

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.

Ocenia 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 tlenku 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). Ocenia 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/m³. Były robione badania oceny narażenia pracowników na wdychanie dymu przy stężeniu 20 mikrogramów/m³ i wentylacji 1 m³/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 m³ 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
