

qualsevol part del cos. Si aquests compostos arriben als testicles o als ovaris, s'ha observat que poden alterar la seva funció de secreció hormonal, i, per tant, poden provocar problemes reproductius, avortaments espontanis, problemes de creixement i baix pes en néixer, entre d'altres.

D'altra banda, cal destacar el paper dels disruptors endocrins en el desenvolupament de la diabetis mellitus de tipus II (DM). La DM es caracteritza per nivells elevats de glucosa en sang (hiperglucèmia) a causa de la resistència a la insulina i un fracàs progressiu en la secreció pancreàtica d'insulina. Tot i que hi ha certa predisposició genètica a la diabetis, factors no genètics com una mala alimentació, un estil de vida sedentari o determinats contaminants ambientals poden ser crucials en el desenvolupament d'aquesta malaltia. De fet, l'exposició a aquests factors durant l'etapa prenatal s'ha identificat com un factor de risc per a la diabetis futura. Concretament, el bisfenol A (BPA) s'ha identificat com un compost que actua com a disruptor endocrí relacionat amb el desenvolupament de la DM, i el seu ús està prohibit o restringit en algunes aplicacions a Europa des del 2011.

Si bé la quantitat de molècules amb aquesta capacitat disruptiva a la qual estem exposats és baixa, els estudis demostren que els efectes d'aquests compostos es poden potenciar, de manera que encara que estem exposats a dosis baixes, l'efecte combinat és més gran. Això subratlla la importància d'identificar aquests compostos que actuen com a disruptors endocrins.

Actualment, hi ha diversos projectes europeus en aquesta direcció, com el clúster EURION. Aquesta iniciativa pretén identificar els disruptors endocrins relacionats amb un augment del risc de patir determinades malalties i desenvolupar proves diagnòstiques basades en aquesta informació.

4.3. L'EXPOSOMA I LES MALALTIES NO TRANSMISSIBLES

APOLLINE SAUCY

El paper dels factors ambientals en les malalties no transmissibles (MNT) és cada cop més reconegut. Segons l'OMS, 12,6 milions de morts a tot el món (el 24 % de totes les morts) es podrien atribuir al medi ambient, dels quals dos terços (uns 8,2 milions de morts) estan relacionats amb les MNT (Prüss-Üstün *et al.*, 2016). La contaminació de l'aire contribueix a 5 milions de morts per malalties cardiovasculars cada any i es considera la cinquena causa de mort més important, just després de fumar (GBD 2017 Risk Factor Collaborators, 2018). Altres exposicions ambientals són cada cop més reconegudes pels seus efectes adversos sobre la salut, inclòs el clima (Vicedo-Cabrera *et al.*, 2021; Watts *et al.*, 2018), el soroll ambiental (Münzel *et al.*, 2021; Vienneau *et al.*, 2015), la urbanització (fitxa informa-

tiva de l'Organització Mundial de la Salut, 2021) i la manca d'espais verds (Barboza *et al.*, 2021).

Malalties cardiovasculars

Les malalties cardiovasculars (MCV) representen la contribució més gran a la càrrega ambiental de la malaltia en tot el món. Les MCV cobreixen una sèrie de trastorns de salut del cor i dels vasos sanguinis, incloses les malalties coronàries i les malalties cerebrovasculars. El 2017, van contribuir a 17,8 milions de morts i 35,6 milions d'AVAD ('anys de vida ajustats per discapacitat', DALY en anglès) en tot el món, cosa que les converteixen en la principal causa de mort a escala mundial (Wang *et al.*, 2023). L'acció de les condicions ambientals sobre les MCV pot ser directa (per exemple, l'impacte directe de la contaminació de l'aire sobre la funció respiratòria i la pressió arterial), però també pot estar mediada per canvis de comportament o interaccions socials, que, al seu torn, poden conduir a malalties cardiovasculars. Per exemple, l'activitat física i un estil de vida saludable es poden promoure mitjançant un millor accés als espais verds públics i al transport públic, i millorant la seguretat al carrer.

