

POLUAREA INTERIOARĂ ÎN RELATIE CU SĂNĂTATEA UMANĂ

Ciobanu Elena, dr.șt.med.,
conf.univ., Disciplina de
igienă

Omul modern petrece circa **90% din durata zilei** în diferite spații interioare:

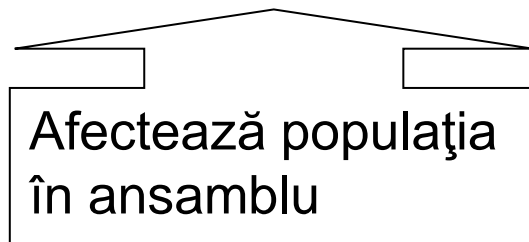
- locuințe
- mijloace de transport
- birouri
- săli publice (săli de spectacol, săli de sport, restaurante, magazine, școli, săli de așteptare în gări, aeroporturi, instituții publice).

Grupele populaționale cu susceptibilitate maximă către factorii nocivi (copii, bătrâni, bolnavi cronici) petrec adeseori **întreaga zi** în spații interioare.

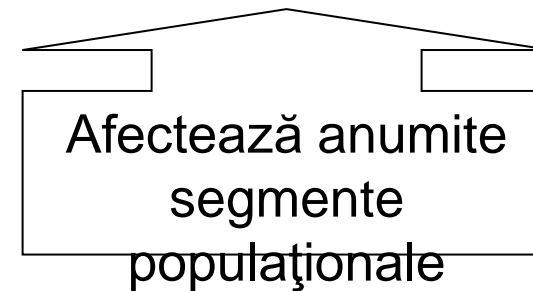
Sunt trei condiții fundamentale pentru calitatea aerului interior:

- asigurarea confortului termic
- menținerea concentrației gazelor respiratorii în limite normale
- menținerea concentrației poluanților la un nivel care nu afectează confortul și/sau sănătatea celor expuși.

POLUAREA INTERIOARĂ: prezența în interiorul spațiului locuibil (locuințe, birouri, mijloace de transport, săli publice) a unuia sau mai multor poluanți, la o asemenea concentrație și pe o asemenea durată, încât să determine **discomfort**, să exercite un efect dăunător /potențial dăunător asupra **sănătății rezidenților**, să perturbe **desfășurarea normală a activității uzuale** din categoriile de spații anterior menționate.



≠



- prezența poluanților
- diversitatea surselor de poluare



- natura muncii practicate

Surse de poluare interioară



***Surse
exterioare***

- emisii industriale
- gaze de combustie
- activitatea agricolă
- procese fotochimice atmosferice
- activitatea naturală microbiană

