



Związki hormonalnie czynne: źródła narażenia i skutki zdrowotne

Endocrine disruptors: sources of exposure and health effects

SUMMARY

Endocrine disruptors are exogenous chemical substances that alter functions of the endocrine system and consequently cause adverse health effects in human organism, its progeny or subpopulations. Exposure to these substances may be associated with higher prevalence of fertility disorders, birth defects of genitourinary tract, neurodevelopmental delay, breast cancer, prostate cancer, metabolic syndrome, obesity and diabetes. The article provides basic information concerning the sources and health effects of the most widespread endocrine disruptors, including bisphenol A, polychlorinated biphenyls, polybrominated biphenyls, phthalates, dioxins and phyto and metalloestrogens. Physicians should be prepared to educate patients about this issue, including prophylactic measures.

Dysruptory endokryne są egzogennymi substancjami lub mieszaninami substancji, które wpływają na zmianę funkcjonowania układu hormonalnego wywołując niekorzystne skutki w organizmie człowieka, jego potomstwie lub subpopulacji. Narażenie na te substancje może być związane ze zwiększoną częstością występowania zaburzeń płodności, wad wrodzonych układu moczowo-płciowego, zaburzeń rozwojowych, raka prostaty, raka piersi, zespołu metabolicznego, otyłości i cukrzycy. W artykule zamieszczono podstawowe informacje dotyczące źródeł narażenia na najważniejsze dysruptory hormonalne (bisfenol A, polichlorowane i polibromowane difenyle, ftalany, dioksyny) i negatywnych efektów zdrowotnych wywieranych przez te substancje. Lekarze powinni być przygotowani do edukowania pacjentów w zakresie tej problematyki z uwzględnieniem zasad postępowania profilaktycznego.

Pałczyński C.: Związki hormonalnie czynne: źródła narażenia i skutki zdrowotne. *Alergia*, 2018, 3; 47-50

Dysruptory endokryne

Zaburzenia hormonalne wywołane przez syntetyczne związki chemiczne – ksenobiotyki, w ciągu ostatnich lat coraz częściej stanowią przedmiot szczególnego zainteresowania mediów i opinii publicznej. Ostatnio powrócono do tego tematu na łamach polskiej edycji tygodnika „Newsweek” (1). W związku z tym postanowiliśmy przypomnieć naszym czytelnikom podstawowe fakty dotyczące zagadnienia dysruptorów hormonalnych.

Do chwili obecnej zsyntetyzowano ponad 100 000 związków chemicznych. Po raz pierwszy zaburzenia hormonalne spowodowane działaniem syntetycznego związku chemicznego (bisfenolu A) zaobserwowano na modelu zwierzęcym już w latach 30. ubiegłego wieku.

Blisko 30 lat temu na konferencji Wingspread w USA, której uczestnikami byli eksperci z takich dziedzin jak endokrynologia, toksykologia, ekologia i biologia, przyjęto, że zaburzenia rozwojowe zaobserwowane u organizmów dziko żyjących i ludzi zamieszkujących Amerykę Północną i Europę wywołane są przez substancje chemiczne charakteryzujące się wpływem na układ dokrewny. Narażenie w okresie prenatalnym na takie substancje wyjaśnia trend epidemiologiczny częstszego występowania obniżenia jakości spermy, spóźnienia, niezstąpienia jąder, a także niektórych nowotworów gruczołu piersiowego, jąder i macicy. Jednym z wyników ww. konferencji było przyjęcie terminu „chemiczne dysruptory endokryne” (ang. endocrine disrupting chemicals, EDCs) dla występujących naturalnie i wytworzonych w procesach technologicznych substancji hormonalnie czynnych.

Wg definicji Agencji Ochrony Środowiska USA (US Environmental Protection Agency) EDC to egzogeny czynnik ingerujący w syntezę, wydzielanie, transport, metabolizm i eliminację hormonów odpowiedzialnych za utrzymanie homeostazy, reprodukcję i rozwój (2). Wg WHO dysruptory endokryne są substancjami egzogennymi lub mieszaninami substancji, które wpływają na zmianę funkcjonowania układu hormonalnego wywołując niekorzystne skutki w organizmie człowieka, jego potomstwie lub subpopulacji (3).

W języku polskim nazewnictwo nie jest tu ujednoczone – w użyciu jest wiele określeń takich jak: dysruptory hormonalne, dysruptory endokryne, związki zakłócające działanie endokryne, związki hormonalnie czynne itd. (4).