Salut mental

S'ha demostrat que els entorns complexos, que inclouen tant els perills ambientals com l'entorn social, afecten la salut mental i causen trastorns del comportament. Wang i el seu equip van realitzar anàlisis d'associació a tot l'exposoma en una cohort bessona i va trobar que més de la meitat de les exposicions estaven associades significativament amb símptomes depressius en l'edat adulta jove (Wang *et al.*, 2023). En particular, les influències de la situació familiar i l'exposoma social van ser motors particularment importants dels símptomes depressius al final de l'adolescència i la primera edat adulta. Altres exposicions ambientals com el soroll ambiental també poden afectar la salut mental, possiblement mitjançant alteracions del son i efectes sobre el sistema nerviós central (Hahad *et al.*, 2024). En un estudi recent realitzat prop d'un aeroport militar, es va observar un fort vincle entre l'exposició a sorolls forts d'avions militars i exacerbacions de símptomes i prescripcions mèdiques en pacients amb tractaments psiquiàtrics (Wicki *et al.*, 2024).

MNT i disparitats en salut

Els impactes dels contaminants ambientals sobre la salut varien segons les regions, els sexes i els grups d'edat. La contribució de les MNT en comparació

amb les malalties infeccioses és més gran entre la població adulta i la gent gran, i als països d'ingressos alts. Tanmateix, els impactes sobre la salut de les condicions ambientals modificables afecten globalment de manera desproporcionada als països d'ingressos baixos i mitjans. Amb la transició epidemiològica cap a l'augment de la prevalença de les MNT als països en desenvolupament i l'augment de part de la població que viu en entorns urbans, és probable que aquestes desigualtats ambientals creixin en els propers anys. Per tant, la promoció d'entorns de vida saludables és essencial per a reduir la mortalitat i la morbiditat per malalties cròniques a tot el món i limitar els costos sanitaris associats, cada cop més grans (Hajat i Stein, 2018).

4.4. MALALTIES INFECCIOSES I EXPOSOMA

Les exposicions ambientals, inclosos els disruptors endocrins (EDC), poden influir en la susceptibilitat a les infeccions. Se sospita que exerceixen els seus efectes a través de vies hormonals. Certs EDC com ara ftalats, bisfenols, pesticides organoclorats i alcans perfluorats (PFAS) destaquen com a possibles desencadenants d'infeccions agreujades. Una prova concloent suggereix que l'exposició a aquestes substàncies pot afectar els mecanismes de defensa immune, ja que fa augmentar potencialment la vulnerabilitat a malalties infeccioses com la COVID-19 (Tsatsakis *et al.*, 2020).

Les dades epidemiològiques subratllen la importància d'aquestes preocupacions, especialment en infants exposats a PFAS, ja que revelen una disminució de les respostes immunes a les vacunes rutinàries (Grandjean *et al.*, 2012). A més, aquesta exposició s'associa a un risc més gran de desenvolupar malalties infeccioses. A mesura que el marc de l'exposoma amplia la nostra comprensió de les influències ambientals sobre la salut, les intrincades connexions entre els contaminants i les malalties infeccioses justifiquen una exploració exhaustiva. La identificació d'aquests enllaços no només aprofundeix en la nostra comprensió de les vies de les malalties, sinó que també subratlla la importància de mitigar les exposicions per a fomentar un sistema immunitari resistent i sensible davant els reptes infecciosos.

L'exposició a la contaminació de l'aire exterior pot afectar la transmissió, la susceptibilitat i la gravetat de malalties infeccioses com la COVID-19. La contaminació de l'aire pot afectar la viabilitat i el moviment de les partícules virals, augmentar potencialment el risc d'infecció en suprimir les defenses pulmonars, alterar el reconeixement del receptor i afectar els nivells d'expressió de proteïnes clau implicades en l'entrada viral. L'exposició crònica a la contaminació de l'aire també podria empitjorar els resultats de la COVID-19 en agreujar les condicions cròniques subjacents i deteriorar la funció immune. Un estudi recent a Catalunya

(COVIDCAT), va trobar que (1) l'exposició a la contaminació de l'aire es va associar positivament amb la magnitud de la resposta d'anticossos entre els participants seropositius i (2) l'exposició al NO_2 i $\text{PM}_{2.5}$ es van associar positivament amb la malaltia COVID-19 i amb la gravetat de la malaltia (Kogevinas *et al.*, 2021).