

# Co tkwi w dymie?

Ewa Florek ("Poradnik Aptekarski" nr 6/2006)

W procesie palenia tytoniu powstają dwa strumienie dymu: główny i boczny. Główny strumień powstaje podczas zaciągania i jest inhalowany przez palacza, natomiast boczny strumień powstaje w przerwach między zaciąganiem, w wyniku tlenia się papierosa.

**Ocena się, iż w skład dymu wchodzi około 4.200 związków chemicznych i co najmniej kilkaset substancji dotąd niezidentyfikowanych.**

## Palenie bierne

Environmental tobacco smoke (ETS) określany jako dym tytoniowy w środowisku jest sumą bocznego strumienia dymu (80-96%) i dymu wydychanego przez palacza (4-20%). Stopień ekspozycji środowiskowej na dym tytoniowy osób niepalących (mający miejsce w przypadku "biernego palenia") zależy od liczby palaczy, ilości wypalanych papierosów, wielkości pomieszczenia, wentylacji i czasu ekspozycji.

Bierni palacze wchłaniają dym głównie inhalacyjnie, tylko w niewielkim stopniu absorbowany jest on w ślinie. Wchłanianie składników fazy gazowej i fazy parowej dymu przez płuca, zachodzi bardzo szybko i z dużą wydajnością. Substancje lotne dobrze rozpuszczalne w wodzie (np. amoniak, formaldehyd, chlorowodór) wchłaniają się w całości w górnych drogach oddechowych, przede wszystkim w oddychaniu nosowym. Słabo rozpuszczalne składniki dymu (m.in. tlenek węgla, tlenki azotu, benzen) trafiają prawie w całości do pęcherzyków płucnych. W nich substancje dymu tytoniowego osiągają stan równowagi między powietrzem a krwią przepływającą przez naczynia włosowate.

Stężenia niektórych związków w bocznym strumieniu dymu są wielokrotnie wyższe od ich poziomów w głównym strumieniu. Znajduje to potwierdzenie m.in. w wysokich stężeniach tlenu węgla (3-5 razy większe niż w głównym strumieniu), amoniaku (40-170 razy), lotnych N-nitrozoamin (6-100 razy), tlenków azotu (4-10 razy), cyjanowodoru (4-10 razy), benzenu i toluenu (10 i 6-8 razy) oraz kadmu (4-7 razy). Ocena się, że bierna ekspozycja na dym (dom, praca, miejsca publiczne) jest równoznaczna z wypaleniem kilku papierosów dziennie.

## Skutki zdrowotne biernego palenia

Liczne badania naukowe ujawniają wysokie ryzyko zdrowotne biernego palacza. Ekspozycja na dym tytoniowy w środowisku powoduje zmiany w poziomach cząsteczkowych i komórkowych (m.in. fibrynogen, cholesterol, śródbłonek, płytki krwi).

Narażenie na dym tytoniowy kobiet w okresie rozrodczym ma daleko idące konsekwencje nie tylko dla nich, ale również dla ich dzieci: poród przedwczesny, obniżona urodzeniowa masa ciała (o 150-300 g), zespół nagłej śmierci noworodka

(2,5-krotny wzrost ryzyka), opóźniony rozwój i funkcjonowanie układu oddechowego (wzrost hospitalizacji o 20-40%) oraz zwiększone ryzyko wystąpienia nowotworów w wieku dorosłym, to najistotniejsze czynniki ryzyka biernego palenia. Osoby przebywające w otoczeniu palaczy mają wyższe współczynniki zapadalności na choroby sercowo-naczyniowe (choroba wieńcowa, miażdżyca, udar). Biernie palenie jest przyczyną chorób dróg oddechowych, szczególnie u dzieci, takich jak: podrażnienie układu oddechowego, ostre i przewlekłe zapalenia dolnych dróg oddechowych i astma oskrzelowa. U około 38-60% dzieci w wieku 4-11 lat dym tytoniowy w środowisku jest przyczyną zapalenia ucha środkowego. Badania epidemiologiczne wpływu biernego palenia na rozwój raka płuca wykazały zwiększone ryzyko występowania np. w przypadku ekspozycji w dzieciństwie od 7 roku życia.