Liczba związków chemicznych zaliczonych do grupy EDC obejmuje od kilkudziesięciu do kilkuset substancji. Rzeczne oszacowanie liczby EDC jest praktycznie niemożliwe ze względu na wprowadzanie licznych nowych związków chemicznych i przedostawanie się tych substancji do środowiska, gdzie podlegają one licznym przemianom, w tym metabolizmowi przez ludzi i inne organizmy żywe z powstawaniem aktywnych pochodnych.

Do niejednorodnej grupy EDC należą związki chemiczne syntetyczne i pochodzenia naturalnego. Większość z nich zawiera w strukturze cząsteczek grupy fenolowe. Taka struktura umożliwia im wpływ na syntezę hormonów steroidowych i powoduje powi-



Prof. dr hab. n. med.
Cezary Pałczyński

Lek.
Piotr Łacwik

Dr n. med.
Izabela Kupryś-Lipińska

Klinika Chorób
Wewnętrznych,
Astry i Alergii,
UM
Łódź

Kierownik Kliniki:
Prof. dr hab. n. med.
Piotr Kuna

Słowa kluczowe:

dysruptory endokryne,
fitoestrogeny,
metaloestrogeny,
bisfenol A, poli-
bromowane difenyle,
polichlorowane difenyle,
dioksyny

Key words:

endocrine disruptors,
phytoestrogens,
metalestrogens,
bisphenol A,
polybrominated
diphenyls,
polychlorinated
diphenyls, dioxins

nowactwo do receptorów dla tych hormonów - estrogenów, androgenów i progesteronu.

Może być to potencjalnym źródłem chorób metabolicznych i nowotworowych.

- Lipofilne EDC mogą akumulować się w tkance tłuszczowej i ulegać wydzielaniu z adipocytów, a następnie, po połączeniu z odpowiednimi receptorami modyfikować - imitować lub blokować – odpowiedź hormonalną.
- Im młodszy organizm tym jest bardziej podatny na ich działanie. Narażenie płodu na EDC może skutkować zaburzeniami rozwojowymi i zmianami epigenetycznymi, które mogą ujawnić się dopiero po wielu latach.
- Aktywność hormonalna EDC może wystąpić w dawkach niższych niż toksyczne (4). A zatem przestrzeganie obowiązujących normatywów higienicznych prawdopodobnie nie chroni przed tego typu negatywnymi skutkami ekspozycji.

Substancje należące do grupy ECD

Do grupy EDC należą fitoestrogeny, mataloestrogeny, niektóre detergenty, pestycydy i inne związki syntetyczne (np. bisfenol A).

Fitoestrogeny są związkami polifenolowymi strukturalnie zbliżonymi do 17 β -estradiolu. Należy tu wymienić izoflawony, kemestany, stilbeny (np. resweratrol). Fitoestrogeny występują w bardzo wielu gatunkach owoców i warzyw, orzeszkach ziemnych, nasionach soi, czerwonym winie i liściach zielonej herbaty.

Wiele związków o słabym działaniu estrogenowym znalazło zastosowanie w przemyśle (organochloryny – m.in. fenole, bisfenol A, oktylfenol i pochodne tych związków). Wykorzystywane są do produkcji plastików, farb i lakierów, substancji pokrywających wewnętrzną powierzchnię puszek na żywność, kosmetyków. Związki te długo utrzymują się w tkance tłuszczowej.

Ksenoestrogeny znalazły zastosowanie w rolnictwie i leśnictwie. Użycie pestycydu DDT (1,1,1,-trichloro-2,2, bispparachlorofenylloetan) zostało zakazane już w latach 70. XX wieku ze względu na zaobserwowaną feminizację zwierząt laboratoryjnych i dziko żyjących oraz zaburzenia rozwojowe piskląt. DDT i jego metabolit DDD do dnia dzisiejszego krążą w łańcuchach pokarmowych na terenach gdzie został zastosowany ten pestycyd. Ksenoestrogenami są niektóre leki, jak np. dietyl-stilbestrol. Jest on stosowany w terapii hormonalnej i antykoncepcji, ale także, co warto podkreślić, w hodowli jako stymulator wzrostu zwierząt. Ścieki komunalne zawierające metabolity farmakologicznych środków antykoncepcyjnych stanowią tutaj potencjalne zagrożenie zdrowia (skażenie wód gruntowych i ujęć wody pitnej). Sugerowano, że takie narażenie może powodować wzrost zapadalności na choroby autoimmunologiczne u ludzi (2).

