

VPLIV SEŽIGALNIC, SOSEŽIGALNIC IN TERMoeLEKTRARN NA ZDRAVJE DELAVCEV IN OKOLIŠKIH PREBIVALCEV

Metoda Dodič Fikfak

Izveleček

Sežiganje smeti se vedno pogosteje uporablja kot učinkovit način uničevanja odpadkov, hkrati pa tudi za proizvodnjo energije. Dosedanje študije so pokazale, da je življenje v bližini ali delo v sesežigalnici smeti povezano z večjim tveganjem za razvoj določenih rakavih bolezni, razvojem kongenitalnih anomalij, večjo umrljivostjo dojenčkov in povečanim številom splavov. Dominantna pot vnosa teh polutantov je preko gastrointestinalne poti. Domnevajo, da bi lahko nove tehnologije sežiganja odpadkov zmanjšale izpostavljenost in posledično tveganje za zdravje.

Kljub tem ugotovitvam pa zelo raznolike kemikalije, ki pri sežigu nastajajo, slabo načrtovane študije in inkonsistentno poročanje o značilnosti tehnologij sežigalnic onemogočajo natančnejši odgovor o varnosti sežigalnic. Ali so posledice za zdravje novejših sežigalnic dejansko manjše, ni še mogoče odgovoriti; manjšemu tveganju bi namreč bila lahko vzrok tudi prekratka latentna doba oz. prekratek čas, odkar so začele delovati varnejše sežigalnice.

Uvod

Sodobne sežigalnice smeti predstavljajo vedno večjo skrb prebivalcev po celem svetu. Pogosto so zgrajene in prilagojene tudi za proizvodnjo energije in so zato privlačne tudi za odločevalce.

Sežigalnice so povezane z emisijo toksičnih snovi, ki vplivajo na zdravje človeka in okolja. Štokholmska konvencija predstavlja mednarodne smernice o varnem upravljanju s trajnimi organskimi onesnaževalci (POPs). Cilj konvencije je minimizirati ali preprečiti izpostavljenost POP-som. Smernice vključujejo sežigalnice smeti, ker te predstavljajo potencialni izvor POP-ov, predvsem dioksinom podobne snovi. Sodobnejše sežigalnice so oblikovane tako, da povzročajo bistveno manjše vplive na okolje, vendar pa onesnaževalci še vedno nastajajo. Zato varnost sežigalnic upravičeno skrbi prebivalce, ki živijo v njihovih okolicah.

Dejanski vpliv sežigalnic na zdravje človeka je težko natančno določiti zaradi številnih motečih dejavnikov, npr. onesnaževanja iz bližnjih industrijskih objektov, prometa, onesnaženih kmetijskih površin, dolge latentne dobe za nastanek raka, odloženih učinkov za reproduktivno zdravje, mobilnosti populacije ... Zato bi bilo smiselno, da se vlade pred izgradnjo sodobnih sežigalnic seznanijo z rezultati raziskav o škodljivih učinkih sežigalnic na zdravje človeka, na podlagi teh pa odločijo o najvarnejši tehnologiji in ev. izgradnji sežigalnic.

Pregled literature

V reviji Australian and New Zeland Journal of Public Health je v letu 2019 skupina avtorjev objavila pregled vse anglosaške strokovne literature o škodljivih vplivih

sežigalnic na zdravje človeka s ciljem, da zaskrbljenim prebivalcem Avstralije ponudijo evalvacijo dosedanjih študij, ki so obravnavale škodljive učinke sežigalnic na zdravje človeka. Prva težava, na katero so naleteli, je bila, da je bilo o vplivu sežigalnic na zdravje objavljenih razmeroma malo člankov, našli so jih le 93, od teh pa je bilo le 19 kohortnih študij in študij primerov s kontrolami. Ocena teh študij je bila le zadovoljiva (pet študij) ali slaba (14 študij). Preostalih 74 študij je bilo slabih, bile so v glavnem presečne, njihov glavni problem pa je bil, da se pri študijah ni upoštevala sistematična napaka (1).

