

Barbara Brańska
Alicja Lucińska

INTERAKCJE ORGANIZMU Z NIEKTÓRYMI CZYNNIKAMI CHEMICZNEGO SKAŻENIA ŚRODOWISKA

Niepokojący człowieka współczesnego problem zagrożenia jego egzystencji przez czynniki skażenia ekologicznego znalazł wyraz w licznych opracowaniach specjalistycznych, koncentrujących się między innymi wokół interakcji: środowisko skażone metalami ciężkimi i gazami toksycznymi z jednej strony — krew i inne tkanki żywego organizmu z drugiej. Obecnie w otoczeniu człowieka — powietrzu, wodzie, glebie, a także żywności — funkcjonuje około 50 000 związków chemicznych. Rocznie wprowadza się w użycie około tysiąca nowych związków, spośród których wiele ma właściwości mutagenne, a część także rakotwórcze.

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), a wśród nich benzopiren, to kancerogeny szeroko rozpowszechnione w środowisku. Ich źródłem są głównie gazy spalinowe (kotłownie, elektrociepłownie) oraz ścieki przemysłowe. Także dym wędzarniczy może zawierać WWA i dlatego zaleca się usuwanie skór i osłonek z wędzonych ryb i wędlin, przy czym efektywniejsze jako ochrona są osłonki sztuczne (celulozowe) od naturalnych. Istnieje również możliwość powstawania WWA podczas smażenia na tłuszczu i pieczenia. WWA dostają się do roślin poprzez system korzeniowy, przy czym części naziemne roślin zawierają 10-krotnie więcej WWA niż podziemne. Usunięcie naskórka marchwi może powodować obniżenie zawartości WWA o 75%. Metabolity WWA są bardzo silnymi kancerogenami reagującymi z materiałem genetycznym oraz białkami, w tym także z białkami krwi [8].

Na szczególne zagrożenie narażeni są przede wszystkim ludzie ulegający w miejscu pracy systematycznemu oddziaływaniu związków toksycznych, w stężeniach przekraczających dopuszczalne granice, np. pracownicy drukarni, lakierni, oczyszczalni ścieków oraz przemysłu naftowego. Populacja pracowników zawodowo narażonych na kontakt z benzenem i innymi węglowodorami aromatycznymi wynosi około 90 tys. osób. Stwierdzono większą wrażliwość na benzen u kobiet niż u mężczyzn, być może ze względu na większą zawartość tkanki tłuszczowej, do której benzen jako substancja lipofilna wykazuje szczególne powinowactwo [5]. Autorzy wysunęli koncepcję o rakotwórczym i białaczkotwórczym działaniu benzenu, związanym z upośledzeniem antynowotworowej funkcji limfocytów T. Sygnalizują przy tym niski poziom immunoglobulin klasy IgG i IgM, obniżenie liczby płytek krwi, zaburzenia zdolności aglutynacyjnej i agregacyjnej płytek, a co za tym idzie, tendencje

krwotoczne. Wczesnym sygnałem uszkodzenia układu krwiotwórczego są megaloblasty w szpiku, niekiedy zawierające kilka jąder komórkowych. Zauważono aberracje chromosomalne (delecje) w limfocytach krwi obwodowej (szczególnie w grupie chromosomów G) oraz aneuploidie. Białaczki granulocytowe przewlekłe, połączone są z wystąpieniem w komórkach szpiku dodatkowych chromosomów z grupy C.

Składniki wielu organicznych rozpuszczalników (ksylen, toluen, benzen) wywierają toksyczne działanie na narządy limfopoety i w stosunku do samych limfocytów [7]. Przy pomocy testu rozetkowego E wykazano zmniejszenie liczby limfocytów T we krwi obwodowej u pracowników narażonych na działanie różnych stężeń ksylenu, benzenu i toluenu. Zjawisko to tłumaczy się aktywacją procesów wolnorodnikowych. Powstający w toku biotransformacji epoksy-tlenek wiąże się kowalencyjnie z białkami, kwasami nukleinowymi i grupami SH enzymów.

