui (PNR), mentre la protezione dal rischio chimico dai Regolamenti europei REACH e CLP nonché dall’introduzione recente delle classi di pericolo specifiche per l’interferenza endocrina: ED HH (per la salute umana) e ED ENV (per l’ambiente).

Parole chiave: interferenti endocrini; sicurezza alimentare; classi di pericolo

SUMMARY (*Endocrine Disruptors in the agro-food chain*) - An Endocrine Disruptor (ED) is “a substance or mixture that alters one or more functions of the endocrine system, causing harmful effects on an intact organism, its progeny, populations or subpopulations”. In the agri-food chain, EDs can be present in drinking water and in animal- and plant-based foods, hence oral exposure. At a national level, the agri-food chain safety is guaranteed by the National Plan for Residue Research (PNR), while protection from chemical risk is guaranteed by the European REACH and CLP Regulations as well as by the recent introduction of specific hazard classes for endocrine disruption: ED HH (for human health) and ED ENV (for the environment).

Key words: endocrine disruptors; food safety; hazard classes

stefano.lorenzetti@iss.it

Gli Interferenti Endocrini (IE) sono sostanze chimiche che alterano il funzionamento del sistema endocrino causando effetti avversi per la salute umana, quella animale (vertebrati e non) e per l’ambiente (1). Per la popolazione generale, l’esposizione orale per ingestione di alimenti e acqua è la principale via di esposizione agli IE, mentre per i professionalmente esposti prevalgono le vie di esposizione inalatoria e dermica. Nella filiera agro-alimentare, secondo il principio *from farm to fork* (“dal campo alla tavola”) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:51999DC0719>), gli IE possono essere presenti sia negli alimenti di origine animale che vegetale, come conseguenza dell’inquinamento ambientale o delle fasi di trasformazione e conservazione degli alimenti. È noto come i gruppi di

popolazione più vulnerabili siano gli individui in via di sviluppo fetale, i neonati e i bambini: l’esposizione in età fetale e perinatale può causare sia danni precoci che predisporre a effetti a lungo termine sulla salute umana. L’esposizione agli IE, infatti, è stata associata a disturbi dello sviluppo fetale e del funzionamento degli organi riproduttivi e metabolici, nonché a malattie croniche, endocrino-metaboliche, come quelle comprese nella sindrome metabolica, quali obesità e diabete. Tali effetti avversi sono oggetto di studio nel Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria (DSANV) dell’Istituto Superiore di Sanità mediante lo sviluppo di New Approach Methodologies (NAMs) basati su metodi alternativi alla sperimentazione animale per la caratterizzazione tossicologica degli IE.

Tra le sostanze contaminanti rintracciabili nell'ambiente sono inclusi diversi prodotti fitosanitari o biocidi (ad esempio, erbicidi e pesticidi) e i loro residui, alcune sostanze chimiche rilasciate dagli imballaggi utilizzati per la conservazione degli alimenti (componenti di materiali plastici a contatto con gli alimenti come ftalati e bisfenoli), altri contaminanti ambientali persistenti utilizzati come idrorepellenti in prodotti di largo uso quotidiano (le sostanze per- e poli-fluoroalchiliche, PFAS) (2). I contaminanti con proprietà endocrino-simile

(IE), hanno una struttura simile agli ormoni e sono capaci di entrare nelle cellule mediante diffusione passiva. All'interno delle cellule, gli IE possono legare i recettori nucleari (mediatori dell'azione degli ormoni) inducendo dei cambiamenti conformazionali che ne permettono l'attivazione e conferendo loro la capacità di entrare nel nucleo e di agire come fattori di trascrizione. Ne consegue la capacità di modulare l'espressione genica degli stessi bersagli molecolari controllati dagli ormoni (3) (Figura).