Upoštevajoč torej vseh 94 študij kljub pomanjkljivostim so v 61 študijah ugotavljali pomemben učinek sežigalnic na zdravje človeka, od teh so v 34 študijah pokazali na višje izmerjene vrednosti znanih polutantov, kot so po predpisih dovoljeni, v devetih študijah so odkrili povezavo z nastankom raka, v devetih študijah povezavo z reproduktivnim zdravjem, v ostalih devetih pa so pokazali na povezavo izpostavljenosti polutantom iz okolice sežigalnic smeti s hipertenzijo ali motnjo ventilacije. V nobeni študiji niso govorili o vplivu sežigalnic na splošno zdravje (1).

Kar v 55 študijah so se ukvarjali z meritvami oz. analizo onesnaženja zunanega okolja. Te študije so bile v večini presečne; merijo emisije ali koncentracijo nekega polutanta v vzorcu zemlje odvzete na različni oddaljenosti od sežigalnice ter z modeli, ki upoštevajo demografske podatke, zaužito hrano in vreme, preračunavajo izpostavljenost ljudi. Tako so po priporočilih EPA-e modelirali izpostavljenost preko dihal, kože in prebavil preko zaužite hrane glede na kontaminirano zemljo. V enajstih člankih so ugotavljali, da sodobne sežigalnice ne predstavljajo pomembnih izpostavljenosti (1).

V šestih člankih so ugotavljali, da je glavna pot vnosa polutanta, ki nastane zaradi sežiga smeti, skozi hrano. Le v nekaterih člankih so avtorji pri svojih študijah upoštevali druge polutante v bližini, posebej promet, industrije in rafinerije (1).

O t. i. biološkem monitoringu, za katerega radi trdimo, da je najnatančnejši, so naredili 36 študij, vendar so jih zaradi neustreznosti morali pet izključiti, v ostalih 31 so merili izpostavljenost na celičnem nivoju in organske ter anorganske snovi v telesnih tekočinah in laseh. Preiskovane snovi so vključevale dioksine, furane, težke kovine in PAH-e. Glede na raznolikost substanc in metod merjenja teh snovi v človekovem telesu je bila variabilnost rezultatov velika (1).

Povišane vrednosti določenih polutantov so pričakovano našli pri delavcih in prebivalcih, ki so živeli v neposredni bližini sežigalnic (1).

Spremembe na celičnem nivoju

V študijah na celičnem nivoju so raziskovali aktivacijo imunskih celic, markerje mutacije in markerje oksidativnega stresa oz. poškodbe. V treh od teh študij so našli pomembne spremembe na celičnem nivoju. Trije avtorji so izpostavili celice prašnim delcem iz zraka sežigalnice in odkrili povečano število reaktivnih kisikovih spojin ter manjšo celično sposobnost preživetja. Primerjava delavcev v sežigalnicah s kontrolno skupino neizpostavljenih delavcev pa je pokazala značilno povišano aktivacijo celic T pri delavcih v sežigalnicah. Primerjali so tudi markerje oksidativnega stresa pri prebivalcih, ki so živeli blizu industrijske sežigalnice, in tistih, ki so živeli blizu mestne sežigalnice. Zdi

se, da so markerji oksidativnega stresa višji pri tistih, ki živijo v bližini industrijskih sežigalnic (1).