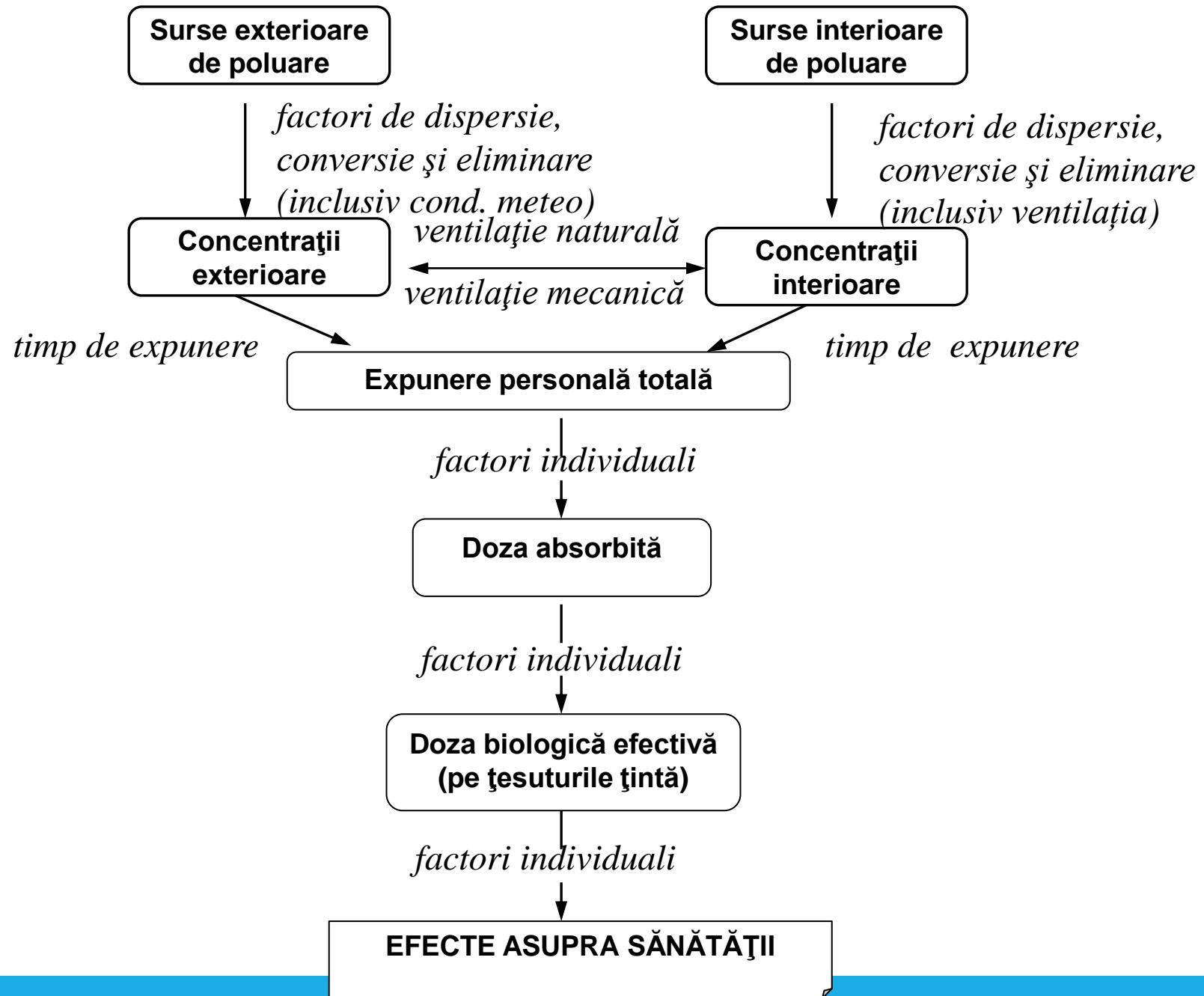


Surse interioare

- produșii de combustie
- evaporarea solvenților
- procese fizice de frecare, măcinare, etc.
- praf de casă, animale de companie, etc.

<i>Spațiul interior</i>	<i>Sursa de poluare</i>	<i>Principalele emisii poluante</i>
LOCUINȚE	Fum de tutun	particule respirabile, CO, compuși organici volatili
	Aragaze, sobe cu gaz metan	CO
	Sobe cu lemne, cămine	compuși organici volatili
	Sobe cu petrol	CO
	Solul aferent fundației	radon
	Mobilier, obiecte de uz casni	compuși organici volatili (formaldehidă)
	Izolație	azbest
	Suprafețe umede	agenți biologici
BIROURI	Fum de tutun	particule respirabile, CO, compuși organici volatili
	Materiale de construcție, mobilier	compuși organici volatili (formaldehidă)
	Copiatoare, imprimante	compuși organici volatili
	Sisteme de condiționare a aerului	agenți biologici

EXPUNEREA PERSONALA



EXPUNEREA PERSONALĂ - modelare

Se iau în considerare:

1. Concentrația poluantului în fiecare spațiu interior (locație)
2. Timpul petrecut de individ în fiecare din aceste locații

$$\mathbf{E} = \Sigma \mathbf{f}_i \mathbf{C}_i$$

E – expunerea personală totală

Σ - suma aritmetică a intervalelor de timp și a concentrațiilor

C_i – concentrația poluantului în locația *i*

f_i – timpul petrecut de individ în locația *i*

TEHNICI DE EVALUARE ALE EXPUNERII PERSONALE

I. Monitorizarea poluanților

- metoda directă:
 - monitoare personale, care măsoară concentrația poluanților în zona respiratorie.
 - necesită monitorizarea paralelă a timpului și a activității.
 - aplicabilă pentru CO, COV, pesticide, particule respirabile.
 - nu se poate aplica pe eșantioane mari.
- metoda indirectă:
 - monitoare în spațiile interioare frecventate de individ.
 - necesită o monitorizare riguroasă a timpului și a activității.
 - necesită dezvoltarea unui model matematic privind corelarea măsurătorilor din locația respectivă cu parametri comportamentali.
 - aplicabilă pentru ozon, NO_x.