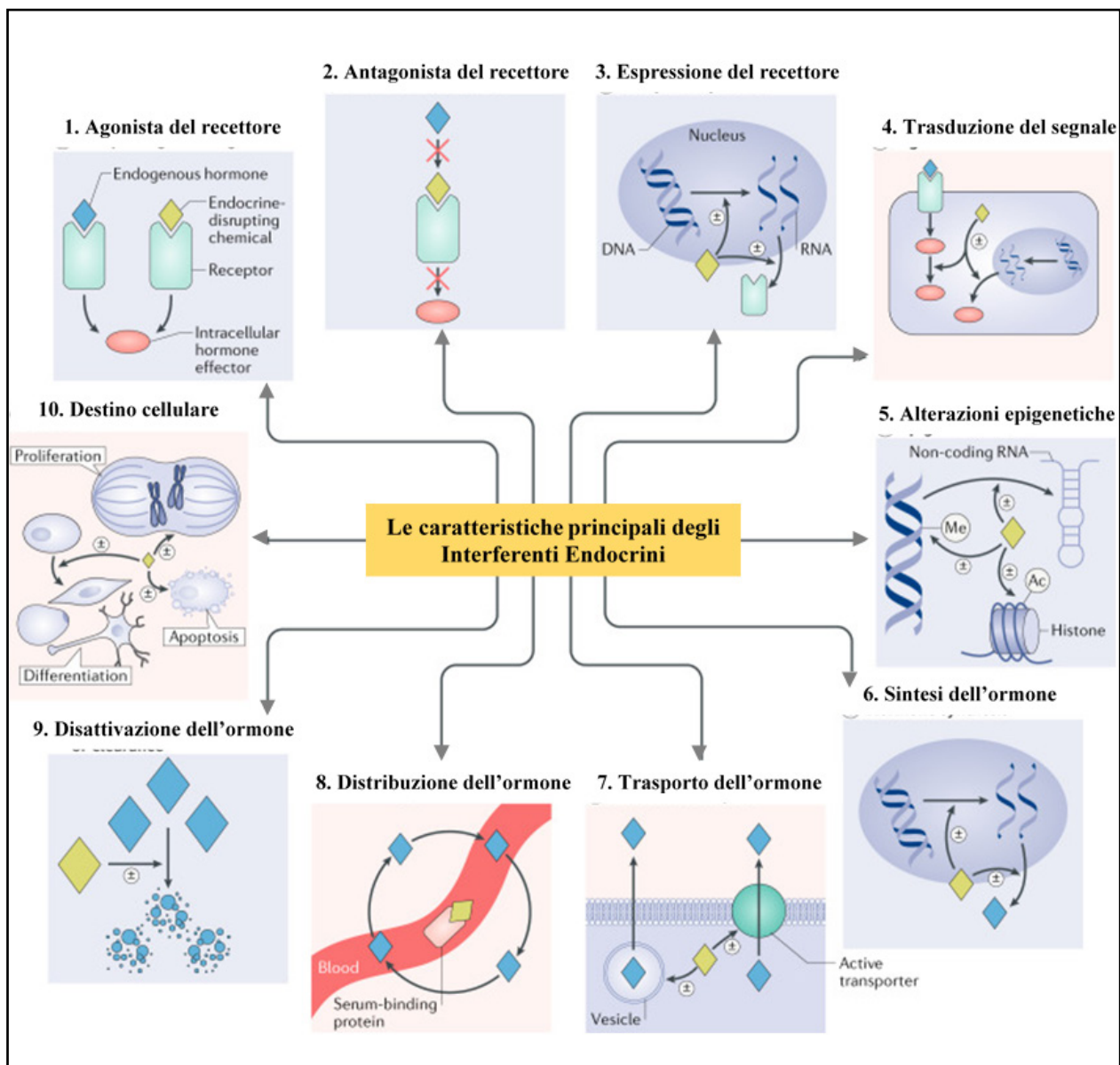
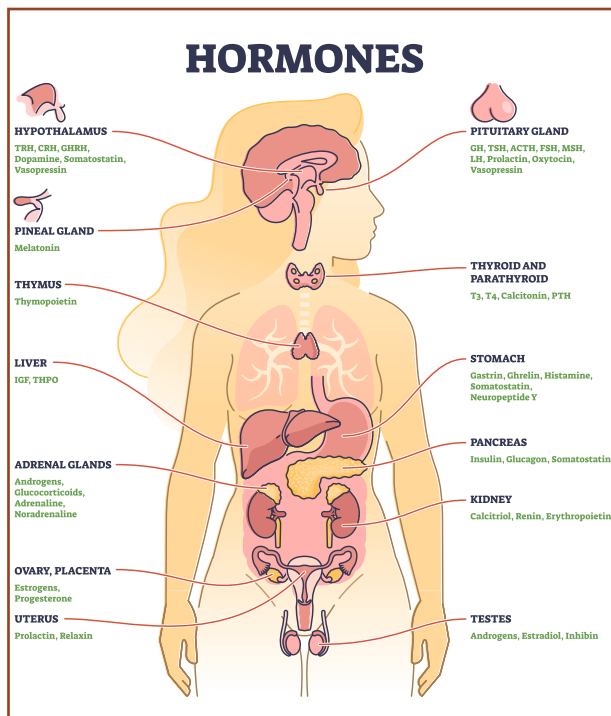


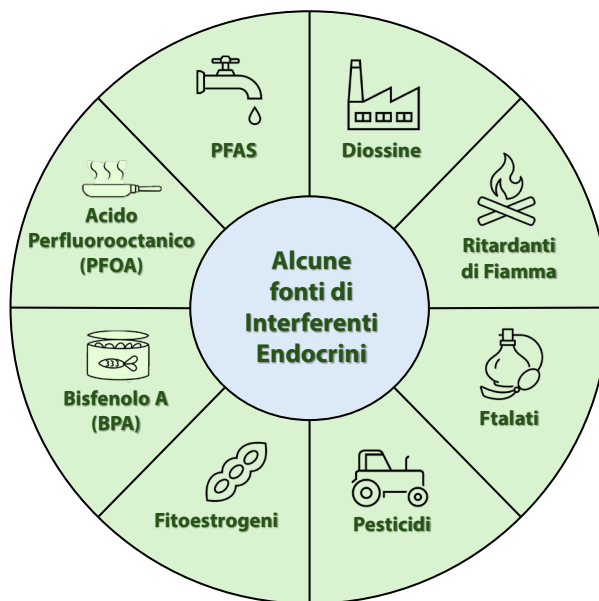
Figura - Le caratteristiche principali delle sostanze chimiche che interferiscono con il sistema endocrino. Modificata da (3)