Przeprowadzenie odpowiednich, dających jednoznaczne wyniki, badań epidemiologicznych, ze względu na bardzo złożone narażenie w środowisku komunalnym i związaną z tym faktem dużą liczbę czynników zakłócających, jest praktycznie niemożliwe.

Potencjalne patomechanizmy oddziaływania związków EDC na organizm człowieka są zróżnicowane, a dotychczasowe

dane pochodzą z doświadczalnych badań toksykologicznych.

Patomechanizm działania EDC

Prosty patomechanizm działania EDC polegający na stymulacji receptorów cytoplazmatycznych dla hormonów sterydowych jest tylko jedną z możliwości. Większość dysruptorów hormonalnych podlega metabolizmowi ustrojowemu, a powstające metabolity charakteryzują inne własności, w tym powinowactwo do receptorów błonowych i neurotransmiterów.

Negatywne skutki zdrowotne ekspozycji zwierząt na dysruptory hormonalne były przedmiotem bardzo licznych badań laboratoryjnych. Skutki te są różnorodne i zależą od takich czynników jak gatunek, rasa, wiek i płeć zwierząt. Obejmują one występowanie endometriozy, spadek płodności, zmniejszenie ilości i jakości spermy, zmiany w układzie rozrodczym samic, kancerogenezę, negatywny wpływ na układ immunologiczny. Istnieją poważne przesłanki co do analogicznych efektów działania EDC na organizm człowieka. Szczególną uwagę poświęca się roli dysruptorów hormonalnych takich jak bisfenol A, dietylostilbestrol i dioksyny, w wywoływaniu raka gruczołów piersiowych i narządów rozrodczych, szczególnie na etapie organogenezy (2,4)

Wyniki doświadczeń na zwierzętach wskazują, że skutki ekspozycji prenatalnego narażenia na BPA i stilbestrol ujawniają się dopiero w po ukończeniu dojrzewania płciowego. Badania epidemiologiczne nie dostarczyły jednoznacznych informacji na ten temat (4).

Dysruptory hormonalne mogą odgrywać negatywną rolę w rozwoju otyłości u ludzi. Oddziałując w okresie rozwojowym mogą przyczynić się do wystąpienia otyłości w wieku dorosłym. Wskazują na to dane eksperymentalne - związki takie zaburzą homeostatyczną kontrolę adipogenezy.

Warto zauważyć, że otylogenne (ang. obesogenic) działanie tych substancji wykorzystuje się w hodowli zwierząt (3,4).

Fitoestrogeny

Fitoestrogeny takie jak izoflawony, kumestany i lignany wykazują niewielki potencjał hormonalny i, co bardzo ważne, nie ulegają bioakumulacji. Spożycie tych związków w codziennej diecie uważa się za bezpieczne, niemniej w wysokich dawkach mogą zakłócać cykl menstruacyjny (np. duże spożycie soi).

Z drugiej strony fitoestrogeny wywierają pozytywny wpływ na organizm człowieka. Działają m.in. antyoksydacyjnie, przeciwzapalnie i przeciwzakrzepowo; wpływają na normalizację profilu lipidów, hamują angiogenezę. Spożycie izoflawonów redukuje ryzyko wystąpienia raka piersi, osteoporozy, miażdżycy i demencji oraz łagodzi niekorzystne objawy menopauzy.

Metaloestrogeny

Do metaloestrogenów należą cynk, miedź, kadm, kobalt, nikiel, ołów, rtęć, stront, chrom, anion wanadowy i arseniany. Kadm wpływa na wydzielanie prolaktyny u ludzi i wielu gatunków zwierząt. Nikiel wywołuje zmniejszenie wychwytu jodu przez tarczycę u szczurów, u myszy



hamuje rozwój płodu, a u psów powoduje hiperinsulinemię. Obniżenie zdolności reprodukcyjnej i zaburzenie różnicowania płciowego zaobserwowano w badaniach laboratoryjnych pod wpływem cynku.

W badaniach epidemiologicznych kobiet narażonych przewlekłe na metale ciężkie – rtęć i ołów- stwierdzono zwiększenie częstości występowania zaburzeń mięśniaczkiwania, poronień samoistnych i porodów przedwczesnych (2).

