

Inquinamento e inflammaging

Fabiola Olivieri, MSc Ph.D,

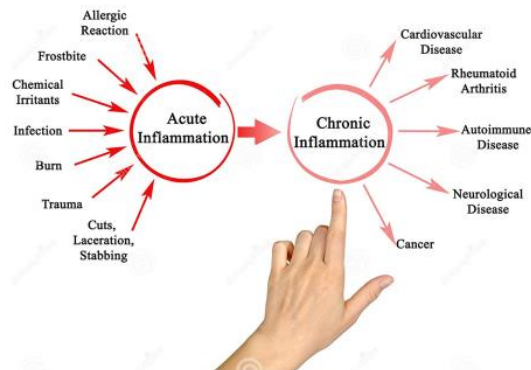
Full Professor of General Pathology,
Università Politecnica delle Marche, Ancona
Director of Advanced Technology Center for Aging Research (TAI), IRCCS INRCA



9° CONGRESSO NAZIONALE
Inquinamento e cambiamenti climatici:
l'impatto sulla salute in ottica di genere



INFLAMMAGING



Inflamm-aging 2000

An Evolutionary Perspective on Immunosenescence

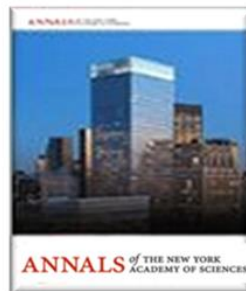
CLAUDIO FRANCESCHI,^{a,b,e} MASSIMILIANO BONAFÈ,^a SILVANA VALENSIN,^a FABIOLA OLIVIERI,^b MARIA DE LUCA,^d ENZO OTTAVIANI,^c AND GIOVANNA DE BENEDICTIS^d

^aDepartment of Experimental Pathology, University of Bologna, Bologna, Italy

^bDepartment of Gerontological Research, Italian National Research Center on Aging (INRCA), Ancona, Italy

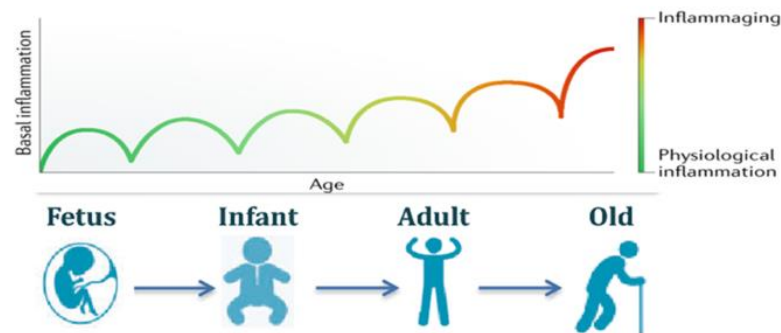
^cDepartment of Animal Biology, University of Modena and Reggio Emilia, Modena, Italy

^dDepartment of Cell Biology, University of Calabria, Calabria, Italy



Stato proinfiammatorio

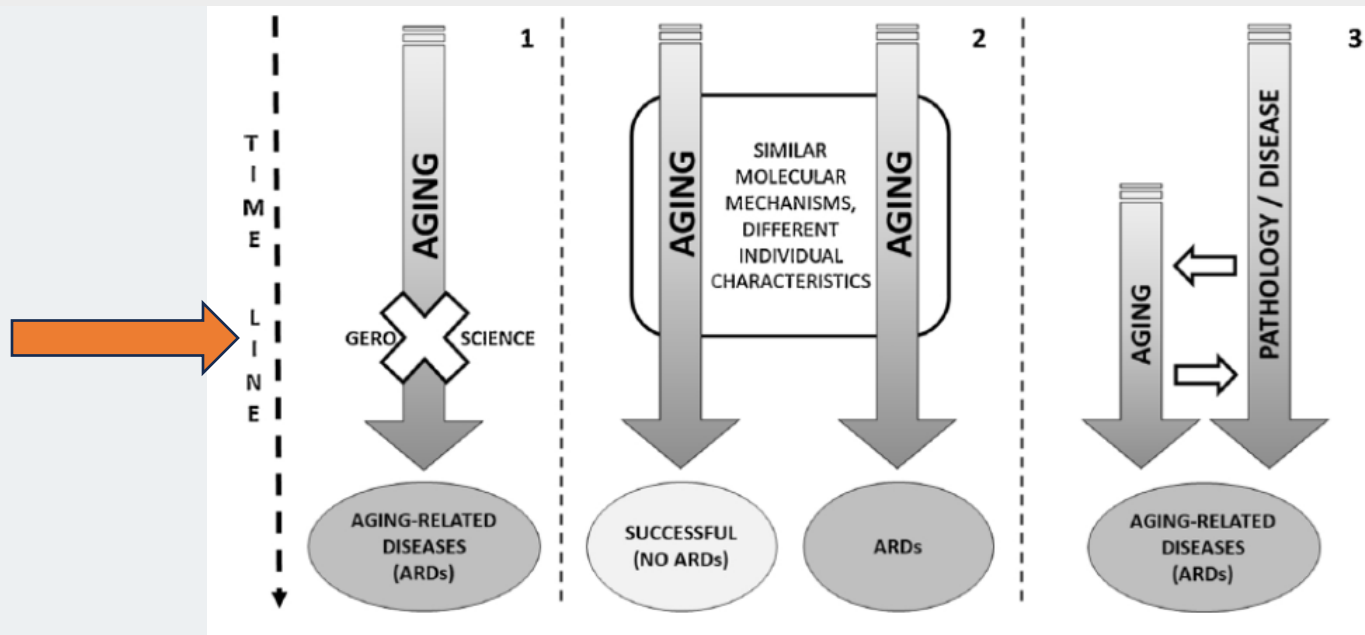
- Sistemico
- Cronico
- Sterile
- Di basso grado
- Clinicamente asintomatico per lungo tempo



Primo articolo scientifico sull'inflammaging pubblicato 25 anni fa. Il lavoro ha ottenuto oltre 4000 citazioni (FONTE SCOPUS) a testimonianza dell'interesse della comunità scientifica internazionale

9° CONGRESSO NAZIONALE
Inquinamento e cambiamenti climatici:
l'impatto sulla salute in ottica di genere

Rappresentazione concettuale dei tre approcci principali utilizzati per analizzare la relazione tra invecchiamento e insorgenza delle più diffuse malattie cronic-degenerative età-correlate (malattie metaboliche, cardiovascolari, neurodegenerative, osteoarticolari, reumatiche, respiratorie, tumori...).