Dioksini in furani

V devetnajstih člankih so ocenjevali učinke izpostavljenosti polikloriranim dibenzodioxinom (PCDD) in polikloriranim dibenzofuranom (CDF) na človekovo telo. Le pet od teh poroča o pomembnih rezultatih. Yamamoto je naredil 39 meritev koncentracije PCDD/PCDF v krvi delavcev po zaprtju sežigalnice leta 1997 in našel 4,7-krat višjo koncentracijo PCDD-ja in 21,2-krat višjo koncentracijo PCDF-ja v krvi v primerjavi s koncentracijami istih snovi v krvi lokalnih kmetov. Čeprav so koncentracije alarmantne, avtorji verjamejo, da je bila ključna za izpostavljenost starost sežigalnice (2). Tudi Reis je izmeril pomembno višje vrednosti dioksinov v mleku doječih mater, ki so bile izpostavljene polutantom iz starih sežigalnic, v primerjavi s koncentracijami dioksinov v mleku mater, ki so živele v okolici modernejših sežigalnic (3). Prav tako Leem poroča o signifikantno višjih vrednosti dioksinov v krvi 10-ih prebivalcev, ki so živeli v okolici industrijskih sežigalnic, v primerjavi z 29-imi delavci in prebivalci, ki so živeli in delali v okolici mestnih sežigalnic (4). Raziskovalci so preučevali tudi povezavo med zaužito hrano in koncentracijo dioksinov v krvi pri več kot 1700 prebivalcih blizu 19-ih sežigalnic in našli značilno višje vrednosti dioksinov v krvi tistih prebivalcev, ki so uživali lokalno hrano, v primerjavi s tistimi, ki so uživali hrano pridelano drugje (5).

V številnih študijah so primerjale dioksine v krvi ljudi, ki so živeli v neposredni bližini sežigalnice, s tistimi, ki so živeli dlje, vendar pa niso upoštevali dejstva, da so tudi tisti, ki so živeli dlje od sežigalnice, lahko jedli hrano iz okolice sežigalnice. Upoštevali niso niti meteoroloških pogojev; ti so namreč lahko odgovorni za to, da se toksini zanesejo daleč proč od sežigalnic. Avtorji poudarjajo, da oddaljenost prebivalcev od sežigalnic ne more biti ustrezen surogat izpostavljenosti. Neupoštevanje tega namreč vodi do t. i. ekspozijske misklasifikacije, ki rezultate lažno prikazuje nižje, kot dejansko so.

Težke kovine

Deset študij govori o težkih kovinah, pet od le-teh prikazuje pomembne rezultate. Tako je npr. Deng s soavtorji ob upoštevanju vseh znanih motečih spremenljivk izračunal, da so imeli delavci, ki so delali v 25 sežigalnicah, in okolišnji prebivalci statistično značilno višje koncentracije živega srebra v krvi kot kontrolna skupina (6). Višje vrednosti svınca v krvi kot pri kontrolni skupini otrok so našli tudi v krvi otrok, ki so živeli v okolici sežigalnic smeti. V istem članku je avtor s soavtorji poročal tudi o višjih vrednosti svınca v krvi mater in novorojencev, ki so živeli v okolici sežigalnic. V obeh primerih so bile vrednosti svınca v krvi še v dovoljenih mejah, čeprav avtorja poudarjata, da so španski normativi za svinec postavljeni precej visoko (7). Raziskovalci iščejo pri ljudeh izpostavljenim polutantom sežigalnic tudi arzen. Tako sta Chao in Hwang našla bistveno višje vrednosti arzena v krvi in urinu delavcev, ki so delali v sežigalnicah. Delavce so razvrstili po starosti in spolu, upoštevali pa so tudi nošnje zaščitnih mask med delom (8). Ranzi pa poroča o od doze odvisnem učinku za težke kovine in PAH-e med delavci in prebivalci, ki so delali oz. živeli v bližini sežigalnic (9).

Policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH)

V štirih raziskavah so raziskovali obnašanje PAH oz. njihovih metabolitov v urinu izpostavljenih delavcev; tri od teh prikazujejo pozitivne rezultate. Oh in soavtorji so našli od 3,5 do 15-krat višje koncentracije metabolitov PAH v urinu pri delavcih zaposlenih v sežigalnicah (10), podobno je našel tudi Ranzi s soavtorji (9), medtem ko je Ichiba s soavtorji primerjal metabolite PAH v urinu pri delavcih, ki so bili izpostavljeni v starih sežigalnicah, s tistimi, ki so bili izpostavljeni v novih, in ugotovil signifikantno višje vrednosti med delavci v starih sežigalnicah (11).