Bisfenol A

Bisfenol A (BPA) (i jego pochodne) jest związkiem powszechnie stosowanym jako uniepalniacz, fungicyd, składnik klejów w przemyśle elektronicznym, stabilizator w produkcji PCV, składnik płynów hamulcowych, do produkcji żywic do powlekania wewnętrznych powierzchni puszek metalowych i powłok zbiorników wody pitnej. Obecny jest także w plastikowych pojemnikach do przechowywania żywności, płytach CD i DVD, kosmetykach; zabawkach, smoczkach i butelkach dla dzieci i w wielu innych produktach z tworzyw sztucznych a także na powierzchni papieru do drukarek termicznych. A zatem jest to związek bardzo rozpowszechniony w środowisku. Obecność BPA wykryto w moczu u 92% populacji USA. Ekspozycja następuje drogą oddechową, pokarmową i skórą. Narażenie występuje już w okresie prenatalnym, potem z mlekiem matki i żywnością spożywaną przez noworodka.

BPA może przedostawać się do żywności w wyniku uszkodzenia plastiku pojemnika, powłoki zawierającej żywicę epoksydową, przy znacznym wzroście temperatury. Kontakt płynów o odczynie zasadowym lub kwaśnym (np. soki), obciążenie mechaniczne pojemnika (np. zgniatanie) czy też wielokrotne przepłukiwanie wodą zwiększa uwalnianie BPA.

Do prawdopodobnych negatywnych efektów zdrowotnych narażenia na BPA zalicza się nowotwory macicy, jajnika, cukrzycę, otyłość, zespół metaboliczny, przedwczesne dojrzewanie płciowe, zaburzenia rozwoju narządów rodnych, zaburzenia płodności u kobiet i mężczyzn, trudności z zajściem w ciążę, poród przedwczesny, zespół policystycznych jajników i rak stercza (2,3,4).

Polibromowane difenyle i inne uniepalniacze

Poolibromowane etery difenylowe (PBDE), heksabromocycloheksan (HBCD) i tetrabromobisfenol A (TBP-A) są związkami dodawanymi do tworzyw sztucznych celem zmniejszenia palności. Uwalniane do środowiska ulegają bioakumulacji w tkankach organizmów żywych i mogą przenosić się wzdłuż łańcucha pokarmowego (biomagnifikacja). Pochodne hydroksylowe polibromowanych bifenyli charakteryzuje podobieństwo strukturalne do hormonów tarczycy, co pozwala im na łączenie się z receptorami dla tych hormonów i wywoływaniu dyshormonozy. Lipofilny charakter PBDE przy jednoczesnym braku reaktywności metabolicznej powoduje akumulację tych związków w tkance tłuszczowej. Jedną ze znaczących dróg narażenia jest tu spożycie tłustych ryb. Stwierdzono istotny związek udziału takich ryb w diecie a zawartością PBDE w tkance tłuszczowej ludzi. Głównym źródłem PBDE w powietrzu wewnątrz pomieszczeń są materiały budowlane i wykończeniowe, farby, urząd-

zenia elektryczne w tym elektroniczne oraz pokrycia mebli. Istnieje silna dodatnia korelacja pomiędzy stężeniem PBDE i ich pochodnych (kongenerów) w powietrzu a ilością sprzętu elektronicznego w pomieszczeniach - najwyższe stężenia odnotowano w zakładach naprawy sprzętu komputerowego, biurach i mieszkaniach. Zanieczyszczenie środowiska tą substancją ma miejsce w skali globalnej. Obecność kongenerów PBDE wykryto w karpach zamieszkujących wody najwyższej położonego na Ziemi jeziora – Nam Co w Tybecie, a także w tkance tłuszczowej niedźwiedzi polarnych. Równoczesne występowanie żeńskich i męskich narządów płciowych u zwierząt tego gatunku jest prawdopodobnie spowodowane narażeniem na PBDE zawartych w spożytych fokach i rybach. PBDE to typowe zanieczyszczenia transgraniczne – przemieszczają się z terenów o wysokiej temperaturze powietrza na tereny chłodniejsze, gdzie ulegają kondensacji i opadaniu.

HBCD może również wywoływać dyshormonozę tarczycy i gruczołów płciowych. Część cząsteczka tego związku posiada podobną strukturę do tetrajodotyroniny i wykazuje silne powinowactwo do transtyretyny – białka transportowego tego hormonu.

Uwalnianie uniepalniaczy do środowiska zwiększa się ze wzrostem temperatury, ścieraniem mechanicznym powierzchni zawierającej te związki i niewłaściwym składowaniem i przetwarzaniem sprzętu elektronicznego. Wpisanie ww. uniepalniaczy na listę Trwałych Zanieczyszczeń Organicznych (ang. persistent organic pollutants) Konwencji Sztokholmskiej obligującej do całkowitego zaprzestania ich produkcji nie jest równoznaczne z zaprzestaniem ekspozycji na te związki. Ogromne ich ilości znajdują się już w środowisku domowym i pracy oraz w przyrodzie ulegając bioakumulacji, biomagnifikacji i reakcjom chemicznym (np. dehalogenacji redukcyjnej) prowadzących do powstania bardziej toksycznych kongenerów.