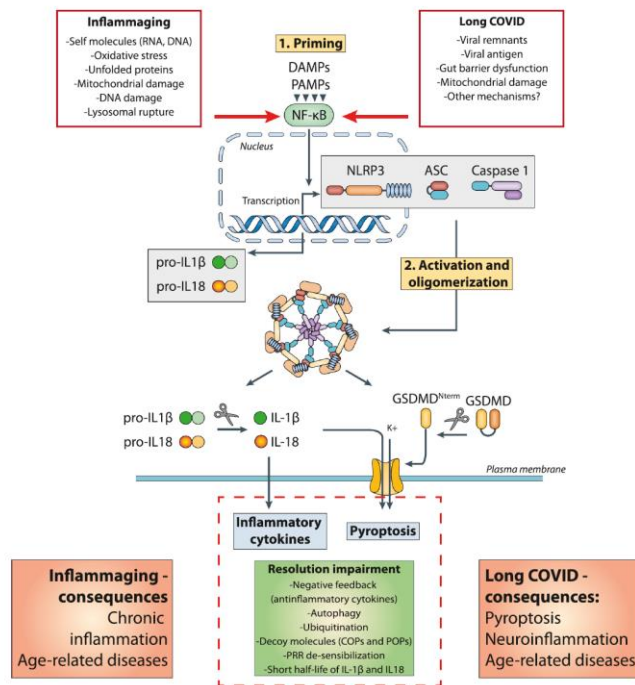


A multidimensional immunological perspective on long COVID

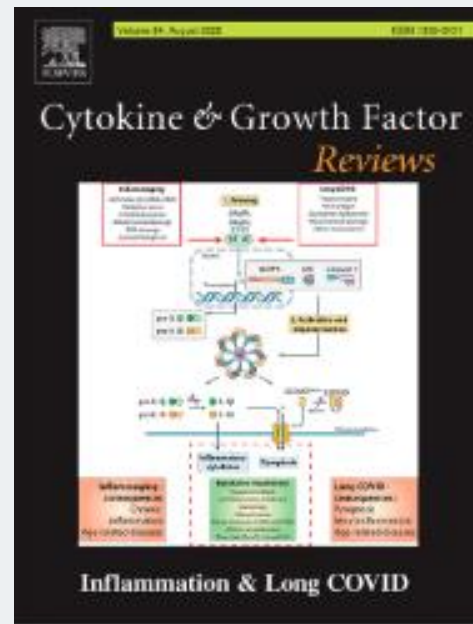
Sergio Giunta^a, Angelica Giuliani^{b,c}, Jacopo Sabbatinelli^{b,c}, Fabiola Olivieri^{b,d}

S. Giunta et al.

Cytokine and Growth Factor Reviews 84 (2025) 1–11



Di recente il nostro gruppo di ricerca ha evidenziato un legame fra livelli di inflammaging ed un aumentato rischio di sviluppare una nuova patologia definita «long COVID»



L'immagine che descrive la nostra ipotesi è stata selezionata per la copertina di un prestigioso giornale scientifico (Cytokine ad Growth Factor)

9° CONGRESSO NAZIONALE
Inquinamento e cambiamenti climatici:
l'impatto sulla salute in ottica di genere



Principali meccanismi molecolari che alimentano l'inflammaging

**IMMUNOSENESCENZA
(INVECCHIAMENTO DELLE CELLULE
DELL'IMMUNITA' INNATA)**



SENESCENZA CELLULARE

FRANCESCHI *et al.*: INFLAMM-AGING

249

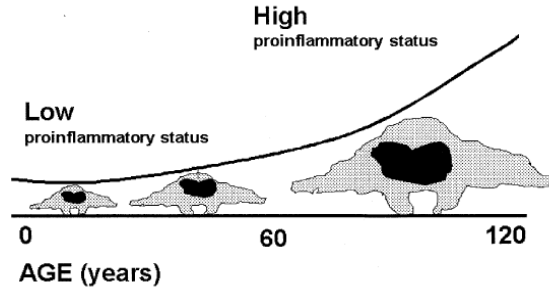
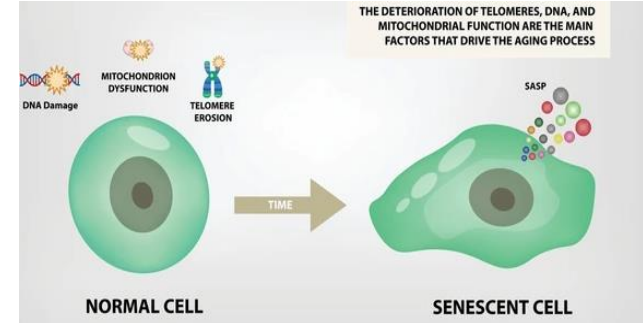


FIGURE 4. Inflamm-aging as a consequence of macrophage-aging. The increase in proinflammatory status at an organismal level, caused by chronic age-related stimulation of the macrophage, called “macrophage-aging,” is referred to as “inflamm-aging.”

**PROINFLAMMATORY STATUS OF AGING (INFLAMM-AGING) AS A
RESULT OF CHRONIC ACTIVATION OF THE MACROPHAGE
WITH AGE (MACROPHAGE-AGING)**



Beneficial effects

- ❖ Guiding embryonic development
- ❖ Directing wound healing
- ❖ Attracting immune cells
- ❖ Clearance of altered cells
- ❖ Paracrine pro-senescence signals
- ❖ Autocrine growth-arrest reinforcement

SASP

Detrimental effects

- ❖ Disrupting organ function
- ❖ Chronic inflammatory state
- ❖ Immunosuppressive environment
- ❖ Paracrine pro-tumorigenic signals
- ❖ Paracrine pro-tumor reprogramming



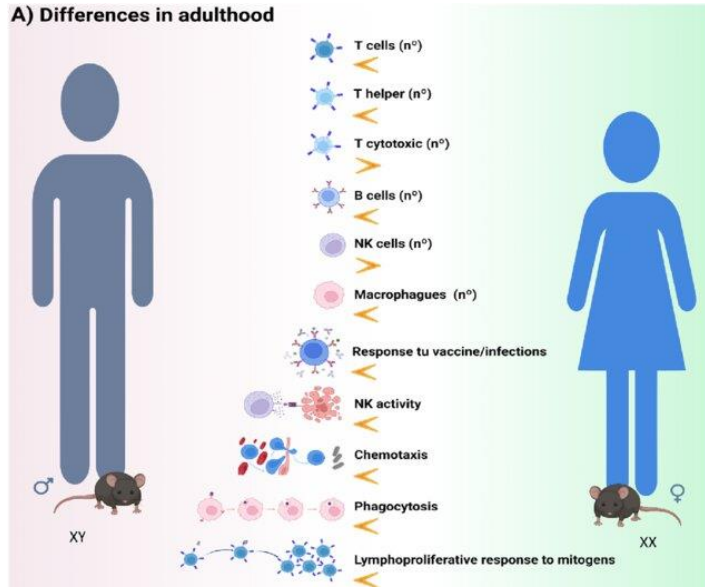
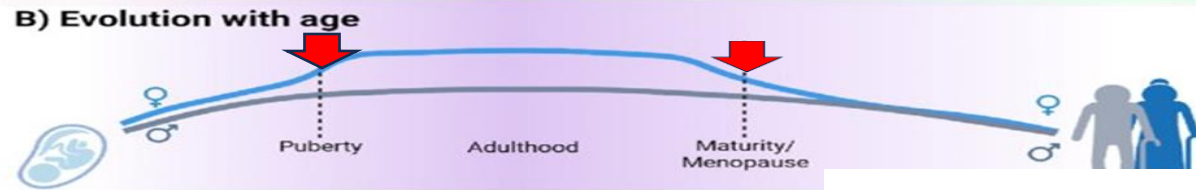
International Journal of
Molecular Sciences

