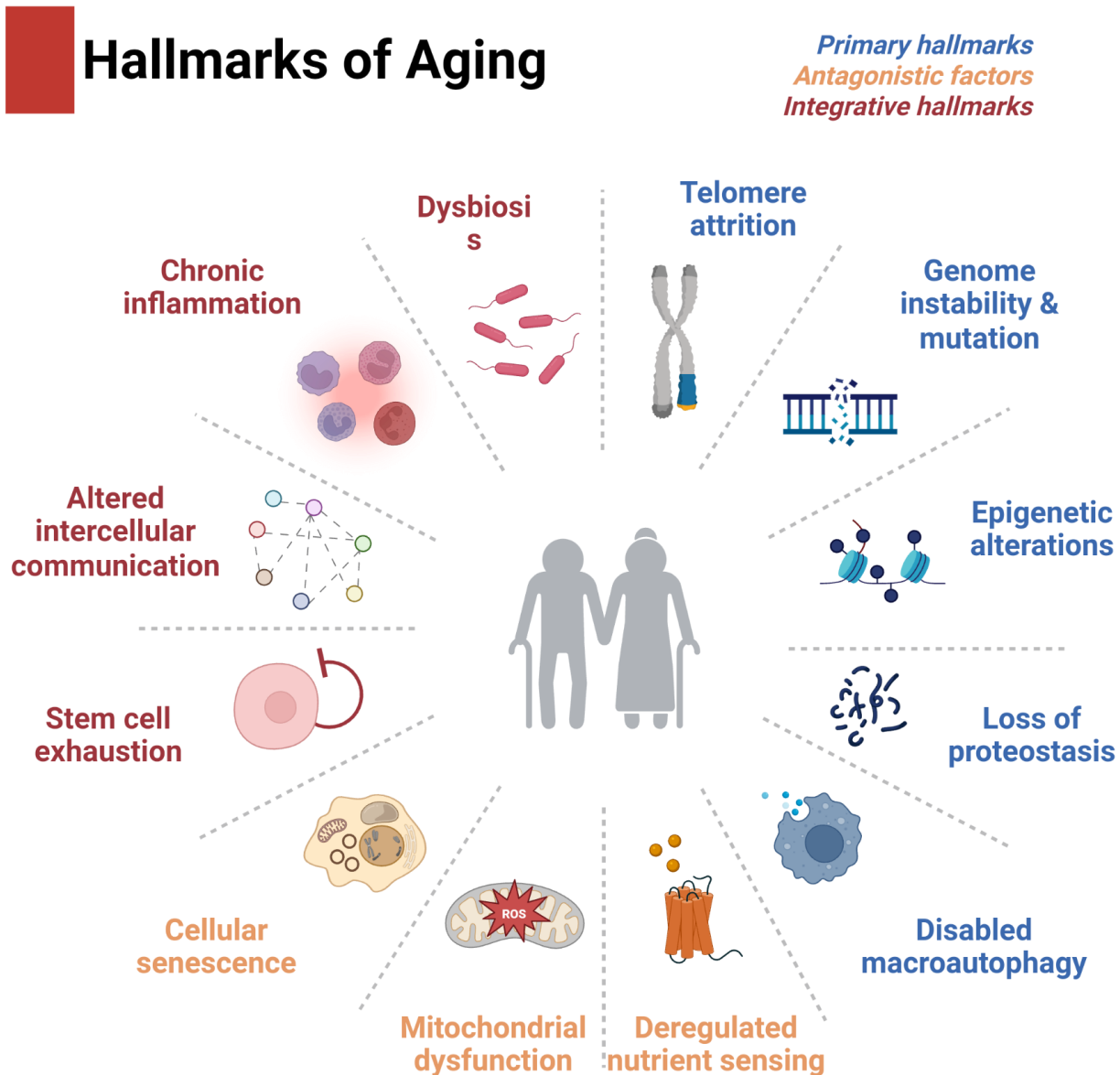


Biomarcatori di rischio ambientale e
traiettorie di invecchiamento: una
lettura tossicogenomica per
la prevenzione nature-based

Annamaria Colacci
Università di Bologna
ISDE Campobasso

Hallmarks of Aging



- Gli **hallmarks** dell'invecchiamento sono dodici processi biologici interconnessi che contribuiscono al progressivo declino della funzionalità cellulare e tissutale.
- Le esposizioni ambientali possono modificarne l'attività e le interazioni, influenzando la traiettoria dell'invecchiamento biologico.