Celem ograniczenia ekspozycji należy często wietrzyć pomieszczenia, odkurzać je, szczególnie te w których korzystamy ze sprzętu elektronicznego. Musimy pamiętać także o takich źródłach narażenia jak ryby, mięso i tłuszcze – roślinne i zwierzęce (5).

Polichlorowane bifenyle

Polichlorowane bifenyle (PCB) znalazły zastosowanie m.in. jako plastyfikatory i impregnaty, składniki farb i lakierów, pestycydów, powstają także w wyniku spalania odpadów przemysłowych. Były używane w przemyśle elektrotechnicznym jako płyny dielektryczne i materiały izolacyjne. Podobnie jak PBDE ulegają bioakumulacji w tkance tłuszczowej i biomagnifikacji. Efekty zdrowotne są również bardzo zbliżone do PBDE.

Narażenie na PCB jest związane również z występowaniem chorób układu krążenia - miażdżycą, nadciśnieniem tętniczym. Głównym źródłem narażenia jest tu żywność (97%), niemniej absorbowane są także drogą oddechową i przezskórną (2,3,4).

Ftalany

Ftalany są estrami lub solami kwasu ftalowego. Znalazły powszechne zastosowanie w produkcji tworzyw sztucznych

jako plastyfikatory – nadają plastikom elastyczność i twardość. Tym samym są obecne praktycznie wszędzie – wchodzi w skład wykładzin PCV, odzieży przeciwdeszczowej, plastików samochodowych, zabawek, kosmetyków, odświeżaczy powietrza, cewników, torebek i pojemników plastikowych oraz wielu innych produktów. Głównym źródłem narażenia jest żywność, do której ftalany przedostały się z opakowań lub w trakcie procesu technologicznego. Inne źródła ekspozycji to kosmetyki (droga transdermalna) oraz pyły i pary (droga oddechowa). Podobnie jak i inne składniki plastików przenikają przez barierę łożyskową.

- **Narażenie na ftalany łączone jest u mężczyzn z m.in. występowaniem obniżonej liczby plemników, niedorozwojem narządów płciowych i wewnątrzem, obniżeniem poziomu testosteronu i występowaniem łagodnych guzów jąder.**

- **U kobiet ekspozycja na ftalany może wywołać przedwczesne dojrzewanie piersi, uszkodzenie wątroby, serca i nerek.**

Ponadto ftalany zaburzają czynność tarczycy i przysadki, a także m.in. upośledzają percepcję, funkcje poznawcze, procesy zapamiętywania; powodują zaburzenia behawioralne i nadmierną aktywność ruchową. **Narażenie na te związki może wywołać astmę (3,4).**

Dioksyny

Dioksyny, zaliczone do Trwałych Zanieczyszczeń Organicznych, dostają się do środowiska w wyniku spalania i spopielenia odpadów, Mogą stanowić składnik szlamów ściekowych, w wyniku wytwarzania chloru i pestycydów; emitowane są przez przemysł hutniczy i metalurgiczny a także uwalniane w procesach naturalnych - w przebiegu erupcji wulkanicznych i pożarów lasów. Drogami narażenia są układ oddechowy i pokarmowy oraz droga przezskórna. Dioksyny tworzą kompleks z cytosolowym receptorem Ah indukując ekspresję genów sterujących układem monoooksydaz mikrosomalnych, co skutkuje m.in. produkcją różnych postaci cytochromu P-450 i zaburzeniami czynności wątroby. Prawdopodobne są także inne mechanizmy patogenetyczne oddziaływania tych związków. Dioksyny akumulują się w tkance tłuszczowej i wątrobie.

Toksyczne efekty ekspozycji na dioksyny obejmują m.in. zaburzenia czynności tarczycy i podwyższenie stężenia TSH oraz kancerogenezę (powstawanie nowotworów układu pokarmowego i płuc oraz chłoniaków) (4).