II. Monitorizarea biologică

- impune recoltarea mostrelor de urină, salivă, sânge sau aer exhalat → identificarea poluantului/metaboliților săi.
- eficientă dacă dispunem de markeri de mare sensibilitate și specificitate (de exemplu în cazul nicotinei, plumbului, CO).
- relevantă pentru definirea populației la risc și pentru cercetarea efectelor asupra sănătății.
- pentru unii poluanți, relația dintre nivelul markerului și expunerea personală este greu evidențiable, datorită căilor metabolice complexe și variabilității parametrilor fiziologici care afectează acumularea și eliminarea poluantului.

III. Monitorizarea timpului și a activității (Time-activity pattern)

- urmărește evaluarea temporală a deplasărilor și a activităților desfășurate de individ în diferite spații interioare.

- metoda jurnalului personal: înregistrarea scrisă a activităților desfășurate și a locațiilor parcurse în fiecare zi.
- interviul după 24 de ore: rememorarea activităților și a locațiilor zilei precedente printr-un chestionar completat de un intervievator.

FUMATUL PASIV

Fumul de tutun este o mixtură complexă de gaze, vapori și particule, conținând circa 4500 de compuși chimici (particule respirabile, nicotină, hidrocarburi policiclice aromatice, acroleină, monoxid de carbon, compuși azotați, dioxid de azot, acetonă, etc.), dintre care circa 50 sunt cancerigeni confirmați/potențiali.

Fumatul pasiv reprezintă expunerea involuntară a nefumătorului la fumul de tutun.

Nefumătorul este expus la amestecul dintre:

- *Curentul principal*: fumul exhalat de fumătorul activ.
- *Curentul lateral (marginal)*: fumul de tutun provenit din vârful aprins al țigării care arde mocnit. Conține produșii de piroliză ai fumului, produși toxici și cancerigeni.

Expunerea fumătorului pasiv diferă calitativ și cantitativ față de aceea a fumătorului activ:

- din cauza temperaturii mai scăzute a vârfului de țigară care arde mocnit, respectiv 700 - 800°C, față de circa 1000°C când fumătorul activ trage din țigară, majoritatea produșilor de piroliză se regăsesc în curentul lateral;
- concentrația unor produși toxici și cancerigeni (fier, arsen, cadmiu) este mai mare în curentul lateral decât în curentul principal de fum.

Deși difuzia în aerul încăperii reduce concentrațiile acestor componente, fumatul pasiv reprezintă un risc major pentru sănătate.

Concentrația fumului de tutun în mediile interioare depinde de:

- numărul fumătorilor
- intensitatea cu care se fumează
- rata de ventilație
- folosirea sistemelor de purificare a aerului

Efecte asupra sănătății

STABILITE

- infecții ale căilor respiratorii inferioare la copii
- agravarea simptomatologiei respiratorii la copii
- infecții ale urechii medii la copii
- fenomene iritative ale mucoasei oculare și nazo-faringiene
- cancer pulmonar la adult
- exacerbară episoadelor astmatice
- creșterea riscului pentru boli cardio-vasculare

POTENȚIALE

- creșterea riscului de moarte subită la nou-născut
- greutate mică la naștere
- agravarea simptomelor respiratorii la adulți
- reducerea funcționalității pulmonare la adulți
- creșterea riscului pentru cancere nerrespiratorii
- instalarea prematură a menopauzei

COMBUSTIA GAZULUI METAN

Dioxidul de azot

Expunere: combustii casnice, industriale.