Sicurezza alimentare e definizione di IE

La sicurezza alimentare si basa su un approccio integrato che deve tener conto della filiera agro-alimentare nella sua completezza, considerando tutte le fasi con cui un prodotto agricolo passa “dai campi alla tavola” (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:51999DC0719>). Si devono considerare quindi tutti i settori, dalla produzione e raccolta delle materie prime, alla loro eventuale trasformazione e conservazione fino all'arrivo nel piatto del consumatore. A livello nazionale, per garantire la sicurezza della filiera agro-alimentare, l'Italia ha implementato il Piano Nazionale per la ricerca dei Residui (PNR) (4), un sistema di controllo volto al monitoraggio e controllo della presenza di contaminanti negli alimenti di origine animale e vegetale. Il PNR prevede un'attività di campionamento sistematica, con analisi di laboratorio su un'ampia gamma di sostanze chimiche, tra cui farmaci veterinari, prodotti fitosanitari, metalli pesanti, micotossine e altri contaminanti con effetti potenzialmente dannosi sulla salute umana. Questo piano rappresenta un tassello fondamentale nella strategia di prevenzione, in quan-



Gli ormoni e il sistema endocrino



Le principali classi chimiche di Interferenti Endocrini e le loro fonti

to permette di individuare tempestivamente eventuali violazioni dei limiti normativi e di adottare misure correttive per ridurre il rischio per i consumatori (4).

Tra le sostanze chimiche oggetto di interesse del PNR ci sono anche molecole che sono potenziali IE: secondo i regolamenti europei, infatti, la definizione ufficiale di Interferente Endocrino è quella di una “sostanza o miscela che altera una o più funzioni del sistema endocrino, causando effetti nocivi su un organismo integro, la sua progenie, le popolazioni o le sottopopolazioni” (5).

In aggiunta l'art. 3.1.1 del Regolamento (UE) n. 707/2023 (5) definisce sia l'attività endocrina, ovvero “l'interazione con il sistema endocrino che può provocare la risposta del sistema, degli organi o dei tessuti bersaglio, e che conferisce a una sostanza o miscela il potenziale di alterare una o più funzioni del sistema endocrino” che l'effetto avverso o nocivo, ossia “il cambiamento a livello di morfologia, fisiologia, crescita, sviluppo, riproduzione o ciclo vitale di un organismo, un sistema, una popolazione o una sottopopolazione che causa una riduzione della capacità funzionale o della capacità di compensare ulteriori stress o un aumento della suscettibilità ad altri fattori”.

È importante che un IE sia definito come tale solo dopo che un'accurata identificazione e caratterizzazione del rischio ne dimostri la rela- ➤



Prodotti di largo consumo contenenti sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS)

zione causa-effetto tra l'alterazione di un'attività endocrina e un effetto avverso della sostanza chimica.

Nel complesso, il quadro normativo europeo per la gestione degli IE garantisce un elevato livello di protezione della salute pubblica e ambientale. La necessità che ci sia un continuo aggiornamento delle normative consente di adeguare le misure già esistenti a eventuali nuovi rischi associati agli IE.

La regolamentazione specifica sulle sostanze chimiche rientra in una strategia europea più ampia, definita nel 2019 nel Green Deal europeo e nel 2020 nella cosiddetta Strategia chimica per la sostenibilità verso un ambiente privo di sostanze tossiche (https://environment.ec.europa.eu/strategy/chemicals-strategy_en), che mira a proteggere meglio i cittadini e l'ambiente e, allo stesso tempo, a stimolare l'innovazione per prodotti chimici sicuri, inclusi gli IE, e sostenibili. Tale strategia prevede degli obiettivi da raggiungere possibilmente entro il 2030 attraverso delle azioni prioritarie che prevedono: i) il divieto di usare le sostanze chimiche più nocive nei prodotti di consumo, consentendone l'uso solo se essenziale; ii) considerare l'effetto cocktail delle sostanze chimiche quando si valutano i rischi da esse derivanti; iii) eliminare gradualmente l'uso delle sostanze per- e poli-fluoroalchiliche (PFAS), a

meno che il loro uso non sia essenziale; iv) potenziare gli investimenti e la capacità innovativa per la produzione e l'uso di sostanze chimiche sicure e sostenibili a partire dalla loro progettazione e considerando tutto il loro ciclo di vita; v) promuovere la resilienza dell'Unione Europea (UE) in termini di fornitura e sostenibilità di sostanze chimiche critiche; vi) stabilire un processo "una sostanza, una valutazione" (*one substance, one assessment*) più facile per la valutazione del rischio e del pericolo delle sostanze chimiche; vii) svolgere un ruolo di primo piano a livello mondiale per sostenere e promuovere standard elevati di produzione e non esportare altrove sostanze chimiche vietate nell'UE.

L'attuale quadro normativo europeo in sintesi

La consapevolezza dei rischi associati agli IE e del loro impatto sulla salute umana ha portato l'UE a sviluppare strategie e normative specifiche per ridurre il rischio di esposizione e limitarne la presenza negli alimenti. Il quadro normativo europeo per la gestione del rischio chimico, e di conseguenza anche degli IE, è stato basato sin dall'inizio sul Regolamento (CE) 1907/2006 (REACH, Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) (6) e sul Regolamento (CE) 1272/2008 (CLP, Classification, Labelling and Packaging) (7) e sull'identificazione del pericolo costituito dalle diverse sostanze chimiche, incluso il pericolo di essere IE (Art. 57f del Regolamento REACH).



Il Green Deal dell'Unione Europea come strategia per raggiungere la sostenibilità alimentare.