Studi di biomonitoraggio

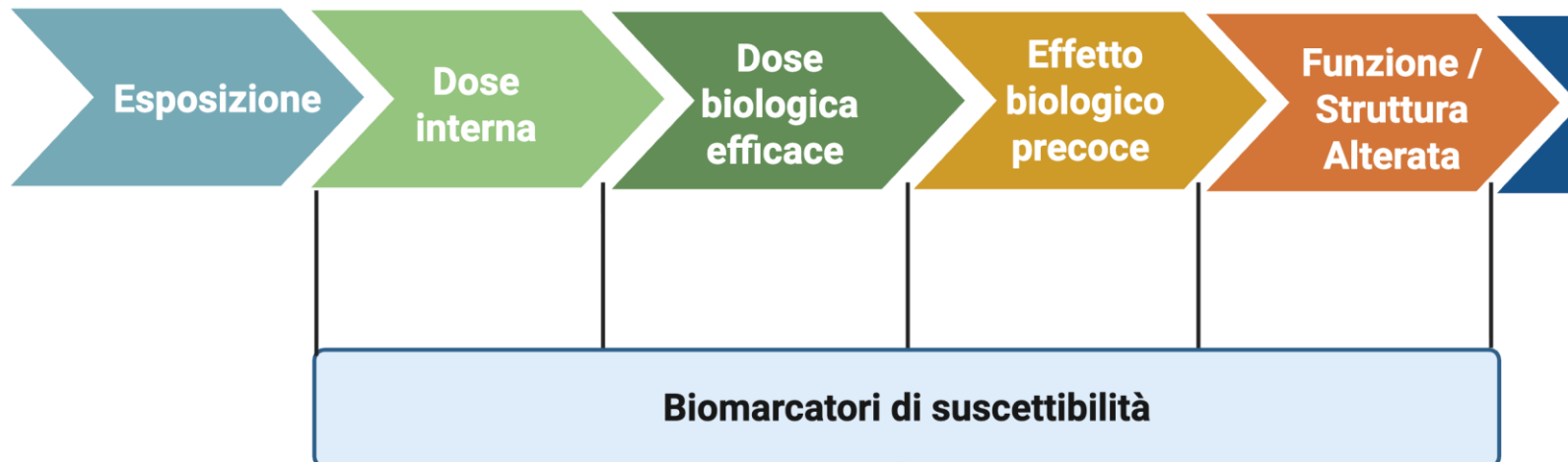
Prodotti di degradazione o del metabolismo di composti chimici in fluidi biologici: sangue, urine, latte materno,

Biomarcatori di esposizione

Studi di tossicogenomica

Variazioni quantificabili nei parametri biochimici e fisiologici: es. marcatori di stress ossidativo, aberrazioni cromosomiche, metilazione DNA

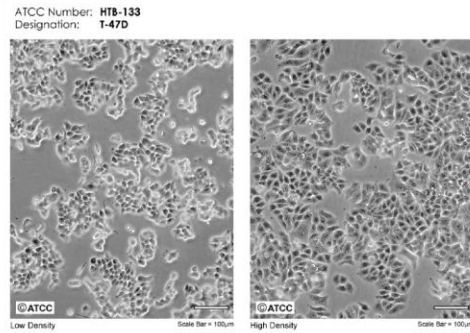
Biomarcatori di effetto



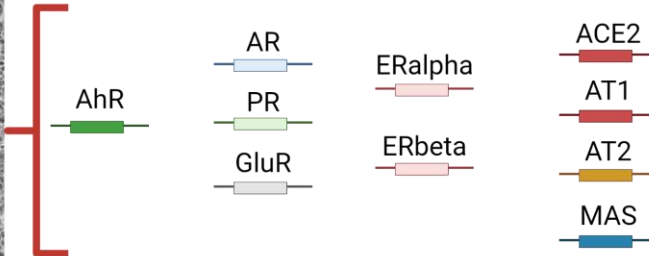
Polimorfismi genetici, profili metabolici,