Review

Mechanisms and Regulation of Cellular Senescence

Lauréline Roger ¹, Fanny Tomas ² and Véronique Gire ^{2,*}

Differenze fra i uomini e donne riguardo alle principali funzioni del Sistema immunitario durante l'invecchiamento

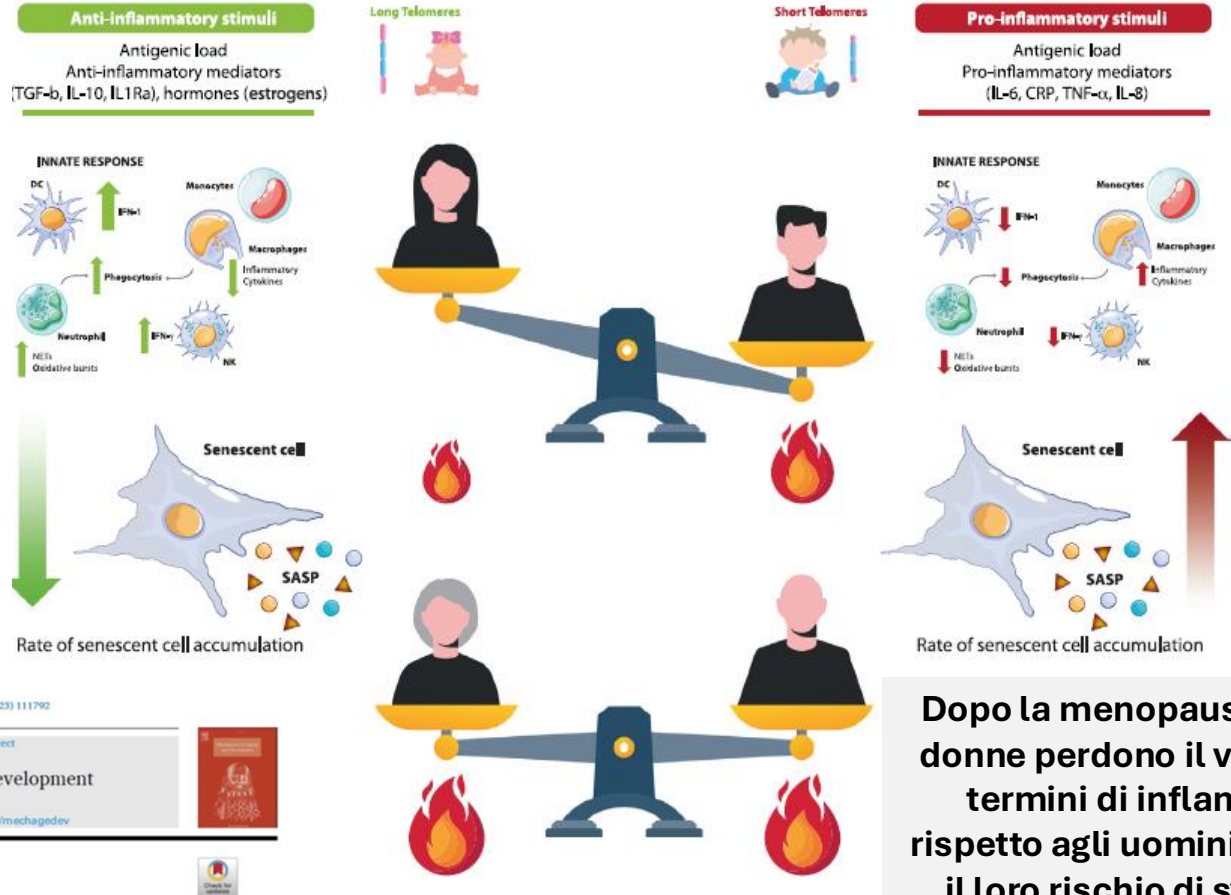


In età adulta le donne presentano generalmente un sistema immunitario più efficiente rispetto agli uomini, ma questo grande vantaggio si perde con l'avanzare dell'età

- Le donne presentano un numero più elevato di linfociti T, in particolare cellule T helper, linfociti B e macrofagi.
- Le cellule immunitarie femminili mostrano un'attività superiore rispetto a quelle maschili.
- Nelle donne, le cellule immunitarie inducono risposte più potenti contro i vaccini e le infezioni, con titoli anticorpali e risposte infiammatorie più elevati.
- Le cellule Natural Killer (NK) femminili possiedono una maggiore attività antitumorale;
- i leucociti mostrano una capacità superiore di mobilitazione verso i siti di infezione (chemiotassi).
- Le cellule fagocitiche delle donne hanno una migliore capacità di ingestione di particelle dannose e patogeni.
- Infine, i leucociti femminili evidenziano una risposta proliferativa più marcata agli agenti mitogeni.