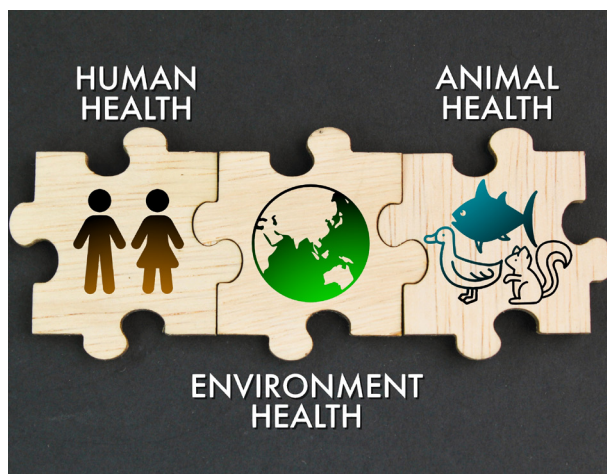
Il Regolamento REACH per la registrazione, valutazione e autorizzazione delle sostanze chimiche nell'Unione Europea

Secondo il Regolamento REACH (6), strumento chiave per l'intera gestione del rischio, gli IE rientrano nella categoria REACH delle sostanze classificate come "estremamente preoccupanti" (SVHC) poiché possono causare effetti gravi e irreversibili sulla salute umana e sull'ambiente. Le sostanze chimiche classificate come IE possono essere autorizzate solo per usi specifici, a condizione che i rischi siano adeguatamente controllati o che i benefici superino i rischi (7).

Il Regolamento CLP (7) invece stabilisce criteri armonizzati per identificare e comunicare i pericoli delle sostanze chimiche attraverso la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio. Il CLP garantisce al consumatore una comunicazione efficace dei pericoli, contribuendo alla gestione del rischio e nel caso degli IE consente di evidenziare quelli presenti nella filiera agro-alimentare, fornendo informazioni chiare a produttori, consumatori e autorità di controllo. Nel testo originario del Regolamento CLP, gli IE non erano classificati in modo specifico, ma pote-

vano rientrare in altre categorie di pericolo, come la tossicità per la riproduzione o la tossicità per l'ambiente. Con le modifiche recentemente apportate, e in vigore dal 20 aprile 2023, sono state introdotte nuove classi di pericolo tra cui due specifiche per gli IE (Tabella), distinguendo tra quelli che possono interferire con il sistema endocrino umano (ED HH) e quelli che hanno un impatto sull'ambiente (ED ENV) (5).

A corollario dei precedenti Regolamenti citati, la protezione dei consumatori viene assicurata anche dal Regolamento (CE) 1107/2009 in combinazione con il Regolamento (UE) 2018/605 (8, 9). Tali Regolamenti stabiliscono criteri rigorosi per l'approvazione e l'uso dei prodotti fitosanitari, siano essi erbicidi, pesticidi e/o biocidi. Inoltre, viene esplicitamente vietato l'uso di sostanze chimiche attive con proprietà di interferenza endocrina, a meno che l'esposizione sia considerata trascura- ➤



La riduzione del rischio chimico si integra nel concetto della One Health che correla la salute umana e animale con la salute dell'ambiente

Tabella - Classi di pericolo per gli Interferenti Endocrini introdotte dal Regolamento (UE) n. 707/2023 e in vigore dal 20 aprile 2023 (5)

Codice di classe e di categoria di pericolo	Codice di indicazione di pericolo	Indicazioni di pericolo
ED HH 1	EUH380	Può interferire con il sistema endocrino negli esseri umani
ED HH 2	EUH381	Sospettato di interferire con il sistema endocrino negli esseri umani
ED ENV 1	EUH430	Può interferire con il sistema endocrino nell'ambiente
ED ENV 2	EUH431	Sospettato di interferire con il sistema endocrino nell'ambiente

bile o che non vi siano disponibili alternative più sicure. Non meno rilevante per la tutela della salute pubblica è la qualità delle risorse idriche, regolamentata dalla Direttiva (UE) 2184/2020 (Direttiva sulla qualità delle acque destinate al consumo umano) (10). Questa direttiva impone il monitoraggio di contaminanti con potenziale interferenza endocrina nelle acque potabili, al fine di prevenire l'esposizione della popolazione a sostanze nocive attraverso l'approvvigionamento idrico. Le autorità nazionali sono tenute a effettuare controlli periodici e ad adottare misure correttive in caso di superamento dei limiti di sicurezza. ■

Dichiarazione sui conflitti di interesse

Gli autori dichiarano che non esiste alcun potenziale conflitto di interesse o alcuna relazione di natura finanziaria o personale con persone o con organizzazioni, che possano influenzare in modo inappropriato lo svolgimento e i risultati di questo lavoro.