Acțiune asupra aparatului respirator → *directă:* prin proprietățile oxidante crește susceptibilitatea la infecții respiratorii

→ *indirectă:* creșterea frecvenței bolilor respiratorii acute la copiii expuși prin combustia casnică a gazului metan, comparativ cu copiii în a căror locuințe se folosește plita electrică.

Surse de expunere:

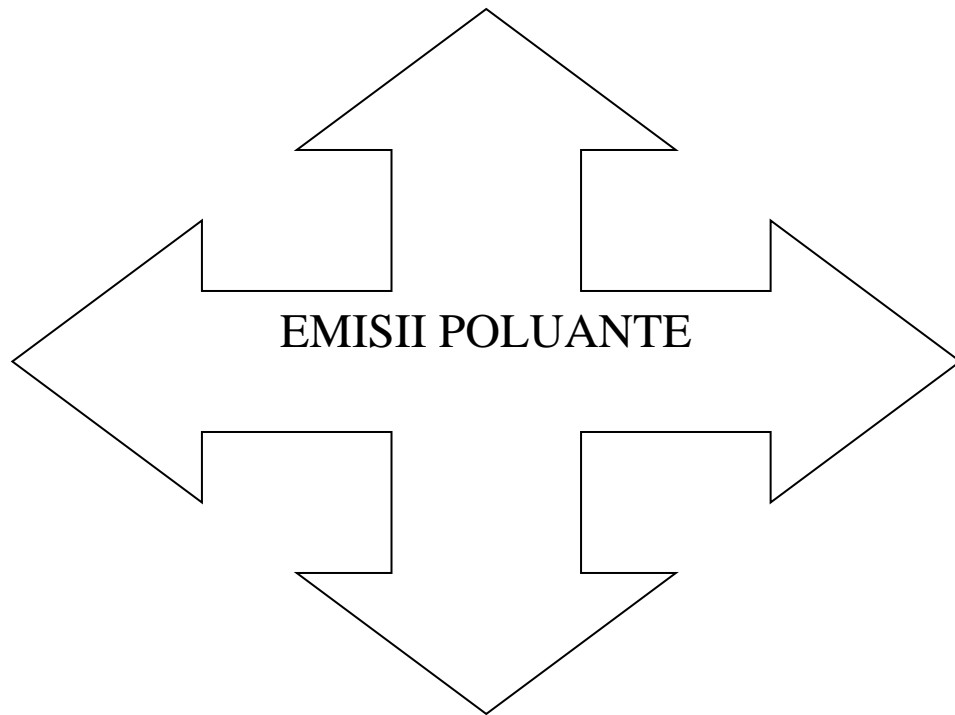
- funcționarea defectuoasă a sobelor de bază de gaz metan, petrol;
- folosirea flăcării cu ardere deschisă a aragazului pentru încălzire și pentru uscarea rufăriei în anotimpul rece.

INTOXICAȚIA ACUTĂ CU MONOXID DE CARBON

<i>COHb (%)</i>	<i>SIMPTOME</i>
<i>10</i>	Inconstant dispnee la efort mare și vasodilatație cutanată.
<i>20</i>	Dispnee la efort moderat, inconstant cefalee.
<i>30</i>	Cefalee, amețeli, iritabilitate, oboseală, reducerea percepției vizuale.
<i>40 - 50</i>	Cefalee, confuzie, colaps.
<i>60 - 70</i>	Convulsii, insuficiență respiratorie, pierderea cunoștinței.
<i>80</i>	Efect fatal rapid

FUMUL DE LEMNE

- particule respirabile, NOX, SOX, CO.



+ ↓ O₂

aldehide, fenoli → *efect iritativ*

benz(a)piren → *efect cancerigen*

Ca, Si, K → *efect toxic asupra cililor*

*vibratili și efect coagulant asupra mucusului
din căile respiratorii.*

La copii:

- agravarea simptomatologiei respiratorii: tuse cu expectorație, dispnee, wheezing.
- scăderea debitelor pulmonare (↓ PEF)

Studii experimentale:

- scăderea activității fagocitare a macrofagelor

Compuși organici volatili

Compușii organici volatili (COV) se volatilizează la temperaturi $> 20-22^{\circ}\text{C}$.