Uwagi końcowe

Skutki ekspozycji środowiskowej na dysruptory endokrynne budzą bardzo silne emocje opinii publicznej. Nie jest to zaskakujące, szczególnie w kontekście potencjalnego szkodliwego wpływu na zdrowie dzieci i rozwój płodu (obecność wad wrodzonych, zaburzenia rozwojowe i płodności, powstawanie nowotworów, wzrost ryzyka kardiometabolicznego), zwłaszcza, że niektóre

z efektów ekspozycji mogą ujawnić się dopiero po wielu latach. Niepokój społeczny ulega spotęgowaniu faktem powszechności narażenia i brakiem możliwości szybkiej redukcji jego poziomu. Należy jednak pamiętać o braku badań epidemiologicznych (i praktycznie także możliwości przeprowadzenia takowych) potwierdzających niebezpieczeństwo postulowane niebezpieczne dla zdrowia skutki ekspozycji środowiskowej na EDS. Wyniki toksykologicznych badań laboratoryjnych przeprowadzonych na zwierzętach ujawniły szkodliwe efekty biologiczne wywierane przez EDS, jednakże wiele danych wskazuje tu na efekty gatunkowo swoiste. Ponadto poziomy ekspozycji w przebiegu tych badań nie odpowiadały poziomowi narażenia środowiskowego - były przeważnie znacznie wyższe. Również badania przeprowadzone na ludziach nie wskazują tu na wyjątkowo wysokie ryzyko zdrowotne - wyczerpujący przegląd takich badań można znaleźć w niedawno opublikowanym opracowaniu polskich autorów. Ustalenie dodatkowej korelacji pomiędzy podwyższonym poziomem danego związku chemicznego w organizmie a zaburzeniem zdrowia nie jest równoznaczne z ujawnieniem związku przyczynowo-skutkowego. W przypadku dysruptorów hormonalnych możemy mieć do czynienia z zależnością obrazowaną za pomocą krzywej U – substancje mogą działać najsilniej w bardzo wysokich i niskich stężeniach. W publikacji nie zamieszczono efektów działania takich grup substancji jak fluoropolimery (należy do nich teflon i GoreTex; dane o szkodliwości należy zdecydowanie uznać tu za niewystarczające) czy też parabeny (o właściwościach estrogenowych 100 000 razy słabszych od estradiolu i odkrytych w stężeniach 25 000 razy wyższych niż obecne w produktach komercyjnych np. kosmetykach) (3,4). Nie omówiono także działania immunotoksycznego substancji endokrynnych czynnych – bardzo bogate piśmiennictwo na ten temat jest dostępne w formie zbiorczej w podręcznikach immunotoksykologii.

Każde rozsądne działania skierowane na zmniejszenie narażenia na dysruptory endokrynne (częste wietrzenia i odkurzanie pomieszczeń, szczególnie tych w których eksploatowany jest sprzęt elektroniczny; zastosowanie oczyszczaczy powietrza zaopatrzonych w wysokosprawne filtry; unikanie kontaktu żywności z plastikami) czy też akcje w rodzaju oznaczaniu produktów jako „BPA- free” znajdują pełnię uzasadnienia. Eliminacja wszystkich wyrobów wytworzonych z tworzyw sztucznych czy też urządzeń elektronicznych, z którymi mamy do czynienia w życiu codziennym skazana jest na niepowodzenie.

Wzrost poziomu świadomości społecznej w zakresie szkodliwości chemicznych jest zjawiskiem bardzo pożądanym, niemniej w niektórych przypadkach może doprowadzić do zachowań irracjonalnych a nawet do rozwoju zaburzeń psychicznych. Dlatego też lekarze muszą być odpowiednio przygotowani do edukacji pacjentów na tym polu. ■

Pracę nadesłano
10.09.2018
Zaakceptowano do
druku 12.09.2018

Konflikt interesów nie występuje. Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami EU oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych.

Piśmiennictwo: 1. Romanowska D: Życie bez plastiku. Newsweek 2018, 31, 67-70. 2. Langauer Lewowicka H, Pawlas K: Związki endokrynne czynne -prawdopodobieństwo niepożądanego działania środowiskowego. Environ Med 2015, 16, 7-11. 3. Monneret C: What is an endocrine diruptor? C R Biologies 2017, 240, 403-405. 4. Kulik-Kupka K, Nowak J, Korzonek-Szlacheta I, Zubelewicz-Szkodzińska B: Wpływ dysruptorów endokrynnych na funkcje organizmu. Postępy Hig Med Dośw 2017, 71, 1231- 1238. 5. Ruchomski L: Polibromowane uniepalniacze jako zanieczyszczenia środowiska. LAB, 2015, 20, 34-41.