- Gli hallmarks sono anche bersagli misurabili attraverso specifici biomarcatori molecolari e funzionali capaci di descrivere i processi biologici coinvolti e le loro modificazioni in risposta alle esposizioni ambientali.
- Le alterazioni molecolari possono precedere di molti anni le manifestazioni cliniche dell'invecchiamento sfavorevole

Modello NAM (New Approach Methodologies)

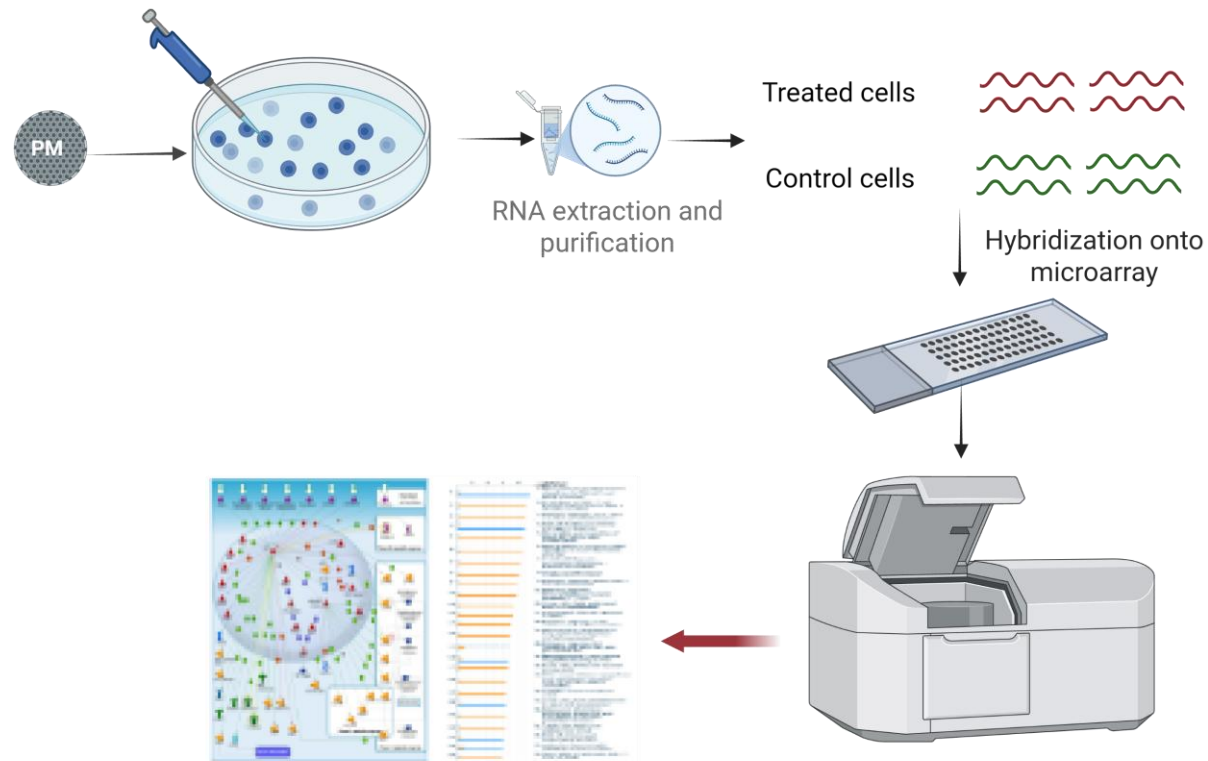


T47D cells
sistema cellulare multiparametrico .



Risposte molecolari riconducibili a diversi domini biologici:

- stress ossidativo,
- infiammazione
- metabolismo,
- regolazione neuroendocrina
- ritmi circadiani



18

pathway arricchiti

FDR < 0,05

- Stress ossidativo e risposta antiossidante
- Regolazione immunitaria e infiammazione
- Regolazione metabolica.
- Risposta neuroendocrina allo stress.
- Regolazione circadiana e orologi biologici