Ołów

Jako czynniki sprawcze karcynogenezy literatura naukowa podaje szereg metali [1], powodujących nowotwory oskrzela u pracowników zatrudnionych w kopalniach srebra, arsenu, bizmutu, rud uranu i radu, w przetwórstwie niklu, chromu i azbestu, gazyfikacji węgla. W badaniach nad wpływem ołowiu na układ krwiotwórczy stwierdzono, że ilość ołowiu w środowisku człowieka wzrasta w miarę postępu rozwoju przemysłowego, choć znano przypadki zatrucia w starożytności [6]. Używanie w starożytnym Rzymie ołowianych rur, naczyń do przechowywania wina itp. powodowało, że ołowica była schorzeniem pandemicznym, z czego podobno zdawano sobie sprawę. Współcześnie ilość ołowiu w organizmie ludzkim wzrosła około 100-krotnie, a wzrost jego poziomu w środowisku jest wyraźny, nawet w lodach Grenlandii i Antarktydy. Głównym źródłem ołowiu są spaliny samochodowe, z których organiczne związki ołowiu przedostają się do gleby, wody, powietrza oraz roślin i mięsa zwierząt.

Centra dużych aglomeracji zawierają średnio 1,1–25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ołowiu, поблизу hut od 24 do 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, podczas gdy otwarte przestrzenie pozamiejskie — 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Poziom ołowiu wzrasta w wodzie przechowywanej w naczyniach plastikowych, gdzie jego źródłem jest stearynian ołowiu. Oznaczanie poziomu Pb we włosach jest jedną z metod oceny ekspozycji środowiskowej na ołów. Próg 24 $\mu\text{g}/\text{g}$ włosów jest ostrzeżeniem o zagrożeniu. Ołowica wśród pracowników kopalni, hut, odlewni ołowiu, przemysłu chemicznego, materiałów plastikowych, przemysłu drukarskiego, stoczniowego, produkcji akumulatorów elektrycznych itp. może obejmować od kilku do 22% ogółu załóg.

Zależność stężenia Pb w powietrzu i we krwi ma charakter liniowy. Ołów obniża o 50% aktywność en-

zymu biorącego udział w biosyntezie hemu, zmniejsza stężenie mioglobiny w mięśniach, hamuje syntezę cytochromową w wątrobie (ważną w procesach utleniania i detoksykacji leków), powoduje wakuolizację cytoplazmy i obrzmienie błon komórkowych erytrocytów, dając wzrost oporności osmotycznej. W szpiku kostnym ołów redukuje liczbę komórek jądrzastych. Zmniejsza także odporność na zakażenia oraz upośledza wytwarzanie przeciwciał i interferonu, stymuluje powstawanie złośliwych nowotworów nerek, nadnerczy, tarczycy, prostaty i innych, poprzez działanie mutagenne, które obserwowano m. in. w leukocytach myszy.

Sygnały alarmowe organizmu

Jednym ze wskaźników interakcji ustroju i czynników środowiska jest poziom wydzielania i wydalania katecholamin wytwarzanych w układzie współczulno-nadnerczowym [9]. Katecholaminy (adrenalina, noradrenalina i dopamina) mają podstawowe znaczenie w regulacji rozszerzania i zwężania naczyń krwionośnych, ciśnienia tętniczego, przepuszczalności naczyń, regulacji poziomu glukozy we krwi, mleczanów, pirogronianów itp. Dopamina i noradrenalina mają silne działanie ośrodkowe, wpływają na aktywność motoryczną kory mózgowej w reakcjach uczenia i pamięci. Wiele czynników chemicznych wywiera krótkotrwałe działanie na układ współczulno-nadnerczowy, wpływając szkodliwie na poziom neurotransmiterów w mózgu i zmiany w nadnerczach i tkankach. Są to: etanol, nikotyna, chlorowcopochodne węglowodorów alifatycznych i aromatycznych, dwusiarczki węgla, nitroglikol, pochodne pirenów oraz metale ciężkie: ołów, kadm, mangan i rtęć.

W celu przeanalizowania interakcji: człowiek — chemiczne skażone środowisko, podjęto próbę określenia, jak obecność szkodliwych substancji w środowisku człowieka wpływa alergizująco na jego ustrój [2, 3]. Badając osoby ekspozowane na niezawodowy kontakt z zanieczyszczeniami powietrza (tlenki siarki, azotu i pyły metaliczne ołowiu i kadmu) zwrócono uwagę na znaczące zmiany w poziomie histaminy bazofilów krwi obwodowej i serotoniny pełnej krwi. Badanie poziomu obu tych amin biogennych miało charakter testujący. Tego rodzaju reakcja organizmu świadczy o immunogenicznych właściwościach haptenów.