Izpostavljenost in rak

Kar nekaj študij govori o tem, da imajo prebivalci, ki živijo v bližini sežigalnic, verjetno večjo verjetnost za razvoj nekaterih rakov. Vrednost teh študij je zelo omejena predvsem zato, ker študije ne vključujejo ključne informacije o tipu sežigalnic. Slabo so tudi definirani kriteriji, kdo so *lokalni* prebivalci, in slaba je tudi kontrola študij glede na sistematične napake in moteče spremenljivke.

Non-Hodgkin limfom

Floret je v svoji študiji primerjal pogostost pojavljanja non-Hodgkin limfoma z izpostavljenostjo dioksinom (od leta 1971 do leta 1976) in ugotovil, da imajo tisti prebivalci, ki so bili izpostavljeni več kot 0,0004 pg/m³ dioksinov, 2,3-krat večjo verjetnost za razvoj non-Hodgkinovega limfoma (IZ = 1,4-3,8) (12).

Sarkom mehkega tkiva

Visoko tveganje za sarkom mehkega tkiva so odkrili avtorji, ki so preučevali izpostavljenosti dioksinom iz sežigalnic v letih od 1972 do 1986. Te so bile višje od 6 fg/m³ (RO=3,27; 95%IZ= 1,35-7,93) (13). Alarmantno visoko tveganje za sarkom mehkega tkiva med prebivalci Mantove v Italiji je izračunal Comba za prebivalce, ki so živeli v 2 km okolici sežigalnice (OR=31,4, IZ=5,6-176,1). Mantova v tem času (od 1974 do 1991) ni imela reguliranih izpustov toksičnih snovi (14).

Rak črevesa in pljučni rak

Ranzi je opozoril na dvakrat večje tveganje za smrt zaradi raka debelega črevesa pri moških, ki so živeli v okolici sežigalnic, in na dvakrat večjo incidenco raka debelega črevesa pri ženskah iz istega področja (15). Parodi pa je opozoril na večje tveganje za raka pljuč pri ženskah v povezavi z onesnaženostjo tal s težkimi kovinami v okolici sežigalnic, vendar pa ni upošteval številnih drugih izvorov polutantov, kar seveda zmanjšuje vrednost rezultatov (16).

Vpliv polutantov iz sežigalnic na zdravje ljudi poskušajo raziskovalci povezati tudi z nekaterimi drugimi raki, kot so rak želodca, mehurja, pljuč in plevre.

Reproduktivno zdravje

V enajstih študijah so raziskovali vpliv sežigalnic na reproduktivno zdravje in v devetih so odkrili pomembne stranske učinke, predvsem predčasni porod, zmanjšano kvaliteto in kvantiteto sperme, kongenitalne anomalije, smrt novorojenca in abortus.

Predčasni porod

Čeprav so prezgodnji porod obravnavali le v treh študijah, so v vseh treh odkrili povezavo med izpostavljenostjo polutantom iz sežigalnic in predčasnim porodom. Kljub temu da so italijanski raziskovalci v presečni študiji prilagodili rezultate glede na moteče spremenljivke, so dobili pri primiparah več kot dvakrat večje tveganje za predčasni porod ($RO=2,18$, $95\%IZ= 1,05-4,53$) (17). Rezultati so konzistentni z drugo študijo, ki pa je vključevala več kot 20000 rojstev. Raziskovalci so odkrili, da so imele matere, ki so bile izpostavljene povišanim vrednostim prašnim delcev iz sežigalnice, 30 % večjo verjetnost za predčasni porod (18). Podobno, vendar nekoliko slabšo, povezavo je odkril tudi Lin (19). Rezultati kažejo na povezavo med izpostavljenostjo polutantom sežigalnice in prezgodnjim porodom, vendar še vedno ostaja odprto vprašanje motečih spremenljivk.