Disease (FDR ranked) FDR<0.05

Depressive Disorder

Mood Disorders

Nervo System Diseases

Brain Diseases

Mental Disorders

Psychiatry and Psychology

Alzheimer Disease

Dementia

Neurocognitive Disorders

Bipolar and related Disorders

Bipolar Disorders

Panic Disorders

Cognition Disorders

Suicide

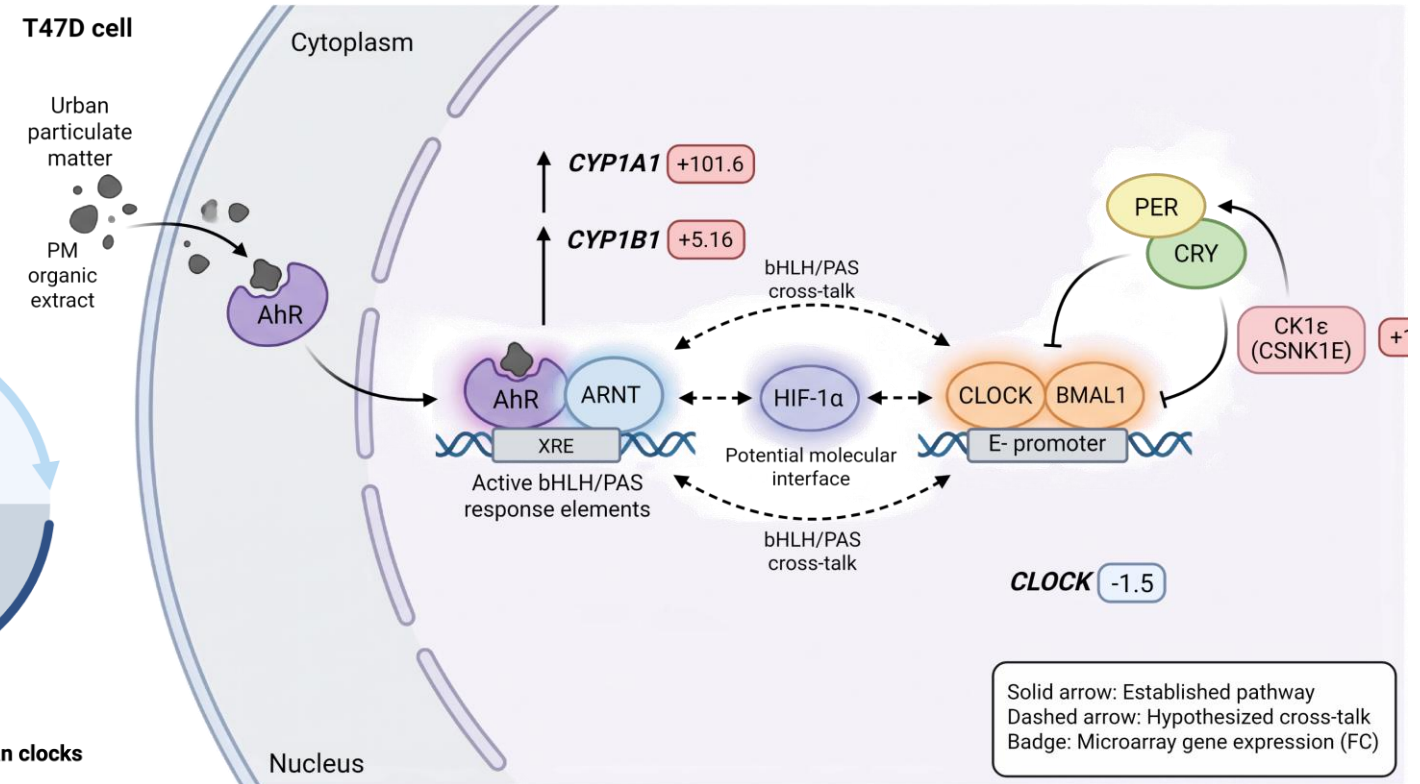
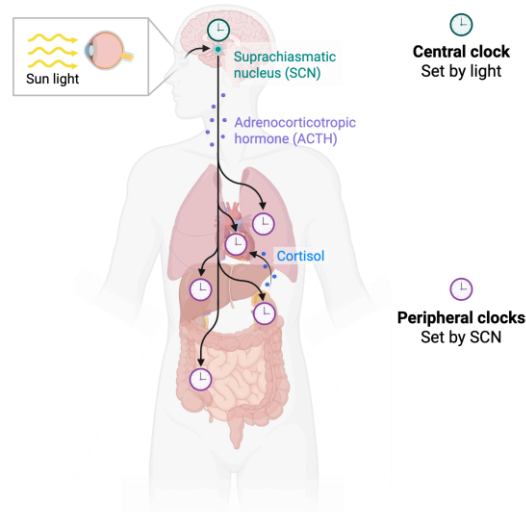
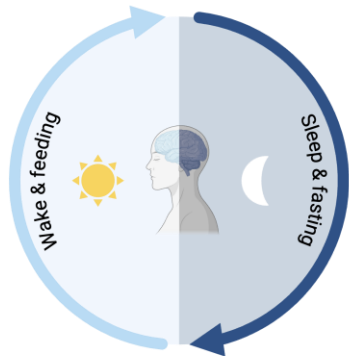
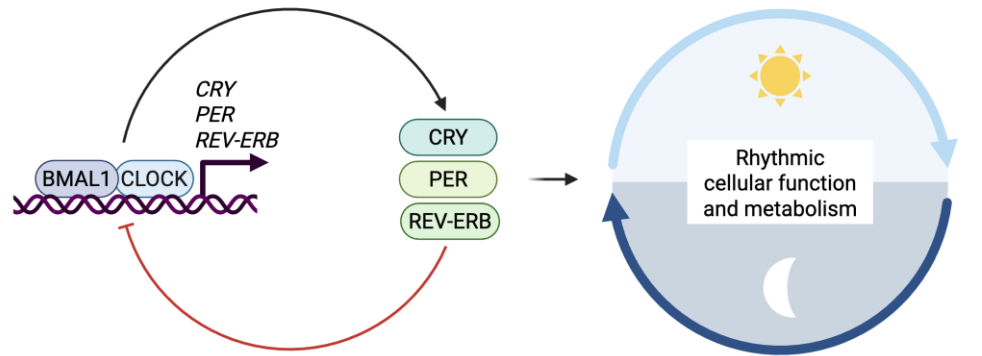
Schizophrenia