Frakcjami krwi o największej pojemności dla wiązania ksenobiotyków są albuminy i globuliny. Z kolei chemiczne powiązanie ksenobiotyków jako antygenów z immunoglobulinami, w warunkach zatrucia, daje czynnik alergizujący organizm. Oznacza to ponadprzeciętny wzrost IgE, która ufixowana na powierzchni mastocytów tkankowych oraz bazofilów krwi przy kontakcie z antygenem wchodzi w reakcję: antygen — przeciwciało. Powoduje to uszkodzenie mastocytów i bazofilów (inaczej: komórek tucznych tkanek i krwi) oraz ich degranulację połączoną z uwolnieniem m. in. histaminy, mającej znaczący wpływ na

mikrokrążenie oraz przepuszczalność kapilarną, które to czynniki są bezpośrednio alergogenne. Degranulacja bazofilów ma wpływ na aktywację płytek krwi i uwolnienie z nich serotoniny przeciwstawnej w działaniu naczynioruchowym — histaminie. Histamina powstaje w wyniku procesu dekarboksylacji aminokwasu — histydyny. Jej wpływ na mikrokrążenie to skurcz arterioł oraz rozszerzenie metarterioł, kapilar i weniul, ponadto zwiększenie przepuszczalności kapilarnej. Hamuje ona wydzielanie innych mediatorów, a źródłem jej we krwi są głównie bazofile i w niewielkim stopniu trombocyty. Źródłem serotoniny we krwi są trombocyty. Jest ona pochodną tryptofanu. Kurczy mięśnie gładkie, zwiększa przepuszczalność naczyń włosowatych. Dzięki niej większe naczynia tętnicze ulegają zwężeniu, a tętniczki — rozszerzeniu. Znana jest rola obu tych amin w szoku anafilaktycznym. Substancje te wykazują wówczas wzmogłą toksyczność, są przyczyną nadwrażliwości i alergii. Przyczyniają się do powstawania obrzęku w tkankach podskórnych, podnosząc ciśnienie hydrostatyczne kapilar. Serotonina ma wpływ na eozynofilię, spadek płytek krwi, nadciśnienie, a przede wszystkim na uwalnianie histaminy [4].

Poziom histaminy i serotoniny w osoczu krwi może posłużyć jako diagnostyczny wykładnik stanu zagrożenia lub stanu chorobowego, powstałego w wyniku oddziaływania zanieczyszczeń przemysłowych na organizm. Do tej pory ten typ testu był używany przy badaniach alergii pyłkowych (pyłki roślin). Alergizacja organizmu byłaby zatem u osób ekspozowanych na szkodliwe składniki chemiczne środowiska dodatkowym czynnikiem towarzyszącym zatruciom.

LITERATURA

1. Z. BEDNARSKI: Trzy przypadki nowotworów oskrzela związane z wykonywanym zawodem. Wiad. Lek., XXXVII, 13, 1984.
2. W. FAL, B. BRAŃSKA, A. LUCIŃSKA, E. GALLARY: Histamina bazofilów i serotonina krwi obwodowej w zatruciach metalami i gazami toksycznymi. Medycyna Pracy, 6, 1985.
3. W. FAL, B. BRAŃSKA, A. LUCIŃSKA: Zatrucie przemysłowe — czynniki alergotwórcze. Bezpieczeństwo Pracy, 10, 1983.
4. S. GARATTINI, L. VANZELLI: Serotonin. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1965.
5. J. LISIEWICZ, P. MOSZCZYŃSKI: Benzen a układ krwiotwórczy człowieka. Post. Hig. i Med. Dośw., 40, 1986.
6. J. LISIEWICZ, P. MOSZCZYŃSKI: Wpływ ołowiu na układ krwiotwórczy z uwzględnieniem roli ekspozycji środowiskowej i zawodowej. Post. Hig. i Med. Dośw., 40, 1986.
7. P. MOSZCZYŃSKI: Zachowanie się testów rozetkowych u pracowników zatrudnionych w kontakcie z organicznymi rozpuszczalnikami zawierającymi benzen i jego homologi. Immunol. Polska, IV, 4, 1979.
8. M. W. OBIEDZIŃSKI: Wybrane zagadnienia zanieczyszczenia żywności wielopierścieniowymi węglodorami aromatycznymi. Post. Hig. i Med. Dośw., 39, 1985.
9. H. ORGACKA, F. RYSZKA, F. ZYCH: Wpływ różnych czynników na poziom katecholamin w ustroju. Post. Hig. i Med. Dośw., 37, 1983.

INTERACTION OF THE HUMAN ORGANISM WITH SOME CHEMICAL ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS

The effect of PAH, lead, cadmium, and sulphur oxides (as well as other species contributing to the chemical contamination of atmospheric air, water, soil

and food) on the human organism is discussed on the basis of literature data and the authoresses' own results. The response of the human organism to these species varies from allergization to cancerogenesis. If sensitive testing methods are applied, there will be a possibility to obtain a direct immunological response from the blood-vascular system.