Analiza sperme

Te študije so redke, avtorji omenjajo le eno, v kateri so raziskovalci opazovali število in gibljivost spermijev pri komaj šestih delavcih zaposlenih v sežigalnicah smeti, Rezultate pa primerjali z osmimi kontrolami. Izpostavljeni delavci so imeli pomembno manj spermijev, prav tako pa so v njihovih spermatozoih našli bistveno več poškodb DNA kot v primerjalni skupini.

Kongenitalne anomalije

Med petimi študijami kar v štirih odkrivajo pomembne povezave med izpostavljenostjo polutantom iz sežigalnic in večjim tveganjem za kongenitalne anomalije. Slednje vključujejo z življenjem nezdržljive anomalije srca in hrbtnjače, spremembe na ledvicah, anomalije obraza in smrt dojenčka zaradi kongenitalnih anomalij. Tako, sicer majhno, povezavo opisuje študija angleških avtorjev, vendar pa ta sega daleč nazaj (20). Pomembnejša je retrospektivna kohortna študija japonskih raziskovalcev, ki dokazuje od doze odvisen učinek, to je povezuje stopnjo izpostavljenosti mater dioksinom v zemlji in verjetnost smrti novorojenčkov zaradi kongenitalnih malformacij med leti 1997 in 1998 (21). Pomemben del raziskovanja tega področja so naredili v Franciji, kjer je Cordier naredil najprej retrospektivno kohortno študijo, nato pa še študijo primera s kontrolami, kjer je rezultate kontroliral tudi na vse znane moteče spremenljivke ter odkril večje tveganje za malformacije uro-renalnega trakta (22).

Splav

Med petimi študijami, v katerih so raziskovali povezavo med izpostavljenostjo polutantom sežigalnic in abortusom, je bila le ena pozitivna (23). Študija je presečna, zato sama po sebi ne predstavlja resnega dokaza o takem tveganju, seveda pa napeljuje

na nadaljnje vzročne študije. Nikakor ne gre pozabiti tudi, da so dioksini, prašni delci in težke kovine, ki se sproščajo ob sežigu smeti v sežigalnicah, znani teratogeni.

Če povzamemo, literatura kaže na povečano tveganje polutantov iz sežigalnic na reproduktivno zdravje, posebej predčasni porod in kongentalne anomalije.

Razprava

Pregled literature kaže, da kontaminacija hrane in zaužitje polutantov s sežigalnic predstavlja pomembno tveganje za delavce, bližnje in bolj oddaljene prebivalce. Številne starejše sežigalnice povezujemo z nekaterimi raki, reproduktivnimi težavami in drugimi boleznimi.

Zanesljivega zaključka o vplivu polutantov iz sežigalnic na zdravje ljudi pa ni mogoče postaviti zaradi številnih polutantov, ki pri izgorevanju smeti nastajajo, številnih poti izpostavljenosti, omejitve študijskega dizajna, nepredvidljivih vremenskih razmer, neizmerjenih drugih virov onesnaženja, nespecificiranih tipov sežigalnic in čistilnih sistemov, neznanih časovnic vzdrževanja in neregistriranih tipov smeti, ki se sežigajo. Zato so doslej dobljeni rezultati študij robustni. Ekspozicijska misklasifikacija je nedefinirane stopnje velikosti in predstavlja eno od glavnih slabosti študij. Moteče spremenljivke so številne in redko uporabljene v študijah; gre predvsem za vpliv kajenja, starosti, spola, kvalitete gospodinjstva, izobrazbe, poklica, časa preživetega zunaj/znotraj sežigalnice, poti vnosa polutanta itn. Tam, kjer so bile te spremenljivke upoštevane, niso bistveno vplivale na rezultate študij. Glede na različne izpostavljenosti in različne poti vnosa polutanta pa ni jasno, kako pomemben je socialnoekonomski status opazovane populacije.

Rezultati obstoječih študij tudi kažejo, da je povezava z rakom negotova, vendar pa so povezave s poškodbami na celičnem nivoju zaradi dioksinov, furanov, težkih kovin in PAH-ov dokaj zanesljive. Vsekakor pa študije kažejo, da vsaj nekateri tipi sežigalnic verjetno povzročajo večje tveganje za določene tipe rakov.