Schizophrenia spectrum and other Psychotic Disorders

Parkinsonian Disorders

Invecchiamento e alterazione degli orologi biologici

BMAL1-CLOCK Regulation Loop



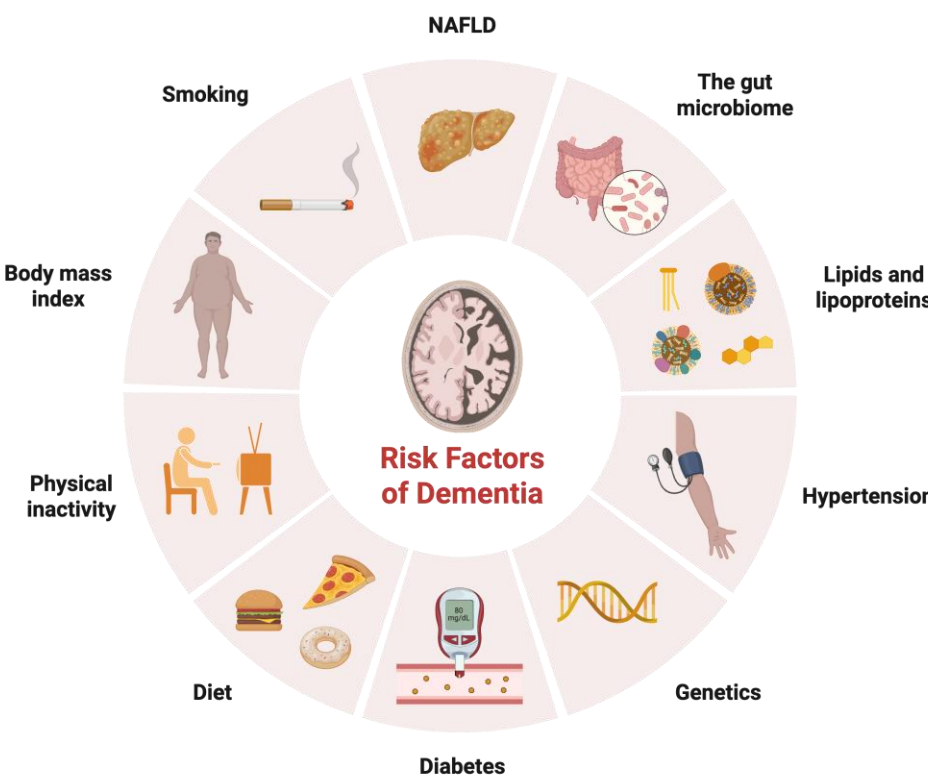
Il modello evidenzia alterazioni dell'espressione di geni coinvolti nella regolazione circadiana.