Doskonałym biomarkerem skutków biernego palenia jest pomiar nikotyny we włosach noworodka, którego matka paliła w ciąży lub była narażona na bierne palenie. Nikotyna wbudowuje się w strukturę włosa płodu i utrzymuje się nawet kilka lat, podobnie jak niektóre narkotyki. Po urodzeniu wystarczy 50 miligramów włosów noworodka (objętościowo pół zapałki), aby stwierdzić, czy było ono narażone w czasie ciąży na nikotynę (metoda jest bardzo czuła i specyficzna - chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas). Obecność nikotyny we włosach noworodka jest dowodem, że w okresie płodowym było narażone na wdychanie dymu.

### **Nikotyna jest wszędzie**

Przy ocenie narażenia na dym w środowisku najczęściej oznacza się nikotynę w powietrzu. Istnieje norma NDS, czyli Najwyższe Dopuszczalne Stężenie dla nikotyny, które w miejscu pracy wynosi 20 mikrogramów/m<sup>3</sup>. Były robione badania oceny narażenia pracowników na wdychanie dymu przy stężeniu 20 mikrogramów/m<sup>3</sup> i wentylacji 1 m<sup>3</sup>/godz. W ciągu godziny zostało pobrane 20 mikrogramów nikotyny. Zakładając dostępność biologiczną na poziomie 70%, do organizmu dostawało się 14 mikrogramów nikotyny /godz. W przypadku 8-godzinnego czasu pracy przyjęta ilość nikotyny wyniosła 112 mikrogramów, co będzie odpowiadało 8,6 ng kotyniny (głównego metabolitu nikotyny) w 1 ml moczu.

Dodatkowo nikotyna osiada na ścianach pomieszczeń, w których się pali (można np. oznaczyć nikotynę w tynku). Z różnych powierzchni - ściany, firanki, odzieży może uwalniać się wcześniej zaabsorbowana nikotyna. W domu osób niepalących, w którym jednokrotnie używano tytoniu - oznaczano 0,2-0,7 mikrograma nikotyny w m<sup>3</sup> powietrza. Taka ilość nikotyny może wywołać stężenie kotyniny w moczu na poziomie 0,1-0,3 ng/ml.

### **Przykładowe toksyczne składniki dymu tytoniowego i ich wpływ na zdrowie**

(Opracowano na podstawie Towards a Tobacco Free Society. Report of the Tobacco Free Policy Review Group. Appendix B: Chemical Profile of Tobacco Smoke)

#### **Aceton**

Aceton dobrze wchłania się z dróg oddechowych. Wdychanie par acetonu powoduje podrażnienie błony śluzowej jamy nosowo-gardłowej, podrażnienie i pieczenie oczu oraz niezbyt górnych dróg oddechowych.

### **Akroleina**

Akroleina jest dla człowieka wyjątkowo toksyczna. W czasie I wojny światowej została użyta jako bojowy środek trujący. Akroleina silnie drażni błonę śluzową dróg oddechowych i spojówki.

### **Akrylonitryl**

Zatrucia akrylonitrylem zbliżone są do zatruc cyjankami. Powoduje uszkodzenie ośrodkowego układu nerwowego, zwyrodnienie wątroby i nerek. W zatruciu ostrym występują nudności, bóle głowy, objawy wyczerpania, bóle brzucha i wymioty. W przewlekłym narażeniu obserwuje się podrażnienie górnych dróg oddechowych, uczucie zmęczenia, brak łaknienia i czasem zmiany w układzie krwiotwórczym. Został zaliczony do grupy związków podejrzanych o działanie rakotwórcze u ludzi.

### **Aldehyd krotonowy**

Powoduje podrażnienie śluzówek znacznego stopnia. Prawdopodobnie jest rakotwórczy dla człowieka.

### **Aldehyd masłowy**

O toksycznym działaniu aldehydu masłowego na człowieka wnioskuje się z wyników badań na zwierzętach, u których najprawdopodobniej powoduje on zmiany w komórkach ważnych dla funkcji rozrodczych.