Čeprav je dokazano, da novejše sežigalnice sproščajo manj polutantov, pa vemo, da je za razvoj številnih bolezni bistvena kumulativna doza in da je potrebnih veliko let (latentna doba) do pojava bolezni. Zato bo naslednjih nekaj desetletij težko objektivizirati potencialno večjo varnost modernih sežigalnic.

Posledično raziskovalci predlagajo, da tudi pri gradnji novodobnih sežigalnic neodvisna inštitucija načrtuje populacijske prospektivne in dolgo trajajoče študije, da se vzpostavijo strogi standardi za delovna mesta in emisije, da so delavci redno pregledovani in da se redno kontrolira kvaliteta zraka in zemlje. Striktno je potrebno upoštevati Štokholmsko konvencijo, sežigalnice pa morajo izpolnjevati pogoje, ki jih konvencija postavlja. Sežigalnice morajo biti redno vzdrževane in izpopolnjevane, nove pa morajo biti locirane daleč od področij, kjer se prideluje hrana (1).

Iz pregledane literature sledi, da ni dovolj dokazov, da bi trdili, da je katerakoli sežigalnica varna, zato je lokalno prebivalstvo upravičeno zaskrbljeno, pri izgradnji novih sežigalnic pa je nujno poslušati njihovo mnenje.

Literatura

1. Tait PW, Brew J, Che A et al. The health impacts of waste incineration: a systematic review. *Australian and New Zealand Journal of Public Health* 2019. <https://doi.org/10.1111/1753-6405.12939>.
2. Yamamoto K, Kudo M, Arito H, Ogawa Y and Takata T. Isomer pattern and elimination of dioxins in workers exposed at a municipal waste incineration plant. *Industrial Health* 2015, 53, 454–464.
3. Reis MP, Sampaio C, Brantes A, Aniceto P, Melim M, Cardoso L, et al. Human exposure to heavy metals in the vicinity of Portuguese solid waste incinerators – Part 2: Biomonitoring of Pb in maternal and umbilical cord blood. *Int Hyg Environ Health* 2007; 210: 337-54.
4. Leem JH, Hong YC, Lee KH, Kwon HJ, Chang YS, Jang JY. Health survey on workers and residents near the municipal waste and industrial waste incinerators in Korea. *Ind Health* 2003; 41: 181-8.
5. Chen HL, Su HJ, Lee CC. Patterns of serum PCDD/Fs affected by vegetarian regime and consumption of local food for residents living near municipal waste incinerators from Taiwan. *Environ Int* 2006; 32: 650-5.
6. Deng C, Xie H, Ye X, Zhang H, Liu M, Tong Y, Ou L, Yuan W, Zhang W, Wang X. Mercury risk assessment combining internal and external exposure methods for a population living near a municipal solid waste incinerator. *Environ Pollut* 2016; 219:1060-1068.
7. Reis MF, Sampaio C, Brantes A, Aniceto P, Melim M, Cardoso L, Gabriel C, Simão F, Segurado S, Miguel JP. Human exposure to heavy metals in the vicinity of Portuguese solid waste incinerators--Part 3: Biomonitoring of Pb in blood of children under age of 6 years. *Int J Hyg Environ Health* 2007; 210: 455-9.
8. Chao CL, Hwang KC. Arsenic burden survey among refuse incinerator workers. *J Postgrad Med* 2005; 51: 98-103.
9. Ranzi A, Fustinoni S, Erspamer L, Campo L, Giulia Gatti M, Bechtold P, Bonassi S, Trenti T, Alberto Goldoni C, Bertazzi PA, Lauriola P. Biomonitoring of the general population living near a modern solid waste incinerator: A pilot study in Modena, Italy. *Environment International* 2013; 61: 88–97.
10. Oh E, Lee E, Im H, Kang HS, Jung WW, Won NH, Kim EM, Sul D. Evaluation of immuno- and reproductive toxicities and association between immunotoxicological and genotoxicological parameters in waste incineration workers. *Toxicology* 2005; 210: 65-80.
11. Ichiba M, Ogawa Y, Mohri I, Kondoh T, Horita M, Matsumoto A, Yoshida R, Matsumoto Y, Saito H, Ohba K, Yamashita Z, Tomokuni K. Analysis of urinary metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons in incineration workers. *J Occup Health* 2007; 49: 159-64.
12. Floret, MAauny F, Challier B, Arveux P, Cahn JY, Viel JF. Dioxin emissions from a solid waste incinerator and risk of Non-Hodgkin Lymphoma. *Epidemiology* 2003; 14: 392-8.