Biomarcatori per misurare il livello di inflammaging

Analizzando i biomarcatori di inflammaging si conferma come le donne in età adulta abbiano livelli più bassi rispetto agli uomini, indicativi di un livello di inflammaging ridotto



Mechanisms of Ageing and Development 211 (2023) 111792

Contents lists available at ScienceDirect

Mechanisms of Ageing and Development

journal homepage: www.elsevier.com/locate/mechagedev



Sex/gender-related differences in inflammaging

Fabiola Olivieri^{a,b,1}, Francesca Marchegiani^b, Giulia Matarichione^a, Angelica Giuliani^a, Deborah Ramini^b, Francesca Fazioli^a, Jacopo Sabbatinelli^{a,c,*}, Massimiliano Bonafe^d

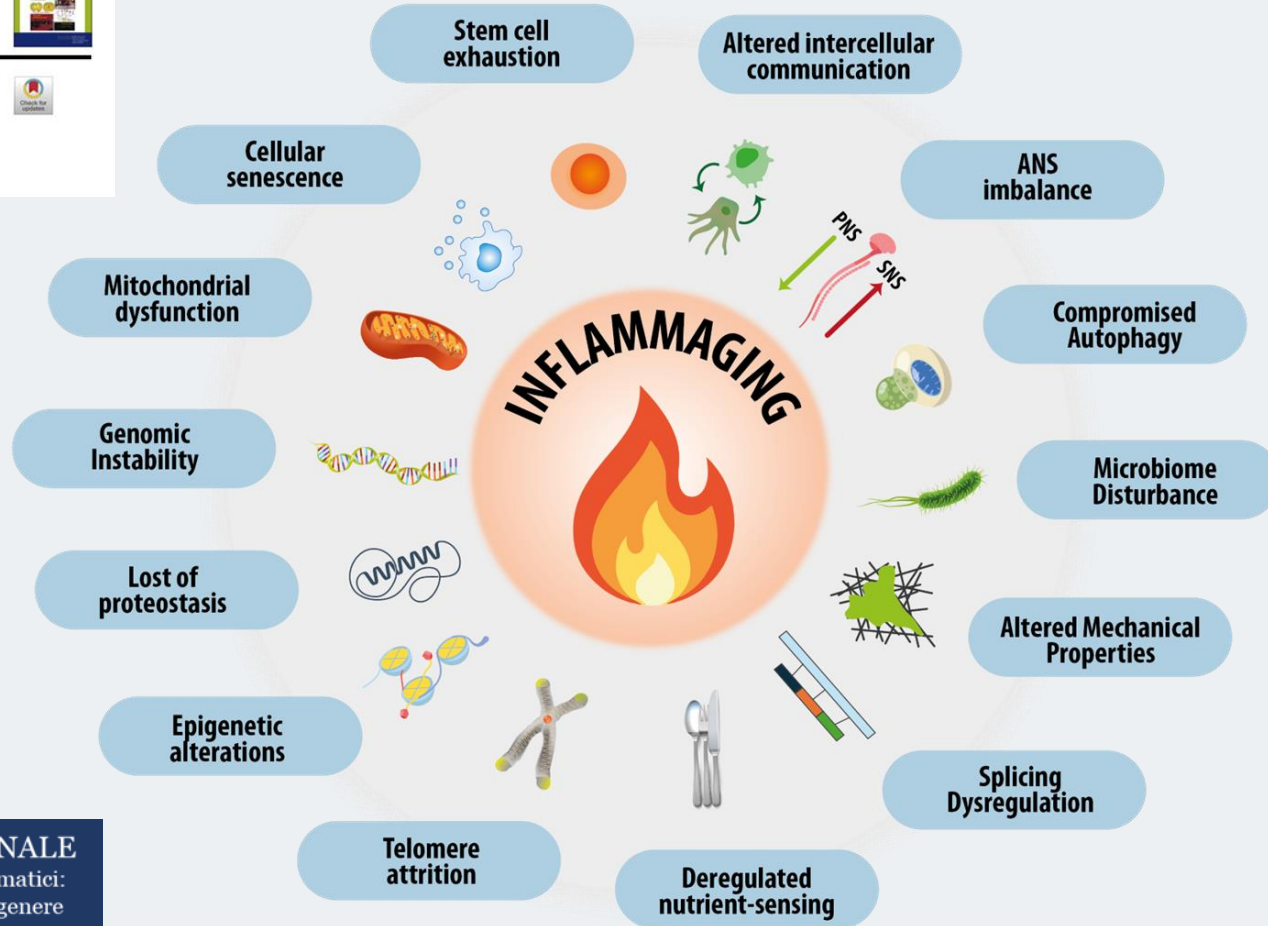
Dopo la menopausa, però, le donne perdono il vantaggio in termini di inflammaging rispetto agli uomini e aumenta il loro rischio di sviluppare patologie crónico-degenerative



Heart rate variability and autonomic nervous system imbalance: Potential biomarkers and detectable hallmarks of aging and inflammaging

Fabiola Olivieri^{a,b}, Leonardo Biscetti^c, Lorenzo Pimpini^d, Giuseppe Pelliccioni^e, Jacopo Sabbatinelli^{a,d,f}, Sergio Giunta^f

Numerosi pathways cellular e molecolari contribuiscono ad incrementare i livelli di inflammaging



Toward precision interventions and metrics of inflammaging

Received: 20 January 2025

Accepted: 3 July 2025

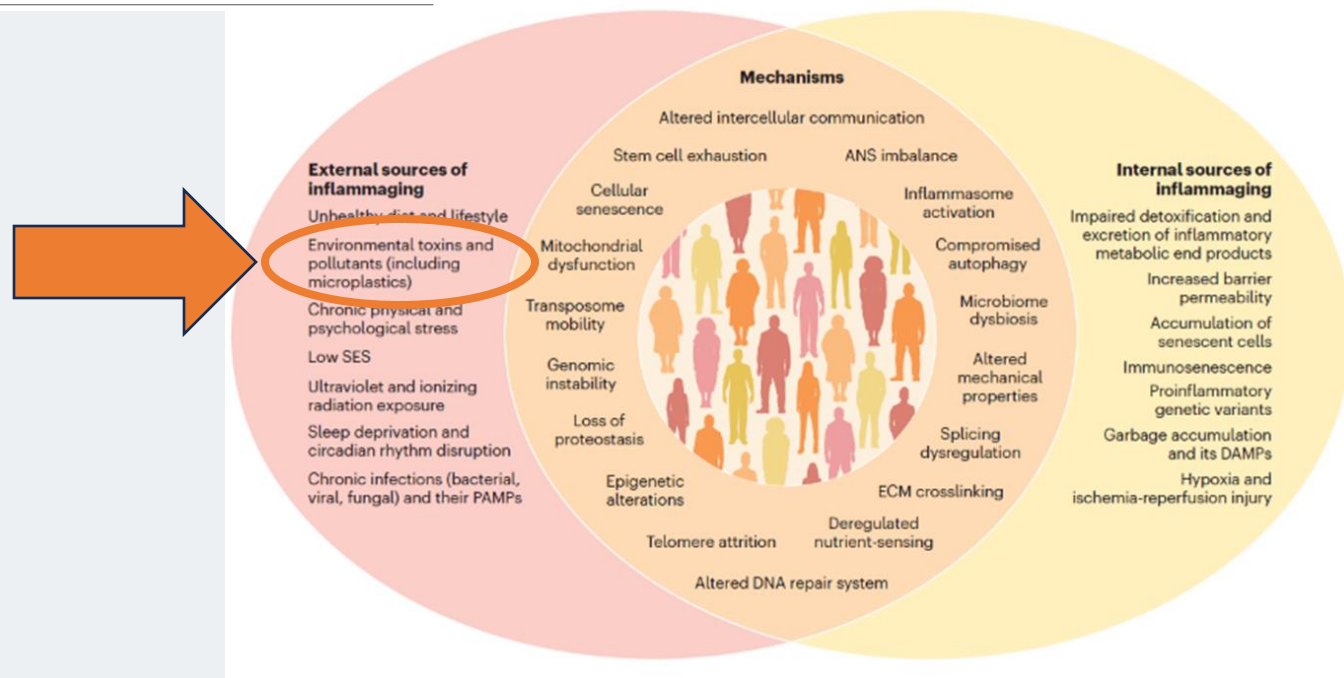
Published online: 14 August 2025

Claudio Franceschi^{1,2}, Fabiola Olivieri^{3,4}✉, Alexey Moskalev⁵, Mikhail Ivanchenko^{1,2} & Aurelia Santoro⁶✉