### **Aldehyd octowy**

Głównym ostrym skutkiem wdychania aldehydu octowego jest podrażnienie śluzówek, kaszel, a nawet obrzęk płuc.

### **Aldehyd propionowy**

Wdychanie aldehydu propionowego w wysokim stężeniu powoduje uszkodzenie wątroby.

### **Aminy aromatyczne - 4-aminobifenyl**

Ostra ekspozycja wywołuje podrażnienie śluzówek, pęcherza moczowego, uszkodzenie wątroby i nerek oraz może powodować depresję ośrodkowego układu nerwowego. Jest uznany za czynnik ryzyka w nowotworach złośliwych pęcherza moczowego u ludzi.

### **Amoniak**

Wysokie stężenia powodują podrażnienie oczu i górnych dróg oddechowych z kaszlem wymiotami oraz zaczerwienieniem śluzówek warg, ust, nosa i gardła. Amoniak może zwiększyć podatność na choroby wirusowe.

### **Benzen**

Chociaż głównym źródłem emisji benzenu do powietrza jest benzyna (ponad 80 %), z tego źródła pochodzi mniej niż 20% benzenu, który wdychamy. Tymczasem za ponad 40 % wdychanego przez człowieka benzenu odpowiedzialne są papierosy. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer - IARC) zaklasyfikowała benzen jako czynnik rakotwórczy. Benzen powoduje aplazję szpiku, niedokrwistość, martwicę lub zwyrodnienie tłuszczowe mięśnia sercowego, wątroby i nadnerczy. Wywołuje białaczkę limfocytarną.

### **Benzo(a)piren**

Jest wielopierścieniowym węglowodorem aromatycznym indukującym guzy narządów, z którymi ma bezpośredni kontakt, jak tkanka łączna, przełyk, czy płuco.

### **Butadien**

Wysokie stężenia butadienu powodują podrażnienie oczu, jamy nosowej, gardła, płuc, a ponadto występują objawy neurologiczne, takie jak: zaburzenia wzroku, uczucie zmęczenia, ból i zawroty głowy. Badania epidemiologiczne wskazują, że istnieje związek pomiędzy ekspozycją na butadien a chorobami układu krążenia. Ponadto jest to prawdopodobnie czynnik rakotwórczy.

### **Chinolina**

Inhalacja chinoliny wywołuje podrażnienie oczu, nosa i gardła, a także może powodować bóle i zawroty głowy oraz nudności. Chinolina została zaliczona do grupy prawdopodobnych czynników rakotwórczych dla człowieka.

### **Cyjanowodór**

To jeden z najbardziej toksycznych związków chemicznych w dymie tytoniowym. Zaliczany jest do bojowych środków trujących. Krótka ekspozycja wywołuje bóle i zawroty głowy, nudności i wymioty.

### **Fenol**

Na błony śluzowe fenol działa silnie żrąco, co przypomina działanie kwasów mineralnych. Wchłonięty do organizmu wykazuje działanie narkotyczne na ośrodkowy układ nerwowy.

### **Formaldehyd**

Formaldehyd wywołuje ostre zapalenie oczu oraz podrażnia błony śluzowe i drogi oddechowe. Został zaklasyfikowany jako przypuszczalny czynnik rakotwórczy dla człowieka.

### **p-Hydrochinon**

Ekspozycja na p-hydrochinon powoduje uszkodzenia oczu: od łagodnego podrażnienia lub przebarwienia spojówki i rogówki, po zmiany w grubości i krzywiźnie rogówki, zmatowienie rogówki i upośledzenie wzroku.

### **Kadm**

Kadm wdychany jest znacznie bardziej niebezpieczny niż kadm wchłaniany drogą pokarmową. U ludzi narażonych na dymy i pyły związków kadmu występuje rozedma płuc. Drugim istotnym objawem działania kadmu jest uszkodzenie czynności nerek. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer - IARC) umieściła kadm na czele listy czynników rakotwórczych u ludzi. Kadm zwiększa ryzyko występowania raka płuca.

Chociaż kadm znajduje się w wodzie, pożywieniu i powietrzu, palenie papierosów w znacznie większym stopniu naraża człowieka na działanie tego metalu. U ludzi palących 20 papierosów dziennie poziom kadmu we krwi jest 4-krotnie wyższy niż u niepalących.