13. Zambon P, Ricci P, Bovo E, Casula A, Gattolin M, Fiore AR, Chiosi F, Guzzinati S. Sarcoma risk and dioxin emissions from incinerators and industrial plants: a population-based case-control study (Italy). *Environ Health* 2007;6: 19.
14. Comba P, Ascoli V, Belli S, Benedetti M, Gatti L, Ricci P, Tieghi A. Risk of soft tissue sarcomas and residence in the neighbourhood of an incinerator of industrial wastes. *Occup Environ Med* 2003; 60: 680-3.
15. Ranzi A, Fano V, Erspamer L, Lauriola P, Perucci CA, Forastiere F. Mortality and morbidity among people living close to incinerators: a cohort study based on dispersion modeling for exposure assessment. *Environ Health* 2011; 10:22.
16. Parodi S, Baldi R, Benco C, Franchini M, Garrone E, Vercelli M, Pensa F, Puntoni R, Fontana V. Lung cancer mortality in a district of La Spezia (Italy) exposed to air pollution from industrial plants. *Tumori* 2004; 90: 181-5.
17. Santoro M, Minichilli F, Linzalone N, Coi A, Maurello MT, Sallese D, Bianchi F. Adverse reproductive outcomes associated with exposure to a municipal solid waste incinerator. *Ann Ist Super Sanita* 2016; 52: 576-581.
18. Candela S, Ranzi A, Bonvicini L, Baldacchini F, Marzaroli P, Evangelista A, Luberto F, Carretta E, Angelini P, Sterrantino AF, Broccoli S, Cordioli M, Ancona C, Forastiere F. Air pollution from incinerators and reproductive outcomes: a multisite study. *Epidemiology* 2013; 24: 863-70.
19. Lin CM1, Li CY, Mao IF. Birth outcomes of infants born in areas with elevated ambient exposure to incinerator generated PCDD/Fs. *Environ Int* 2006; 32: 624-9.
20. Dummer TJ, Dickinson HO, Parker L. Adverse pregnancy outcomes around incinerators and crematoriums in Cumbria, north west England, 1956-93. *J Epidemiol Community Health* 2003; 57: 456-61.
21. Tango T, Fujita T, Tanihata T, Minowa M, Doi Y, Kato N, Kunikane S, Uchiyama I, Tanaka M, Uehata T. Risk of adverse reproductive outcomes associated with proximity to municipal solid waste incinerators with high dioxin emission levels in Japan. *J Epidemiol* 2004; 14: 83-93.
22. Cordier S, Lehébel A, Amar E, Anzivino-Viricel L, Hours M, Monfort C, Chevrier C, Chiron M, Robert-Gnansia E. Maternal residence near municipal waste incinerators and the risk of urinary tract birth defects. *Occup Environ Med* 2010; 67: 493-9.
23. Candela S, Bonvicini L, Ranzi A, Baldacchini F, Broccoli S, Cordioli M, Carretta E, Luberto F, Angelini P, Evangelista A, Marzaroli P, Giorgi Rossi P, Forastiere F. Exposure to emissions from municipal solid waste incinerators and miscarriages: a multisite study of the MONITER Project. *Environ Int* 2015; 78: 51-60.