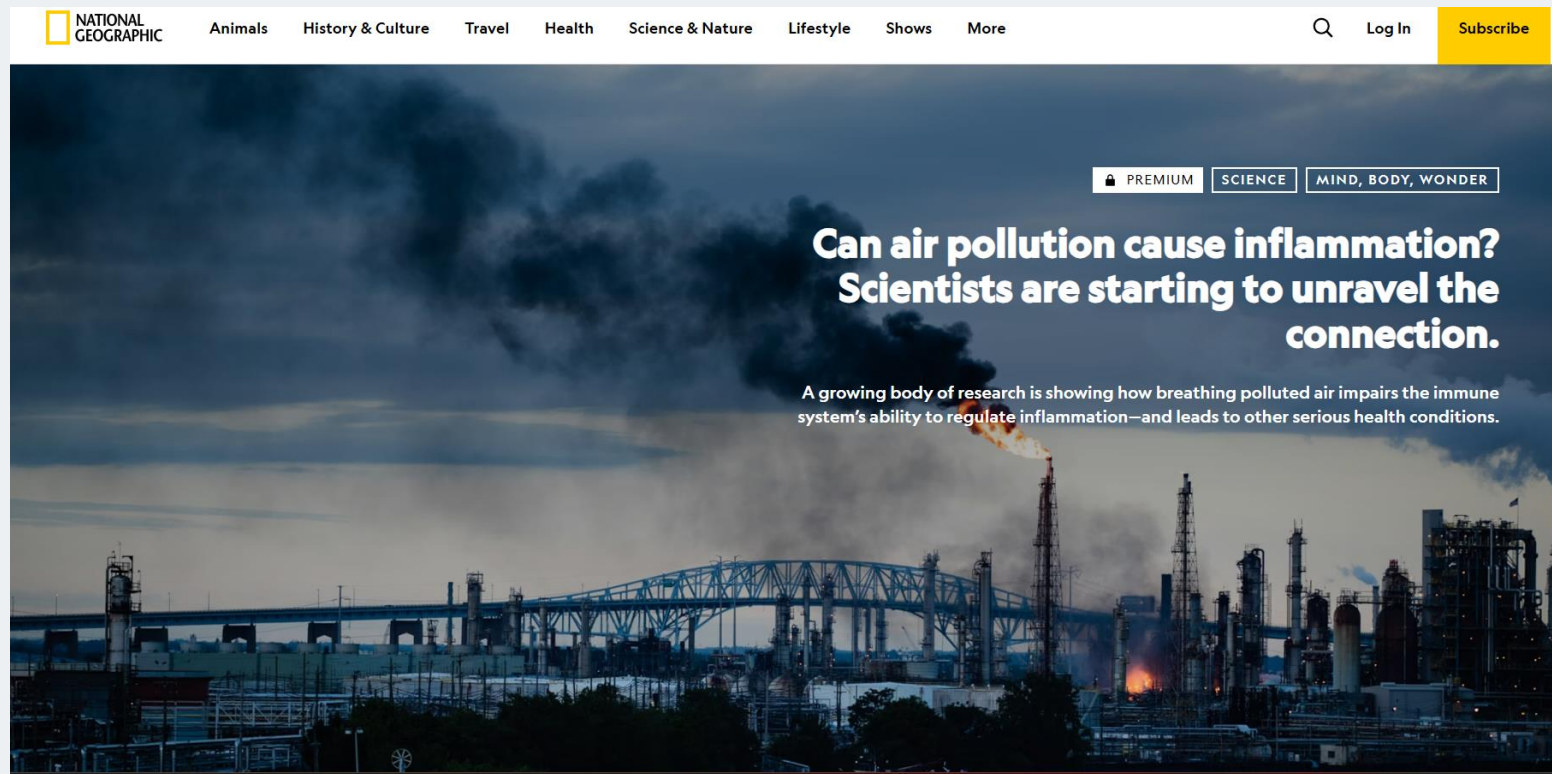
Numerosi pathways che alimentano l'inflammaging sono attivati anche da inquinanti ambientali, comprese le microplastiche



9° CONGRESSO NAZIONALE
Inquinamento e cambiamenti climatici:
l'impatto sulla salute in ottica di genere



La relazione tra inquinamento e infiammazione è diventata anche un tema di dibattito pubblico e mediatico



NATIONAL GEOGRAPHIC Animals History & Culture Travel Health Science & Nature Lifestyle Shows More [Q](#) [Log In](#) [Subscribe](#)

[PREMIUM](#) [SCIENCE](#) [MIND, BODY, WONDER](#)