Biologiczny okres półtrwania kadmu w organizmie człowieka jest długi - wynosi ponad 10 lat.

Kadm przenika do mleka. Mleko palących matek może zawierać dwukrotnie więcej kadmu niż mleko matek niepalących.

### **Katechol**

W badaniach eksperymentalnych wykazano, że katechol potęguje działanie kancerogenne benzo(a)pirenu podawanego łącznie na skórę zwierząt.

### **o-, m-, p-Krezol**

Jest prawdopodobnie czynnikiem rakotwórczym dla człowieka. Badania eksperymentalne wykazały wzrost występowania brodawczaków skórnych po ekspozycji na krezol.

### **Metyloetyloketon**

Wdychanie metyloetyloketonu powoduje podrażnienie oczu, nosa i gardła oraz zahamowanie czynności centralnego układu nerwowego.

### **Nikiel**

Stwierdzono, że wdychanie związków niklu może zwiększyć podatność na infekcje dróg oddechowych.

### **Ołów**

Toksyczne działanie ołowiu na organizm ujawnia się w zaburzeniach układu krwiotwórczego. Metal wywołuje zaburzenia czynnościowe wątroby, wpływa na funkcje ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego. Wpływa również na nerki i układ sercowo-naczyniowy.

### **Rtęć**

W przypadku narażenia na pary rtęci krytycznym układem jest ośrodkowy układ nerwowy. U osób ekspozowanych mogą wystąpić drgawki i zaburzenia pamięci. Obserwuje się także uszkodzenia czynności nerek.

### **Selen**

Najbardziej toksycznym związkiem jest selenowodór. Powoduje on zaburzenia w funkcjonowaniu dróg oddechowych, takie jak: podrażnienie błon śluzowych, odma opłucnowa, ciężka postać bronchitu, czy odoskrzelowe zapalenie płuc.

### **Styren**

Styren działa neurotoksycznie, depresyjnie na ośrodkowy układ nerwowy powodując zawroty głowy, senność i uczucie zmęczenia.. Wpływa na krew i funkcjonowanie niektórych enzymów w nerkach.

### **Tlenek azotu**

Tlenek azotu wykazuje ujemny wpływ na czynność płuc oraz osłabia odporność organizmu na zakażenie dróg oddechowych. U dzieci poniżej drugiego roku życia istnieje szczególne ryzyko wystąpienia przewlekłego bronchitu, rozedmy płuc i astmy.

### **Tlenek węgla**

Wskutek wiązania się tlenu węgla z hemoglobina powstaje karboksyhemoglobina - połączenie niezdolne do przenoszenia tlenu, co prowadzi do głodu tlenowego. Uszkodzeniu przez tlenek węgla ulega w pierwszej kolejności układ sercowo-

naczyniowy i ośrodkowy układ nerwowy. Choć palenie papierosów jest stosunkowo nikłym źródłem emisji tlenku węgla do atmosfery, to pozostaje ono głównym źródłem ekspozycji palaczy na CO. U osób niepalących poziom hemoglobiny tlenkowęgłowej nie przekracza 1%; u palaczy jest znacznie wyższy - waha się między 2% a 15%.

Wypalenie 1 papierosa zmniejsza ilość tlenu dostępnego dla tkanek o 8%, co odpowiada przebywaniu na wysokości 1200 m.

### **Toluen**

Stwierdzono, że wskutek przewlekłych ekspozycji na wysokie stężenia toluenu dochodzi do zahamowania czynności centralnego układu nerwowego. Do objawów należą: bezwład, drżenie, atrofia mózgu, oczopląs oraz upośledzenie mowy, słuchu i wzroku. Przewlekłe wdychanie toluenu powoduje również podrażnienie górnych dróg oddechowych, podrażnienie oczu, ból gardła, nudności, bóle i zawroty głowy, a także zaburzenia snu.

Prof. dr hab. Ewa Florek  
Laboratorium Badań Środowiskowych  
Katedra i Zakład Toksykologii  
Akademia Medyczna im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

---