Riferimenti bibliografici

1. Gore AC, Chappell VA, Fenton SE, et al. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. *Endocr Rev* 2015;36(6):E1-E150 (doi: 10.1210/er.2015-1010).
2. Toledano JM, Puche-Juarez M, Moreno-Fernandez J, et al. Implications of Prenatal Exposure to Endocrine-Disrupting Chemicals in Offspring Development: A Narrative Review. *Nutrients* 2024;16(11):1556 (doi: 10.3390/nu16111556).
3. La Merrill MA, Vandenberg LN, Smith MT, et al. Consensus on the key characteristics of endocrine-disrupting chemicals as a basis for hazard identification. *Nat Rev Endocrinol* 2020;16(1):45-57 (doi: 10.1038/s41574-019-0273-8).
4. Ministero della Salute. 2023. " Piano Nazionale per la ricerca dei Residui (PNR), Relazione 2023". Direzione generale per l'igiene e la sicurezza degli alimenti e la nutrizione - Ufficio 8, Direzione generale della sanità animale e dei farmaci veterinari - Ufficio 8. Ministero della Salute.
5. Unione Europea. 2023. Regolamento delegato (UE) 2023/707 della Commissione del 19 dicembre 2022 che modifica il regolamento (CE) n. 1272/2008 per quanto riguarda i criteri e le classi di pericolo per la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle sostanze e delle miscele. *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea*, GU L 93, 31 marzo 2023.
6. Consiglio europeo. 2006. Regolamento (CE) N. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), che istituisce un'agenzia europea per le sostanze chimiche, che modifica la direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1488/94 della Commissione, nonché la direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive della Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE. *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea*, GU L 396, 30 dicembre 2006.
7. Consiglio Europeo. 2008. Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2008, relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006. *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea*, GU L 353, 31 dicembre 2008.
8. Consiglio Europeo. 2009. Regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 ottobre 2009, relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/CEE e 91/414/CEE. *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea*, GU L 309, 24 novembre 2009.
9. Unione Europea. 2018. Regolamento (UE) 2018/605 della Commissione del 19 aprile 2018 che modifica l'allegato II del regolamento (CE) n. 1107/2009 stabilendo criteri scientifici per la determinazione delle proprietà di interferente endocrino. *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea*, GU L 101, 20 aprile 2018.
10. Unione Europea. 2020. Direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano. *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea*, GU L 435, 23 dicembre 2020.

TAKE HOME MESSAGES

- L'esposizione orale, per ingestione di alimenti e acqua, è la principale via di esposizione agli Interferenti Endocrini (IE) per la popolazione generale.
- Informazione e trasparenza per i consumatori: le nuove classi di pericolo per gli IE.
- IE e sicurezza alimentare: la legislazione come prima linea di difesa.
- Il Piano Nazionale per la ricerca dei Residui (PNR) garantisce la sicurezza della filiera agro-alimentare italiana.

Visto... si stampi

a cura di Giovanna Morini

Servizio Comunicazione Scientifica, ISS



Tutte le pubblicazioni editate da questo Istituto sono disponibili online.

Per ricevere l'avviso e-mail su ogni nuova uscita, scrivete a: pubblicazioni@iss.it

Annali dell'Istituto Superiore di Sanità - Vol. 61, n. 3, 2025

Gli *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità* sono disponibili all'indirizzo www.iss.it/annali



Commentary

"Undiagnosed" severe disease pseudo-outbreaks in Sub-Saharan Africa: a paradigm of syndemic events
G. Rezza and M. de Feo

Original articles and reviews

Dietary supplements for human health.
What do we really know?

A systematic review of umbrella reviews

E. Piragine, M.A. Malanima, V. Calderone, S. De Masi, C. Ghelardini, A. Mugelli and E. Lucenteforte

Needs for a shared operational methodology to draft guidelines and good practices in legal medicine
P. Rossi and A. Mele

Uncovering accessibility gaps. Geospatial and diagnostic practices analysis of the Centres for Cognitive Disorders and Dementias (CCDD) in Apulia and Basilicata, Italy

E. Rizzi, F. Giaquinto, M. Iaia, M. Dell'Abate, L. Macchitella, G. Tosi, D.L. Romano, N. Vanacore and P. Angelelli

Can we trust administrative data in joint arthroplasty? A validation study against the Italian Arthroplasty Registry data as a gold standard
E. Ciminello, R. Valentini, P. Laricchiuta, S. Aldeen Madi, E. Carrani, T. Falcone, S. Ceccarelli, P. Ciccarelli and M. Torre

Paternity and parental leave in Italy: the parents' perspective
F. Zambri, V. Di Stefano, A. Di Nolfi, B. Vatta, A. Lubbock, G. Tamburlini, M. Cannito, M. Marzella, E.M. Chapin, F. Splendore, G. Tambascia, A. Volta, M. Piasentin, P. Scardetta, A. Giusti and the 4E-PARENT Working Group

Does exceeding maximum waiting times of total hip replacement patients affect resource consumption? Evidence from a highly specialized orthopedic Italian hospital
M. Nigro, S. Russo, M. Macan, V. Gulino, B. Ricci, E. Gallerani, E. Lombardo, P. Perger, E. Padovani, A. Campagna and M. Bucciolli

Healthcare professionals' perceptions of caesarean section decision-making and the implementation of Audit&Feedback strategies in the Calabria Region: a qualitative study
V. Di Stefano, J. Preziosi, F. Zambri, G. Tambascia, P. Scardetta, E. Corsi Decenti, F. Splendore, A. Maraschini, D. Lico, E. Rania, D. Considerato, R. Venturella, S. Donati, A.D. Mignuoli, A. Giusti and the EASY-NET Working Group

Brief Notes

Exploring the link between cervical cancer screening and COVID-19 vaccination adherence. Evidence from a pilot study in Rome, Italy (2021-2022)
I. Mussetto, P. Lombardo, A. Sciurti, F. Grassi, E. Renzi, V. Baccolini, E. Di Rosa and A. Sinopoli

Book Reviews, Notes and Comments

Edited by F. Napolitani Cheyne

Publications from International Organizations on Public Health

Edited by A. Barbaro

I **Rapporti ISTISAN** sono disponibili all'indirizzo www.iss.it/rapporti-istisan



Rapporti ISTISAN 25/11

Uso degli antibiotici nella Regione Umbria. Analisi dei dati relativi al 2023.