Rileggere il PM attraverso la lente del brain aging

- A partire da queste evidenze abbiamo re-interrogato i dati trascrittomici ottenuti dopo esposizione a PM.
- La domanda era: quali pathway e reti molecolari modulati dal PM sono rilevanti per l'invecchiamento cerebrale e le patologie neurodegenerative?
- L'analisi ha evidenziato una convergenza su domini associati a stress neuroendocrino,

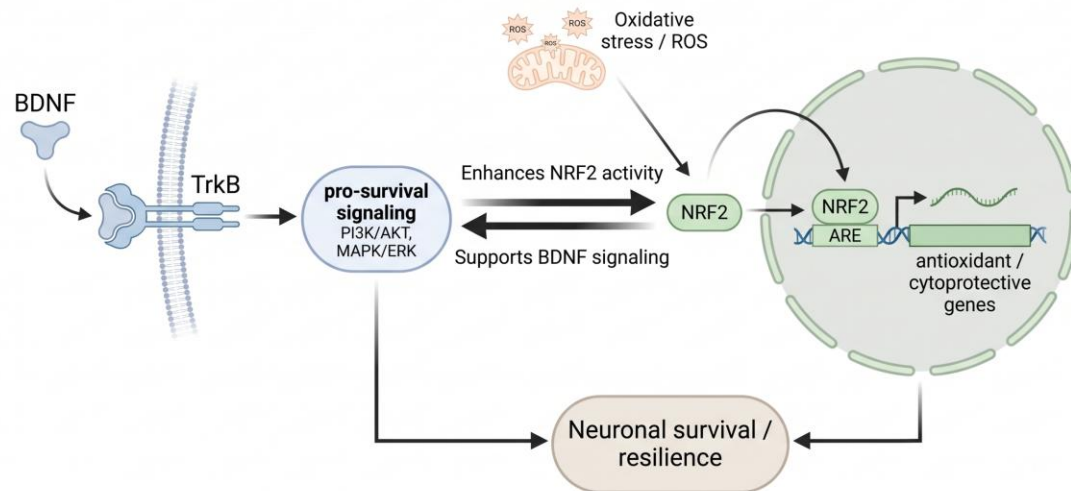
Table 3. Key PM-responsive molecular domains and their biological relevance

Molecular domain	Pathway/evidence	Representative PM-responsive genes	Biological relevance
Neuroendocrine stress	Glucocorticoid receptor signaling	CRH; selected GR-related genes	Stress/HPA regulation
Oxidative/hypoxic stress	NRF2; HIF-1	MafF/G/K, HMOX1, MET, REDD1	Redox resilience, cellular stress
Environmental sensing	AhR	CYP1A1, CYP1B1; IDO1	Xenobiotic and immune-metabolic sensing
Circadian regulation	CLOCK-related network	CLOCK, CSNK1E	Circadian homeostasis
Cellular/neural plasticity	WNT/NOTCH	AXIN1, HEY1/2, Fringe	Plasticity, differentiation, cognitive-relevant signaling
Immune/inflammatory regulation	Immune-related pathways	Selected genes only	Inflammaging-related domain

