

TOP 5 kancerogēni Eiropā

KRISTĀLISKAIS SILĪCIJA DIOKSĪDS

Bioloģiskā iedarbība uz strādājošajiem

Jeļena Reste, *Dr. med.*

arodveselības un arodslimību ārste
asoc. profesore, vad. pētniece



RĪGAS STRADIŅA
UNIVERSITĀTE

VITA BREVIS ARS LONGA

Rīgas Stradiņa universitāte
Aroda un vides medicīnas katedra
Darba drošības un vides veselības institūts

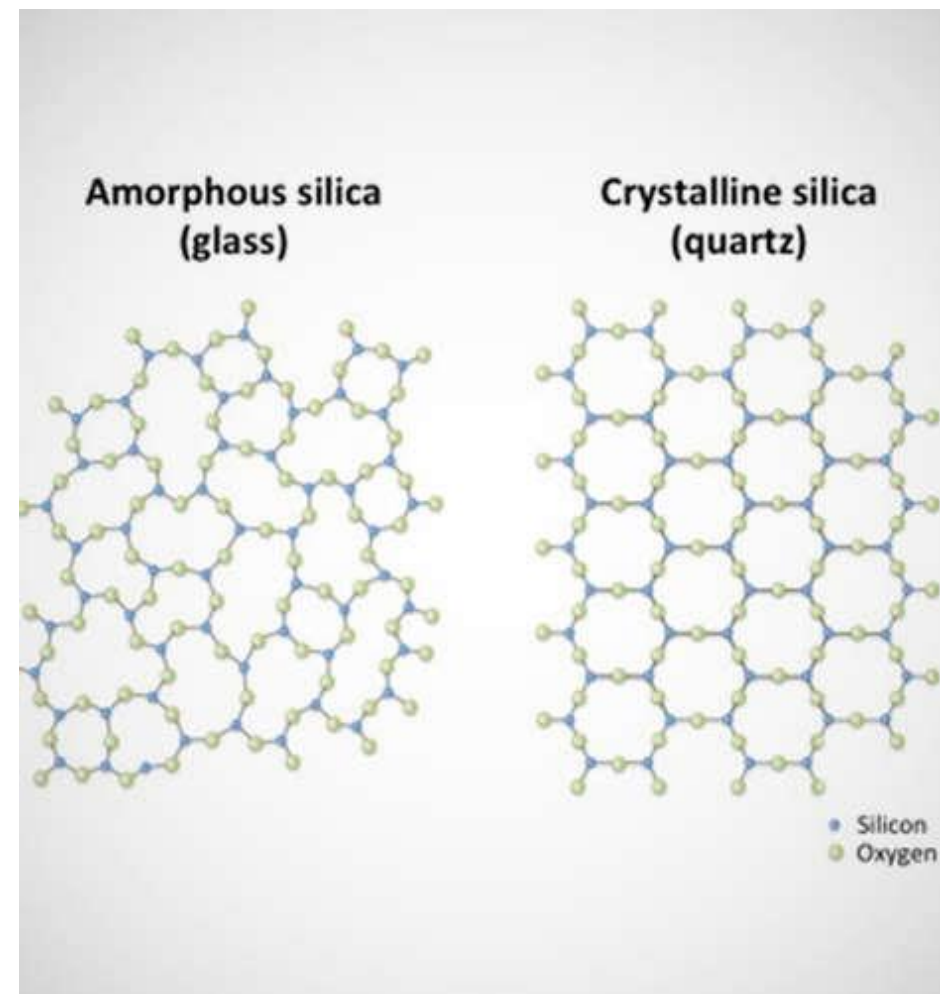
30.10.2025.

Silīcija dioksīda veidi un to atšķirības

- **Kristāliskais silīcija dioksīds** ir sastopams tādās nozarēs kā kalnrūpniecība, būvniecība, metalurģija un keramika.
- **Amorfais silīcija dioksīds** tiek izmantots pārtikas piedevās, farmācijā, kosmētikā, gumijas izstrādājumos un izolācijas materiālos.



Īpašība	Kristāliskais silīcija dioksīds	Amorfais silīcija dioksīds
Struktūra	Sakārtota (kristāliska)	Nesakārtota (nekristāliska)
Izplatītākās formas	Kvarcs, kristobalīts, tridimīts	Diatomītiskā zeme, silikagels, dūmu silīcija dioksīds
Šķīdība	Ļoti zema	Augstāka nekā kristāliskajam silīcija dioksīdam
Stabilitāte	Termodinamiski stabils	Mazāk stabils, var kristalizēties, ja tiek karsēts



Silīcija dioksīda veidi un to atšķirības

■ **Kristāliskā silīcija dioksīda (RCS)** daļiņu ieelpošana (g.k. respirablas frakcijas) var izraisīt:

- » Silikozi (progresējoša, neatgriezeniska plaušu slimība, pneimokoniozes paveids)
- » Hronisku bronhītu
- » Hronisku obstruktīvu plaušu slimību (HOPS)
- » Nieru bojājums (glomerulonefrīts)?
- » Plaušu vēzi (PVO Starptautiskā vēža izpētes aģentūra – IARC – klasificē kā 1. grupas kancerogēnu)

■ **Amorfais silīcija dioksīds** tiek uzskatīts par **mazāk toksisku**, jo tas vieglāk izdalās no plaušām. Tomēr ilgstoša vai augsta līmeņa iedarbība var izraisīt **vieglu elpceļu kairinājumu**, un **karsējot amorfo silīcija dioksīdu, tas var daļēji kristalizēties**, palielinot tā toksicitāti.