Compușii organici semivolatili (CosV) sunt lichizi/solizi la temperatura camerei; prin creșterea temperaturii se evaporă.

În funcție de natură/concentrație/timp de acțiune au efecte **acute** (*iritante pe mucoasa respiratorie, bucală, oculară*) și **cronice** (*mutagene, cancerigene*).

CATEGORIA	EXEMPLIFICĂRI	EMISII
Materiale de construcție	Spumă izolantă, cleiuri, adezivi, vopsele	Metil-cloroform, benzen, formaldehidă, stiren, xilen, tetracloretile, triclorețan.
Decorațiuni interioare	Mobilier, materiale textile (draperii, covoare, mochete, tapet textil)	Metil-cloroform, benzen, formaldehidă, triclorețan.
Produse de uz casnic pentru curățat și pentru dezinfectat	Detergenți lichizi, praf de curățat, înălbitori cu clor, ceară de mobilă.	Xilen, cloroform, benzen, triclorețan, tetracloretile.
Produse cosmetice	Farduri, deodorante, loțiuni, fixative de păr.	Metil-cloroform, stiren, tri- și tetracloretile, benzen, clorura de vinil.
Insecticide, pesticide	Rodenticide (solid) Insecticide (spray, solid)	Xilen, triclorețan.
Aparatură electronică	Computere, radiocasetofoane, videocasetofoane, camere video	Etilbenzen, cloroform.
Combustii	Lemne, kerosen	Acroleină, nitropiren, formaldehidă, nitronaftilamină, benz(a)piren.

Sindromul clădirii bolnave (*Sick Building Syndrome*)

Sindromul clădirii bolnave (sick building syndrome) reprezintă o constelație clinică de simptome care apar pe fondul unei stări generale normale, fără modificări ale examinărilor paraclinice, exclusiv la cei care lucrează în clădiri noi, moderne (birouri, școli), simptomatologia dispărând la scurt timp după părăsirea clădirii sau după schimbarea locului de muncă.

Sindromul clădirii bolnave reunește o mare varietate de simptome. Aceste simptome apar la scurt timp după sosirea la lucru, la majoritatea celor ce lucrează în aceeași clădire/încăpere și dispar după părăsirea locului de muncă (respectiva clădire/încăpere).

Simptomele nu sunt asociate cu existența unei alergii, răceli comune sau gripe, apărând numai pe perioada desfășurării activității într-o anumită clădire și/sau încăpere.

Simptome iritative ale mucoasei oculare și nazo-faringiene

Iritații tegumentare

Simptome neurotoxice

- oboseală
- tulburări de memorie și de concentrare
- dureri de cap, amețeli
- grețuri

Modificări ale gustului și ale mirosului

Reacții nespecifice

- rinoree, hiperlacrimație
- simptome astmatiforme (dispnee, constricție toracică)

În etiologie sunt incriminați factori fizici și chimici care alterează calitatea aerului interior, fără a se putea stabili o etiologie specifică:

Factorii fizici:

- *temperatura* mai mare de 22 grade Celsius, care produce discomfort și crește nivelul emisiilor de compuși organici volatili și semivolatili,
- *umiditatea relativă* mai mică de 30% care produce uscăciune la nivelul tegumentelor și mucoaselor,
- *iluminatul artificial* care prin insuficiență sau prin exces determină stress vizual (dureri oculare, hiperlacrimație, dureri de cap),
- *zgomotele și vibrațiile* care depășind un anumit nivel (120 db, respectiv 100 Hz), provoacă grețuri și amețeli.

Deocamdată rămâne neclar dacă rata redusă a *ventilației* are rol etiologic direct, prin alterarea confortului termic, sau indirect, prin creșterea ratei emisiilor compușilor organici volatili, care chiar la concentrații sub nivelul maxim admis din multe state, își manifestă rolul iritant asupra mucoasei tractului respirator și a celei oculare.