R. Da Cas, A. Annunziata, I. Ippoliti, P. Ruggeri, M. Cutillo,
G. Marano, G. Bucaneve, R.E. Rocchi, P. Casucci, M. Rossi. 2025, 61 p.

Gli antibiotici sono una delle categorie di farmaci che hanno contribuito a migliorare in misura significativa la salute delle persone a livello globale e rivoluzionato il trattamento delle malattie infettive. Il rapporto analizza i dati di prescrizione farmaceutica territoriale e ospedaliera relativi agli antibiotici sistemici in Umbria nell'anno 2023. A livello territoriale sono state utilizzate 18,2 dosi ogni mille abitanti die, in aumento del 10,8% in confronto all'anno precedente. Quattro persone su dieci hanno ricevuto almeno una prescrizione di antibiotici sistemici nel corso dell'anno, con livelli di esposizione che raggiungono il 50% nella popolazione pediatrica fino a 4 anni di età (50%) e il 60% nella popolazione al di sopra degli 85 anni. Le associazioni di penicilline compresi gli inibitori delle beta-lattamasi, sono risultate la categoria a maggior utilizzo con 7,36 dosi ogni mille abitanti die e, tra queste, l'amoxicillina + acido clavulanico è la sostanza a maggior consumo a livello regionale (7,4 dosi). In ambito ospedaliero sono state erogate 79,9 dosi per 100 giornate di degenza, con livelli più elevati nelle Aziende Ospedaliere di Perugia e Terni. Dall'approfondimento dell'uso degli antibiotici sistemici nelle Residenze Sanitarie Assistite emerge un consumo pari a 3,6 dosi per 100 giornate di degenza in aumento del 37,2% rispetto all'anno precedente.

roberto.dacas@iss.it

Rapporti ISTISAN 25/12

Teleriabilitazione nei disturbi del neurosviluppo in età evolutiva: evidenze e pratica clinica.

A cura di M.L. Scattoni, M. Micai, L. Gila, F. Fulceri, A. Caruso. 2025, v, 130 p.

Il presente rapporto esamina l'efficacia della teleriabilitazione nei disturbi del neurosviluppo in età evolutiva, tra cui disabilità intellettive, disturbi della comunicazione, disturbo dello spettro autistico, deficit di attenzione/iperattività, disturbi dell'apprendimento, disturbi del movimento, ipoacusie e sordità. Le revisioni sistematiche della letteratura evidenziano la teleriabilitazione come strumento promettente, che migliora non solo l'efficacia clinica, ma anche le competenze genitoriali e favorisce l'accesso ai trattamenti superando barriere geografiche. Tuttavia, i risultati devono essere letti con cautela, dato il numero limitato di studi clinici randomizzati controllati e l'eterogeneità dei campioni. La personalizzazione dell'intervento e l'analisi di variabili nell'implementazione dell'approccio a distanza sono fondamentali per il successo del trattamento. Il rapporto offre raccomandazioni pratiche per i professionisti, migliorando la qualità degli interventi e supportando l'adozione di nuove metodologie terapeutiche.

marialuisa.scattoni@iss.it



Rapporti ISTISAN 25/13

Vaccinazioni per individui fragili: mappatura e analisi comparata dei modelli organizzativi di presa in carico, promozione e offerta vaccinale in Italia.

F. D'Ancona, C. Isonne, A. Caramia, D. Petrone, G. Fadda, L. Deroma, C. Zappetti, G. Rocco, E. Volpe, D. Baiocchi,
L. Biscaglia, G. Esposito, F. Vairo, M.G. Calenda, R. Prato, D. Martinelli, F. Fortunato, M. Tonon, D. Ballarin, G. Pagin, D. Gentili. 2025, iii, 55 p.

Il presente rapporto mira a definire i possibili modelli organizzativi di promozione ed erogazione delle vaccinazioni con particolare riferimento al soggetto fragile per patologia, fattori comportamentali/occupazionali o vulnerabile per condizione socioeconomica non incluso nella chiamata attiva per coorte, coinvolgendo possibili attori del sistema salute. In particolare, il documento, diviso in due parti, mappa le figure professionali e i modelli organizzativi di presa in carico e offerta vaccinale presenti nel territorio nazionale prima della pandemia e quelli messi in atto durante la campagna vaccinale anti-COVID-19 e analizza i diversi modelli organizzativi di promozione e di offerta vaccinale adottati dalle Regioni e Province Autonome descrivendone punti di forza, debolezze, minacce e opportunità, fornendo strumenti utili per gli stakeholder per valutare l'adozione e implementazione di tali modelli in altre realtà regionali.

paolo.dancona@iss.it

Rapporti ISTISAN 25/14

Assicurazione di qualità nella terapia con radioligandi.

Gruppo di Studio "Assicurazione di qualità in medicina nucleare. 2025, viii, 90 p.