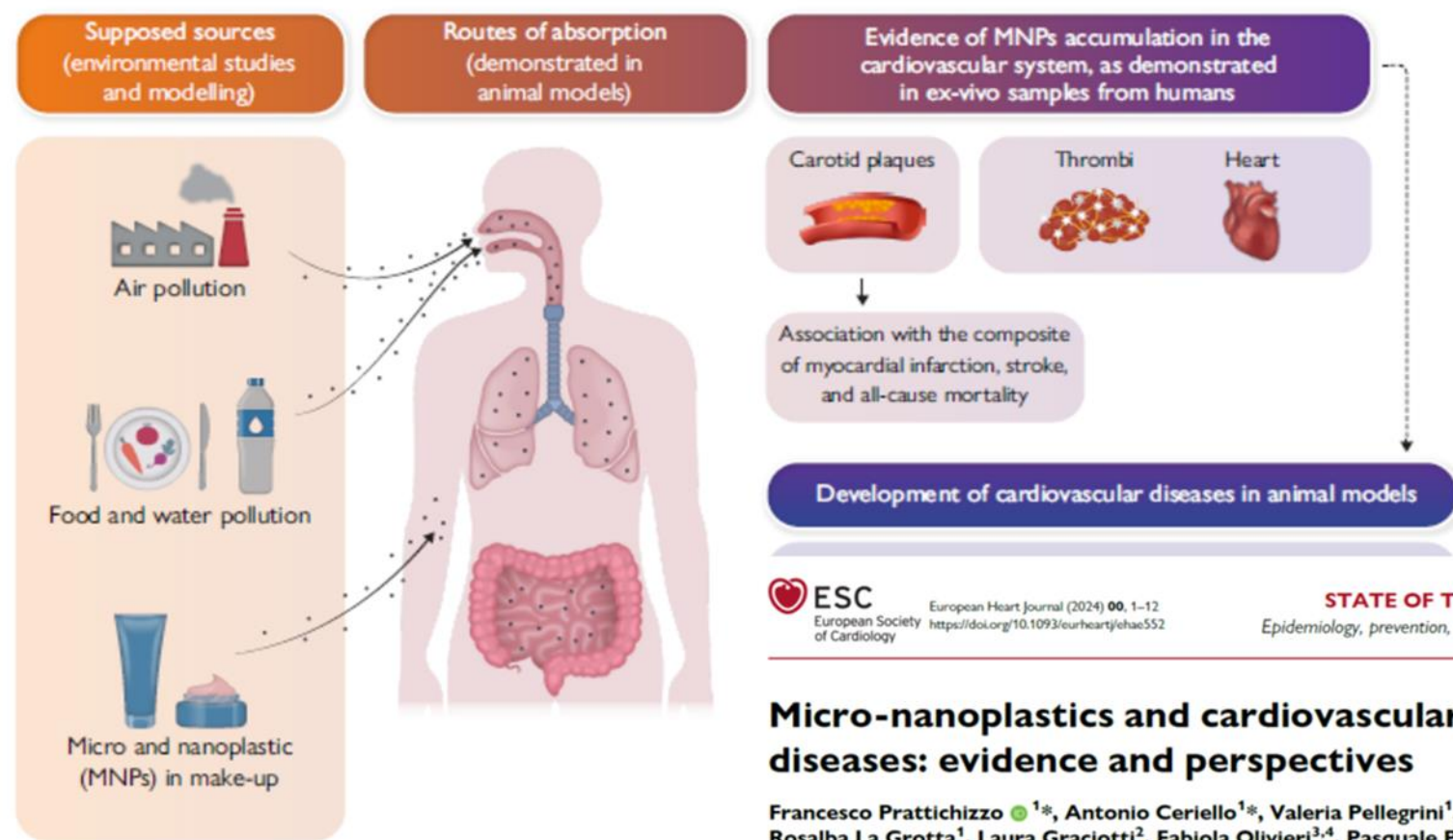
Can air pollution cause inflammation? Scientists are starting to unravel the connection.

A growing body of research is showing how breathing polluted air impairs the immune system's ability to regulate inflammation—and leads to other serious health conditions.

9° CONGRESSO NAZIONALE
Inquinamento e cambiamenti climatici:
l'impatto sulla salute in ottica di genere



Summary of the available knowledge relative to the possible role of micro- and nanoplastics (MNPs) in cardiovascular disease. Environmental and modelling studies suggest that air (both indoor and outdoor), water (both bottled and tap water), food, and cosmetic products are possible



European Society
of Cardiology

European Heart Journal (2024) 00, 1–12
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae552>

STATE OF THE ART REVIEW

Epidemiology, prevention, and health care policies

Micro-nanoplastics and cardiovascular diseases: evidence and perspectives

Francesco Prattichizzo^{1*}, Antonio Ceriello^{1*}, Valeria Pellegrini¹, Rosalba La Grotta¹, Laura Graciotti², Fabiola Olivieri^{3,4}, Pasquale Paolisso⁵, Bruno D'Agostino⁶, Pasquale Iovino⁶, Maria Luisa Balestrieri⁷, Sanjay Rajagopalan⁸, Philip J. Landrigan^{9,10}, Raffaele Marfella^{11†}, and Giuseppe Paolisso^{11,12†}

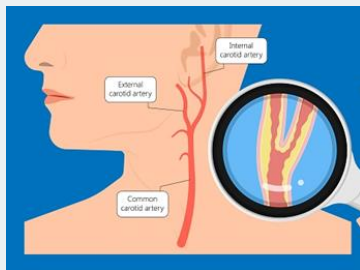
ORIGINAL ARTICLE

Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events

R. Marfella, F. Prattichizzo, C. Sardu, G. Fulgenzi, L. Graciotti, T. Spadoni, N. D'Onofrio, L. Scisciola, R. La Grotta, C. Frigé, V. Pellegrini, M. Municinò, M. Siniscalchi, F. Spinetti, G. Vigliotti, C. Vecchione, A. Carrizzo, G. Accarino, A. Squillante, G. Spaziano, D. Mirra, R. Esposito, S. Altieri, G. Falco, A. Fenti, S. Galoppo, S. Canzano, F.C. Sasso, G. Matakchione, F. Olivieri, F. Ferraraccio, I. Panarese, P. Paolisso, E. Barbato, C. Lubritto, M.L. Balestrieri, C. Mauro, A.E. Caballero, S. Rajagopalan, A. Ceriello, B. D'Agostino, P. Iovino, and G. Paolisso

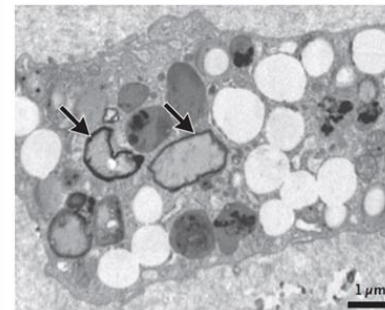
Table 1. Characteristics of the Patients at Baseline.*

Variable	MNPs Present (N=150)	MNPs Not Present (N=107)
Age (IQR) — yr	71 (65–75)	73 (67–77)
Male sex — no. (%)	116 (77.3)	79 (73.8)
Body-mass index (IQR) †	28 (27–29)	28 (26–29)
Hypertension — no. (%)	78 (52.0)	69 (64.5)