Factorii chimici:

- poluanții interiori cu *rol iritant* (compușii organici volatili și semivolatili, monoxid de carbon, oxizi de azot) și *neurotoxic* (formaldehida și alți compuși organici volatili). În birourile moderne sursele acestor poluanți sunt multiple: materialele folosite la design-ul interior, mobilier, aparatura de birou (copiatoare, imprimante), fumatul.
- o teorie recentă consideră că ansamblul simptomelor nespecifice din cadrul sindromului răului de clădire sunt datorate existenței unui *smog fotochimic interior*, format prin interacțiunea dintre radiațiile ultraviolete emise de lumina fluorescentă și emisia compușilor organici volatili.

Factorii psihologici:

- factorul uman este important prin *stressul psihic*, frecvent în locurile de muncă unde relațiile interumane sunt încordate.

Agenți biologici

Condiții necesare pentru dezvoltarea microorganismelor în mediile interioare:

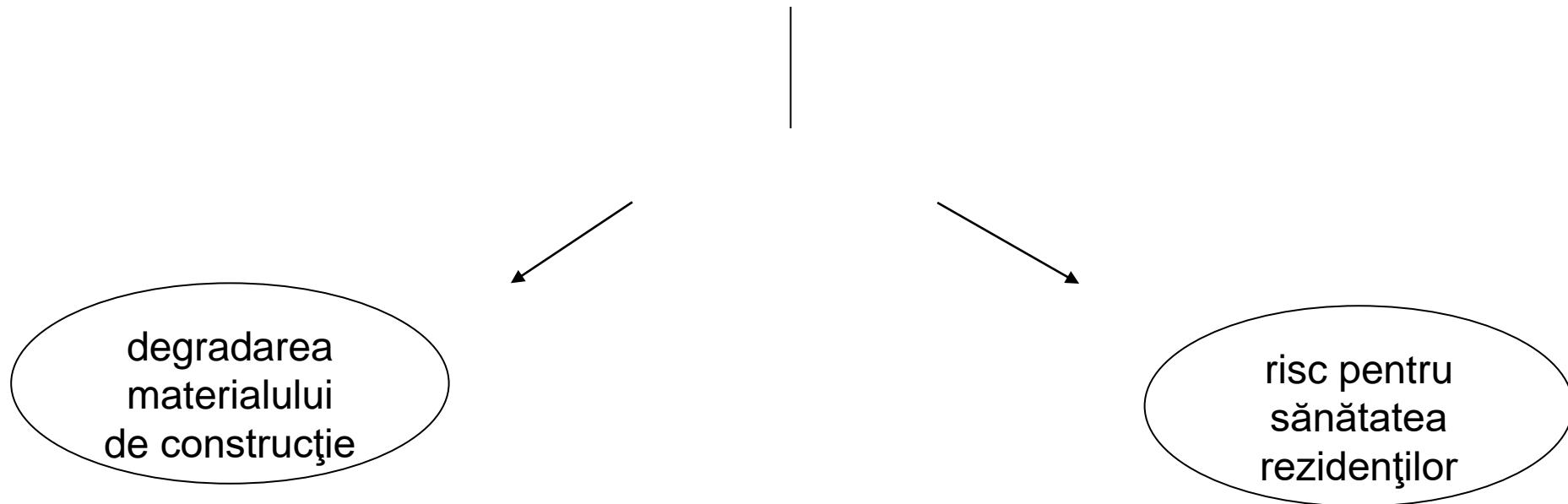
prezența suportului nutritiv → lemn, carton, hârtie, plastic, textile, plante decorative.

absența elementelor toxice (cu efect bactericid, fungicid),

aport de oxigen

umiditate ridicată → în mod normal, există un exces de umiditate în părțile reci ale fundației, zidurilor și acoperișului.

→ condiții suplimentare de umezeală (**igrasie, condens**).



Radonul

- gaz radioactiv rezultat prin dezintegrarea radiului, care la rândul lui este un produs de dezintegrare al uraniului ;
- gaz inert → difuzează în afara materialului în care s-a format, pătrunzând în atmosferă sau dizolvându-se în apă.