La medicina nucleare prevede la somministrazione di radiofarmaci a scopo diagnostico e/o terapeutico. La terapia con radioligandi (RadioLigand Therapy, RLT) è l'approccio più innovativo della medicina di precisione in ambito medico-nucleare, in grado di riconoscere selettivamente le cellule cancerogene ed eliminarle, senza danneggiare le cellule sane. Questo approccio è capace di combinare diagnosi e terapia, sfruttando la differente capacità emittente dei radionuclidi coinvolti. In alcuni casi essa si esplicita tramite un imaging che consente di visualizzare le sedi di malattia e, in altri, di irradiare specificatamente le cellule bersaglio. Da qui il termine di teragnostica. Uno degli aspetti affascinanti della terapia con radioligandi è la possibilità di combinare le molecole carrier con i differenti radionuclidi generando combinazioni ad alta specificità per le diverse neoplasie. In questo documento saranno affrontati i vantaggi dell'uso clinico della RLT insieme agli aspetti radioprotezionistici e dosimetrici e ad una panoramica nel campo della ricerca e sviluppo clinico.



Rapporti ISTISAN 25/15

Qualità dell'aria indoor negli uffici: strategie di monitoraggio degli inquinanti chimici e biologici.

G. Settimo, M. Arpaia, M. Cerasa, S. Della Libera, M. Gherardi, M.G. Grollino, E. Guerriero, M. Inglessis, R. Mari, F. Ravaoli, F. Regina, F. Scaini, L. Tofful
per il Gruppo di Studio Nazionale Inquinamento Indoor. 2025, xi, 69 p.

Obiettivo di questo documento è fornire delle corrette strategie di monitoraggio dell'aria indoor negli uffici sia per un'adeguata attività di misura, acquisizione, verifica e valutazione degli inquinanti chimici e biologici, sia per supportare adeguatamente specifici protocolli di prevenzione individuale e collettiva, con l'obiettivo di migliorare lo stato di salute del personale, e per ribadire il ruolo centrale di responsabilità nella promozione e tutela della salute da parte dei luoghi di lavoro così come previsto dalla World Health Organization e dagli obiettivi di sviluppo sostenibile fissati nell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite. Si riportano i principali fattori da considerare per pianificare le attività di monitoraggio in relazione agli ambienti e alle sorgenti indoor. Vengono descritti i principi generali e le caratteristiche dei metodi per il campionamento e l'analisi dei Composti Organici Volatili (COV), del materiale particolato (PM10 e PM2,5), dei microinquinanti organici (IPA, PCDD/F e PCB) e inorganici (metalli e metalloidi), biologici (virus, batteri, funghi e allergeni) con riferimento alle norme elaborate a livello europeo.

Le monografie sono disponibili in italiano all'indirizzo <https://www.iss.it/monografie>

Sono documenti relativi a tematiche specifiche prodotti in risposta a esigenze particolari al di fuori della programmazione editoriale annuale delle pubblicazioni in serie dell'ISS.

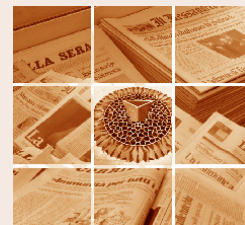
Bundle per la prevenzione delle infezioni del sito chirurgico.

M.L. Moro, M. Sartelli, S. Gastaldi, A. Pan, F. Cortese, S. Bartoli, F. Battistelli, S. Berti, N. Cillara, E. Fabbri, A. Grossi, M. Iurilli, D. Pasero, R. Parrella, F. Silvestri, F.P. D'Ancona. 2025, v, 68 p.

Il documento propone un pacchetto di interventi basati sull'evidenza per prevenire le infezioni del sito chirurgico. Sviluppato in collaborazione con società scientifiche italiane, il bundle include cinque misure principali: evitare la tricotomia o, se necessario, usare un rasoio elettrico; somministrare antibiotici profilattici prima dell'incisione chirurgica e risomministrarli durante interventi prolungati; utilizzare antisettici a base alcolica per la preparazione del sito chirurgico; interrompere la profilassi antibiotica dopo l'intervento. Inoltre, il documento discute misure aggiuntive da implementare una volta consolidate le misure di base, tra cui lo screening per *Staphylococcus aureus* e il mantenimento della normotermia e del controllo glicemico perioperatorio. Il bundle è progettato per essere adattabile a diversi contesti chirurgici e include una strategia di implementazione che comprende la formazione del personale e il monitoraggio dell'adesione alle pratiche raccomandate.



Nello specchio della stampa



La mobilità attiva migliora la salute: in Italia solo il 10% degli adulti usa la bici e il 39% va a piedi per gli spostamenti quotidiani

La bicicletta è utilizzata per gli spostamenti quotidiani dal 10% degli adulti italiani (18-69 anni), mentre va a piedi il 39% del campione. Lo affermano i dati (<https://www.epicentro.iss.it/passi/dati/mobilita-attiva>), relativi al biennio 2023-2024, della sorveglianza Passi coordinata dall'Istituto Superiore di Sanità, secondo cui la scelta di mobilità attiva è in diminuzione nella popolazione adulta e la quota di popolazione, che grazie a queste scelte raggiunge i livelli di attività fisica raccomandati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), è sostanzialmente stabile nel tempo, intorno al 19%.

L'abitudine di utilizzare la bicicletta per andare al lavoro, a scuola o per gli spostamenti quotidiani è più frequente fra gli uomini (11%) e tra gli stranieri (15%). È pratica più diffusa fra i residenti delle Regioni del Nord Italia e meno fra i residenti nel Centro-Sud (15% nel Nord vs 7% nel Meridione).