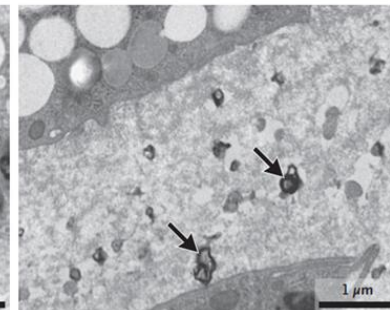


A Transmission Electron Microscopy

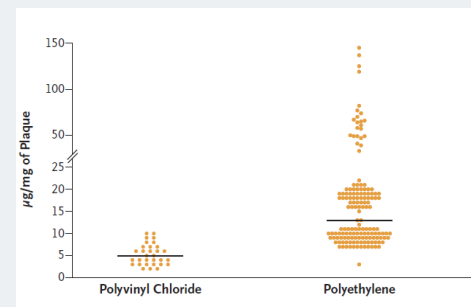
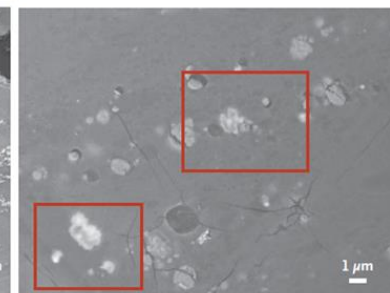
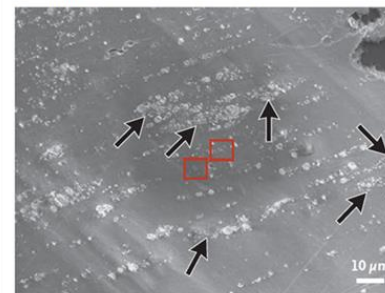
Inside Macrophage



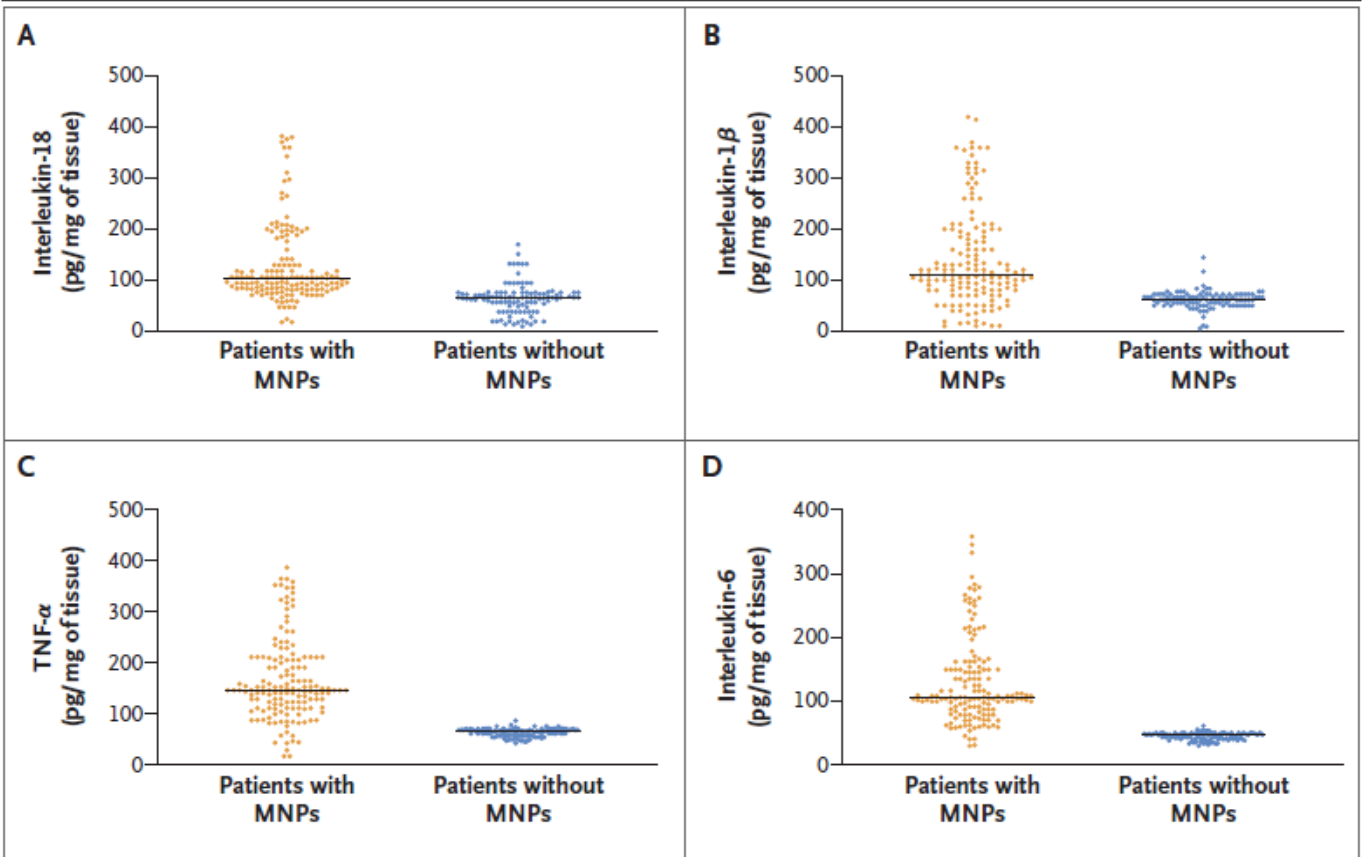
Outside Macrophage



B Scanning Electron Microscopy Using Back-Scattered Electrons



La presenza di microplastiche nelle placche ateromasiche carotidee è associata ad aumento di infiammazione sistemica, inflammaging, dimostrata dall'aumento delle citochine proinfiammatorie che rappresentano i principali biomarkers di inflammaging

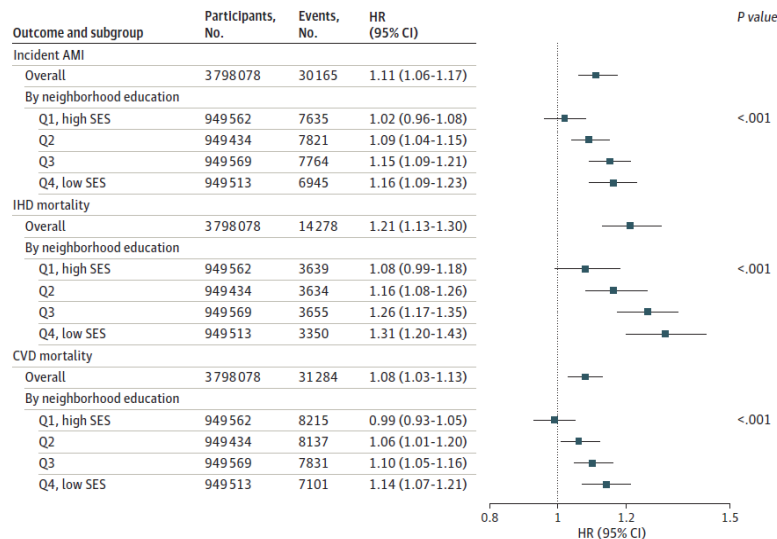


Original Investigation | Environmental Health

Association of Long-term Exposure to Particulate Air Pollution With Cardiovascular Events in California

Stacey E. Alexeeff, PhD¹; Kamala Deosaransingh, MPH¹; Stephen Van Den Eeden, PhD¹; [et al](#)

Figure 2. Relative Risk of Incident Acute Myocardial Infarction (AMI), Ischemic Heart Disease (IHD) Mortality, and Cardiovascular Disease (CVD) Mortality Associated With 1-Year Mean Particulate Air Pollution Exposure, Overall And by Neighborhood Education Level, Among 3.7 Million Participants in the Particulate Air Pollution, Cardiovascular Events, and Susceptibility Factors Cohort



Adjusted for age, sex, race and ethnicity, socioeconomic status, smoking, body mass index, baseline comorbidities, baseline medication use. P values are for interaction with neighborhood education. SES indicates socioeconomic status, which was measured by neighborhood education.