Surse și condiții de expunere

- **Solul** pe care este construită locuința; radonul se infiltrează prin crăpăturile fundației în aerul interior. Monitorizarea concentrației de radon în locuințele construite pe sol cu radioactivitate crescută arată nivele mai reduse în încăperile de la etajele clădirii, față de cele de la demisol și de la parter.
- Fluxul radioactiv de la nivelul **materialelor de construcție** folosite în construcția clădirii (utilizarea sterilului minier ca material de umplură a creat probleme majore), sau de la nivelul plăcilor ceramice de origine granitică folosite la tapetarea pavimentelor sau a tavanelor. Nivelul interior al radonului a scăzut semnificativ după aplicarea pe pereți a tapetelor sau a altor materiale izolante.
- În locuințele alimentate cu **apă din surse de profunzime** aferente unor soluri cu structură granitică, concentrația interioară a radonului crește prin eliberarea radonului dizolvat în apă.

Variații pe termen scurt ale concentrației de radon din locuință rezultă prin modificarea ratei de ventilație, prin schimbări meteorologice, prin folosirea apei potabile și **a gazului natural**.

Efecte asupra sănătății

Doi dintre descendenții radonului, Po-214 și Po-218, emit *particule alfa* în cursul dezintegrării, care prin inhalare ajung în tractul respirator unde induc leziuni tisulare ce ulterior pot degenera malign. Deși toți descendenții eliberează în cursul dezintegrării energie alfa, beta și gamma, doza de radioactivitate din plămâni se datorează aproape exclusiv particulelor alfa eliberate de Po-214 și Po-218. Se consideră că particulele alfa penetrează țesutul epitelial pulmonar, lezând materialul genetic din celulele bazale pulmonare.

Expunerea profesională la radon a minerilor din subteran, în primul rând a celor din minele de uraniu, a stabilit o relație cauzală cu cancerul pulmonar.

Studiile epidemiologice urmărind expunerea neprofesională la radon au arătat o creștere a ratei mortalității prin cancer pulmonar în zonele geografice cu fond crescut de radiații gamma.

Dacă sursa de radon este apa potabilă din surse de mare profunzime aferente unui sol radioactiv, sa identificat creșterea incidenței cancerului pulmonar o dată cu creșterea concentrației hidrice a radiului-226.

Factorii care influențează doza țintă tisulară prin expunerea la radon

Factori fizici

- caracteristicile aerosolilor cărauși (mărime, distribuție)
- proporția dintre descendenții legați și cei liberi ai radonului
- echilibrul dintre radon și produșii săi de dezintegrare

Factori biologici

- frecvența respiratorie
- tipul de respirație (nazală, orală)
- integritatea mecanismelor de clearance muco-ciliar
- grosimea stratului de mucus la nivelul bronhiilor
- localizarea celulelor țintă de inducere a carcinogenezei

Efecte asupra sănătății

În condiții de expunere profesională, inhalarea azbestului are un mare potențial cancerigen pulmonar. Majoritatea cercetărilor efectuate în medii interioare, arată că la concentrații foarte reduse de azbest, nu apare o fibroză pulmonară identificabilă. Studiile experimentale arată însă că la nivele reduse de azbest, pe culturi de celule *in vitro*, apare transformarea neoplazică a acestora, însoțită de modificări structurale și numerice la nivel cromozomial.

Exprimarea cantitativă a expunerii și a dozei tisulare este dificilă. Concentrația pulmonară a fibrelor de azbest nu reprezintă garanția reflectării dozei, deoarece nu există o încărcare pulmonară uniformă; nivelul fibrelor de azbest diferă între cei doi lobi pulmonari, între parenchim și aria subpleurală, uneori chiar între două situsuri vecine.

Rolul cancerigen al azbestului trebuie asociat și cu acțiunea concomitentă a unor posibili cofactori; cofactorul este un alt cancerigen care întărește potențialul cancerigen al fibrelor de azbest, sau poate fi o substanță necancerigenă, un factor aparținând gazdei care mărește susceptibilitatea subiecților expuși.

Fumatul crește riscul cancerului pulmonar în asociere cu expunerea la azbest, atât prin efectul sinergic al benz(a)pirenului din fumul de tutun și al fibrelor de azbest, cât și prin faptul că fumul de tutun facilitează penetrarea pulmonară a fibrelor de azbest.

Prafurile de natură non-fibroasă cresc potențialul carcinogen al fibrelor de azbest, prin suprasolicitarea mecanismelor de clearance pulmonar.