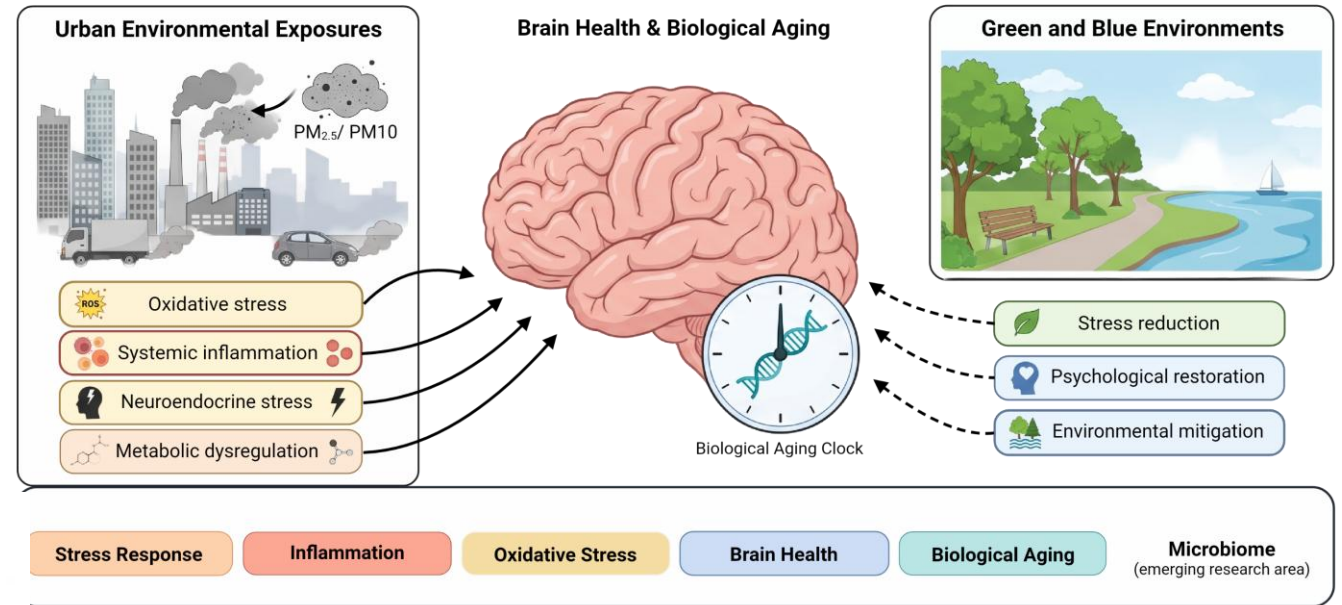


- I processi biologici associati all'esposizione a inquinanti ambientali sono in parte gli stessi sui quali potrebbero agire favorevolmente le esperienze in ambienti naturali.
- La sfida è identificare biomarcatori condivisi per valutare sia il rischio ambientale sia i

BDNF and NRF2 Reciprocal Neuroprotective Signaling



From Environmental Exposures to Biological Responses: Biomarkers for Healthy Aging



Mascolo, Maffei et al, 2026, in preparation



**Dove c'è verde,
c'è memoria.**

**Pubblicazione in preparazione (sostenuta
dal progetto VeBS)**

**Green and Blue Spaces as Protective Factors
Against Aging and Inflammaging: A
Toxicogenomic Contrast with PM-Associated
Cognitive Decline**

Questo lavoro è il risultato di un
progetto corale, costruito grazie al
contributo integrato e dall'impegno
congiunto di tutti i ricercatori
coinvolti

M. Mascolo
G. Maffei
C. Badaloni
M. De Sario
E. Maestri
L. Villani
L. Mancini
N. Marmioli
S. Brini,
G. Ciappetta
M. Giusti

Created by Annamaria Colacci





Ministero della Salute

AUTUMN SCHOOL GREEN & BLUE SPACES FOR URBAN AND PLANETARY HEALTH

2-6 Novembre 2026

30 ore formato online sincrono

Partecipazione gratuita ECM 45

Promossa da

Agenzia Regionale Prevenzione, Ambiente e Energia
dell'Emilia Romagna

in collaborazione con Fondazione Flaminia e Dialogos
nell'ambito del Progetto PNC-B12

informazioni e iscrizioni

info@dialogosformazione.it



Carta etica Verdeblu Salute Equità

Proposta congiuntamente presentata dai referenti tecnici e scientifici del progetto VeBS come base di discussione con tutti i portatori di interesse

Premessa

La Carta Etica Verdeblu Salute Equità (anche Carta Etica) è elaborata nell'ambito delle attività del progetto quadriennale VeBS: *Il buon uso degli spazi Verdi e Blu per la promozione della Salute e del Benessere (VeBS)*, finanziato dal Ministero della Salute nell'ambito del PNC "Salute-Ambiente-Biodiversità-Clima", e volto alla valorizzazione delle aree verdi e blu come beni comuni determinanti di salute e strumenti di prevenzione sociosanitaria.

In un contesto segnato dall'aumento delle temperature, dalla maggiore frequenza e intensità delle ondate di calore e degli eventi meteorologici estremi, gli spazi verdi e blu assumono una rilevanza crescente per la salute pubblica, in particolare nelle aree urbane. Tali fenomeni possono aggravare