In una coorte di 3,7 milioni di adulti residenti in California, questo studio ha rilevato che l'esposizione a lungo termine al PM2.5 era associata a un aumento del rischio di infarto miocardico acuto incidente, mortalità per cardiopatia ischemica e mortalità cardiovascolare; tali associazioni risultavano più marcate nelle comunità con basso status socioeconomico



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

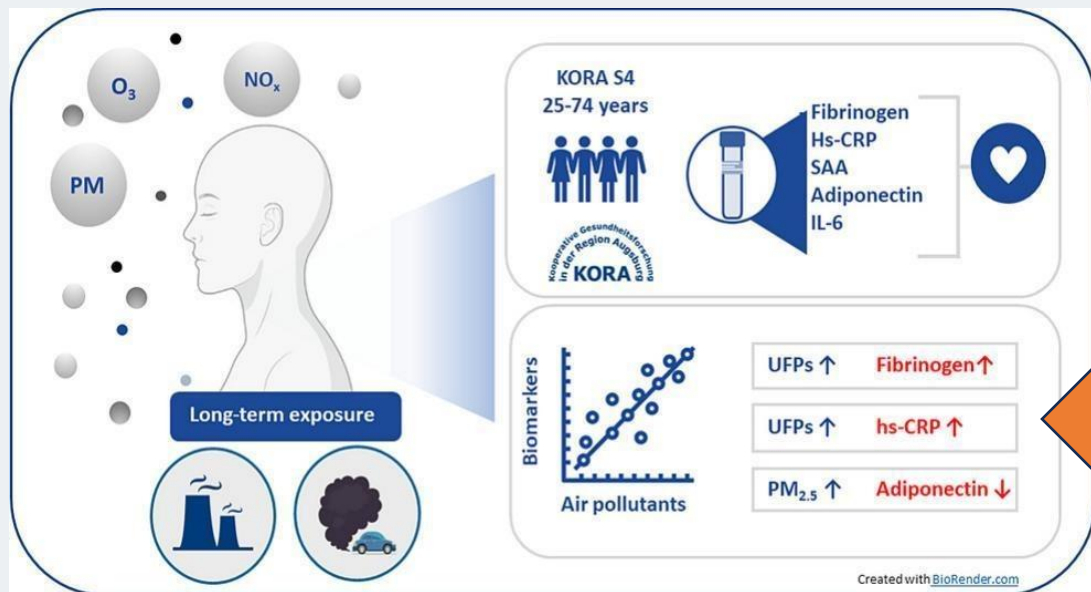
journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Long-term exposure to ambient air pollution and inflammatory response in the KORA study

Megi Vogli^a, Annette Peters^{a,b,c,d}, Kathrin Wolf^a, Barbara Thorand^{a,b,d}, Christian Herder^{d,e,f}, Wolfgang Koenig^{g,h,i}, Josef Cyrys^a, Elena Maestri^{j,k}, Nelson Marmiroli^{j,k}, Stefan Karrasch^{a,l}, Siqi Zhang^a, Regina Pickford^a

Numerosi studi stanno confermando che gli inquinanti ambientali sono in grado di aumentare i livelli di infiammazione sistemica.



9° CONGRESSO NAZIONALE
Inquinamento e cambiamenti climatici:
l'impatto sulla salute in ottica di genere



Inquinanti ambientali, infiammazione sistemica (inflammaging) e differenze sesso-specifiche

Evidenze:

- Numerosi studi epidemiologici e sperimentali confermano come l'infiammazione sistemica (inflammaging) possa essere alimentata anche inquinanti
- Sono attese variazioni sesso-specifiche, sulla base della specificità di genere dell'inflammaging

Sfide:

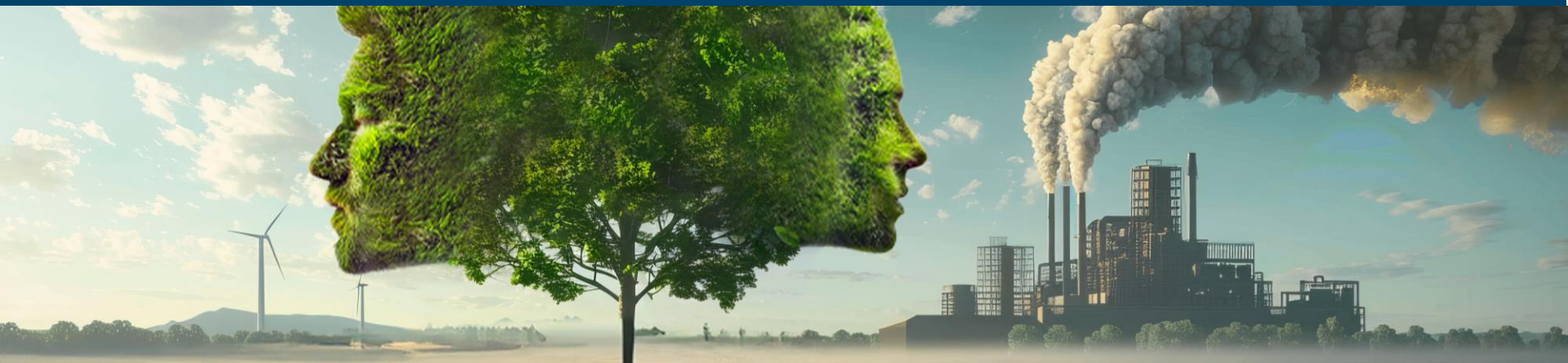
- ✓ Riconoscere il sesso come variabile biologica critica nella ricerca sulla salute ambientale
- ✓ Necessità di strategie di prevenzione, monitoraggio e interventi terapeutici mirati in base al sesso



personalizzare la valutazione dei rischi per la salute e gli approcci mirati a ridurli



Inquinamento e inflammaging



GRAZIE PER L'ATTENZIONE