Il dato più elevato si registra nella Provincia Autonoma (PA) di Bolzano, dove 1 persona su 4 utilizza abitualmente la bicicletta per gli spostamenti quotidiani. Inoltre, dai dati 2023-2024 emerge che chi si muove in bicicletta lo fa per quasi 4 giorni alla settimana per un totale settimanale di oltre 140 minuti.

La percentuale di chi si muove a piedi per i propri spostamenti abituali è maggiore tra i 18-24enni (47%), fra le donne (43%), fra le persone senza difficoltà economiche o più istruite e fra gli stranieri (45%). Come con la bicicletta, anche l'abitudine di spostarsi a piedi è più frequente al Nord che nel resto del Paese ed è nuovamente la PA di Bolzano, seguita dal Piemonte, a registrare il valore più alto: quasi 6 persone su 10 si spostano a piedi per raggiungere il posto di lavoro o i luoghi che frequentano quotidianamente. Chi si muove a piedi per gli spostamenti abituali lo fa mediamente per oltre 4 giorni alla settimana per un totale settimanale di 170 minuti. Nel tempo, questa abitudine diminuisce lentamente e sono i giovani (18-34enni) a registrare un maggior calo.

Il 19% degli intervistati risulta fisicamente attivo con la sola pratica della mobilità attiva perché grazie a questa raggiunge i livelli di attività fisica raccomandati dall'OMS di almeno 150 minuti a settimana di attività moderata; il 22% risulta parzialmente attivo per mobilità attiva praticata perché si sposta a piedi o in bicicletta, ma lo fa per meno di 150 minuti a settimana. La quota di persone attive fisicamente per la mobilità attiva svolta è maggiore tra i 18-24enni (24%), fra le donne (21%), fra le persone con alto livello di istruzione (21%), fra gli stranieri (29%) e fra i residenti nelle Regioni settentrionali (25%), rispetto al resto del Paese. Anche questa quota è diminuita nel tempo raggiungendo nel 2023 il valore minimo. ■

Primo piano pubblicato il 18 settembre 2025, ripreso da:

Ansa, Agi, Eco di Bergamo, Arena, Gazzetta di Mantova, Gazzetta di Parma, ansa.it, agenziaova.com, quotidianosanita.it, isole24ore.com, en.isole24ore.com, Radio Uno, Radio Due



Pier David Malloni¹, Cinzia Bisegna², Asia Cione¹, Patrizia Di Zeo¹,
Antonio Granatiero¹, Luana Penna¹, Paola Prestinaci¹, Anna Mirella Taranto¹
¹Ufficio Stampa, ISS
²Presidenza, ISS

TweetISSimi del mese



Documentiamo i tweetISS (@istsupsan) perché rimanga traccia di questa attività fondamentale per la diffusione di informazioni corrette e il contrasto alle fake news.

Istituto Superiore di Sanità
@istsupsan

Benedetta #Armocida, ricercatrice del Dipartimento di malattie cardiovascolari, endocrino-metaboliche e invecchiamento dell'ISS, ha ricevuto il 2025 GBD Emerging Researcher Award dall'Institute for Health Metrics and Evaluation @IHME_UW di Seattle.
tinyurl.com/jcyd9ff



<https://x.com/istsupsan/status/1963519616052867203>

Istituto Superiore di Sanità
@istsupsan

#Oggi l'Istituto Superiore di Sanità lancia "Mangia sicuro!", un questionario aperto a tutti, da oggi 8 settembre fino all'8 ottobre, per mettere alla prova le proprie conoscenze sulla sicurezza alimentare casalinga.
#sicurezzaalimentarecasalinga
Per approfondire: tinyurl.com/572h4nf7
#Iss #istsupsan



<https://x.com/istsupsan/status/1964998041150402712>

Istituto Superiore di Sanità
@istsupsan

#oggi #9settembre è la giornata internazionale dei disturbi feto-alcolici (#FASD). Un solo #bicchiere fa la differenza: se aspetti un bambino o stai pianificando una #gravidanza, niente #alcol.
Scopri le attività di prevenzione e formazione dell'ISS:
shorturl.at/2h83t



<https://x.com/istsupsan/status/1965429994592895296>

Istituto Superiore di Sanità
@istsupsan

Torna dopo la pausa #RaraMente, newsletter sulle #malattierare, con:
• ritorno a scuola, proteggere i bambini fragili
• Take Your Time, una banca del tempo per i caregiver
• un farmaco per una forma rara di talassemia
malattierare.gov.it/newsletter/ant...
#ricerca #scienza #medicina



Ministero della Salute e altri 2

12:52 PM · 11 set 2025 · 773 visualizzazioni

<https://x.com/istsupsan/status/1966092579750948889>

Pier David Malloni¹, Cinzia Bisegna², Asia Cione¹, Patrizia Di Zeo¹,
Antonio Granatiero¹, Luana Penna¹, Paola Prestinaci¹, Anna Mirella Taranto¹
¹Ufficio Stampa, ISS
²Presidenza, ISS



Nei prossimi numeri:

Regolamento CLP: requisiti di etichettatura

Proteina batterica CNF1: migliora alterazioni molecolari e cellulari dei fibroblasti delle pazienti affette da sindrome di Rett

Organizzazione e funzionamento dei Dipartimenti di Salute Mentale nel contesto pandemico e post pandemico

Istituto Superiore di Sanità

Viale Regina Elena, 299 - 00161 Roma

www.iss.it

a cura del Servizio Comunicazione Scientifica