Kristāliskais SiO₂ organismā

- Pieder pie fibrogēniem putekļiem, t.i. provocēt organismā saistaudu šķiedru veidošanos.
- Daļiņas ir ūdenī nešķīstošas, ķīmiski inertas, tāpēc organismam ir grūti tās sadalīt un izvadīt.
- Ir tieksme uzkrāties plaušu audos.
- Jo daļiņa ir mazāka, jo dziļāk plaušās tā nonāk un jo grūtāk to izvadīt.
- Lielāka izmēra putekļi izraisa augšējo elpceļu un bronhu iekaisumus.
- Mazāka izmēra putekļi (respirabla frakcija <4μm) nonāk līdz pat alveolām, var nokļūt arī asinsritē.

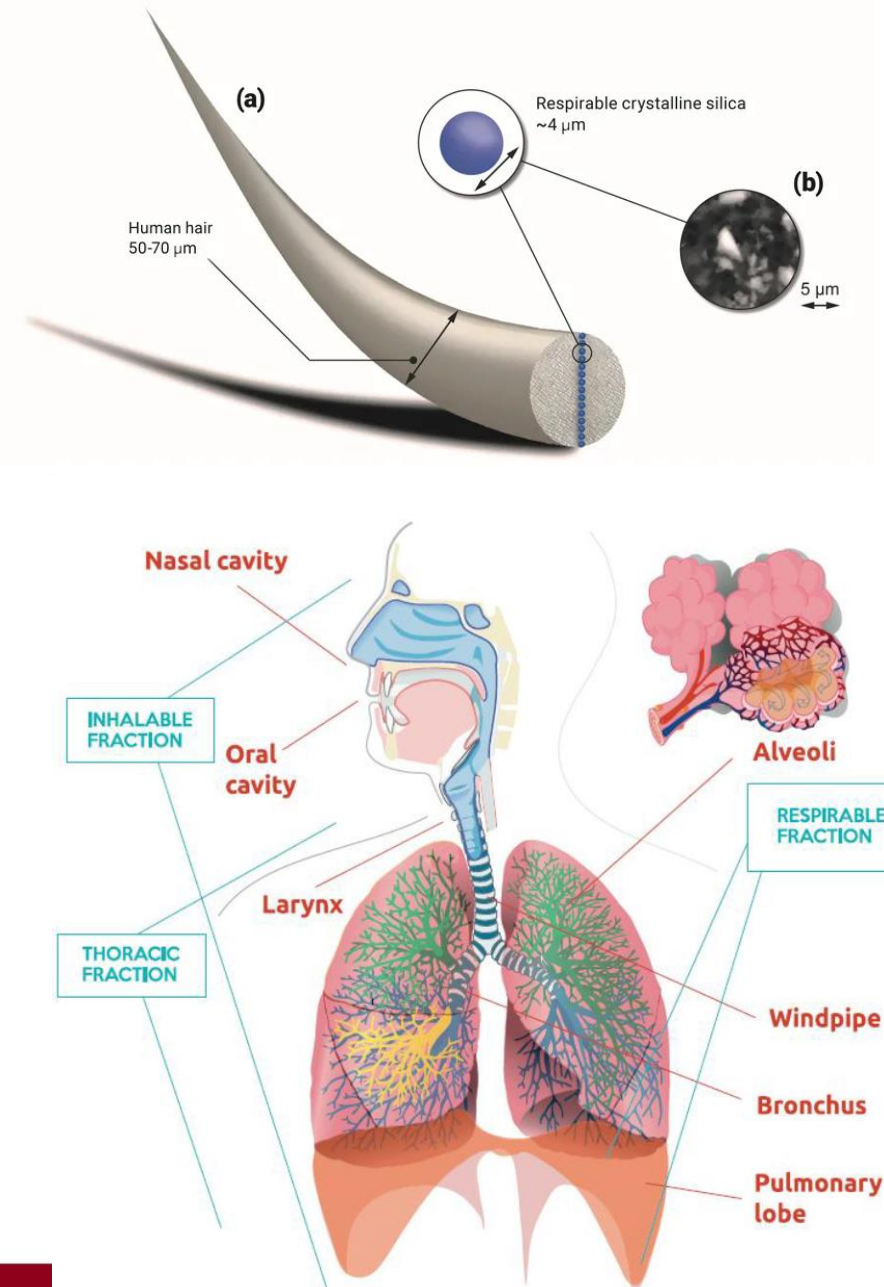
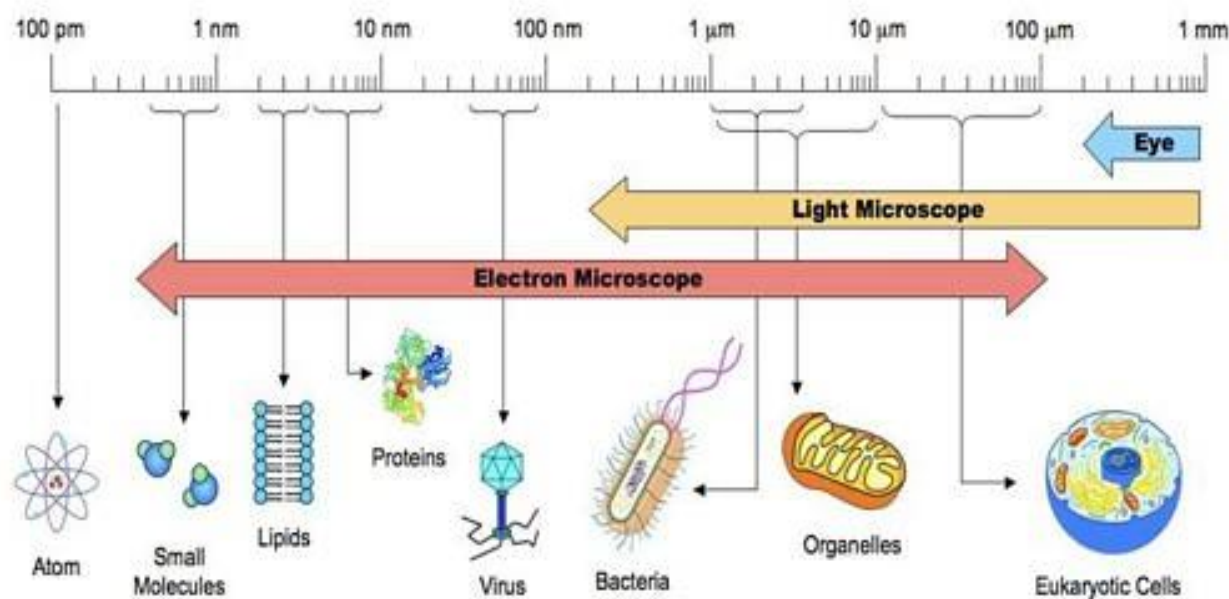
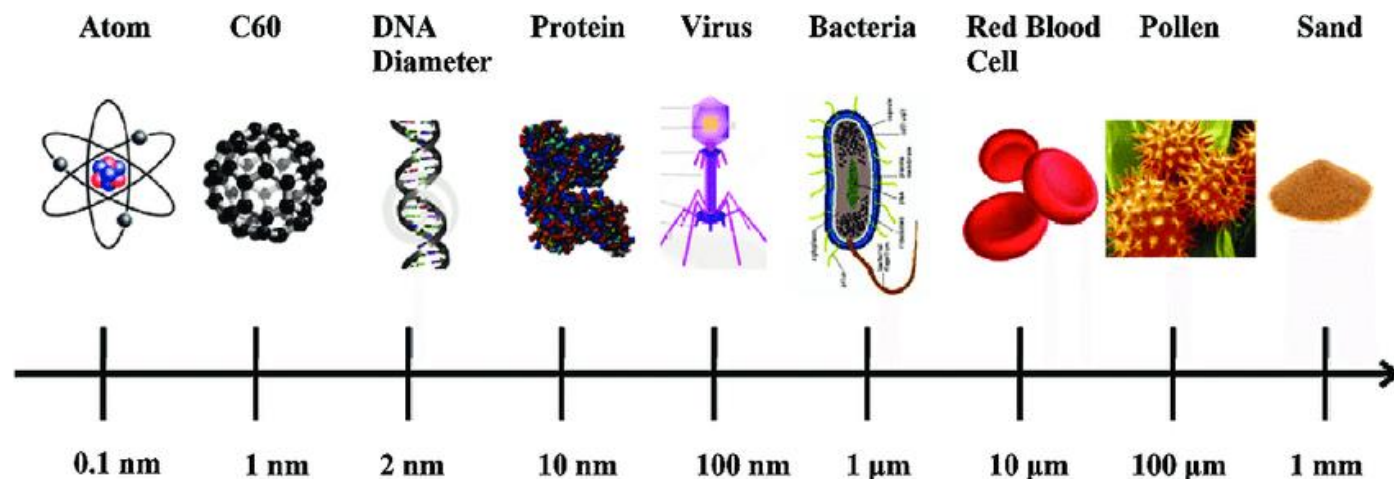


Image 1: Respirable fraction of crystalline silica in the human respiratory system.

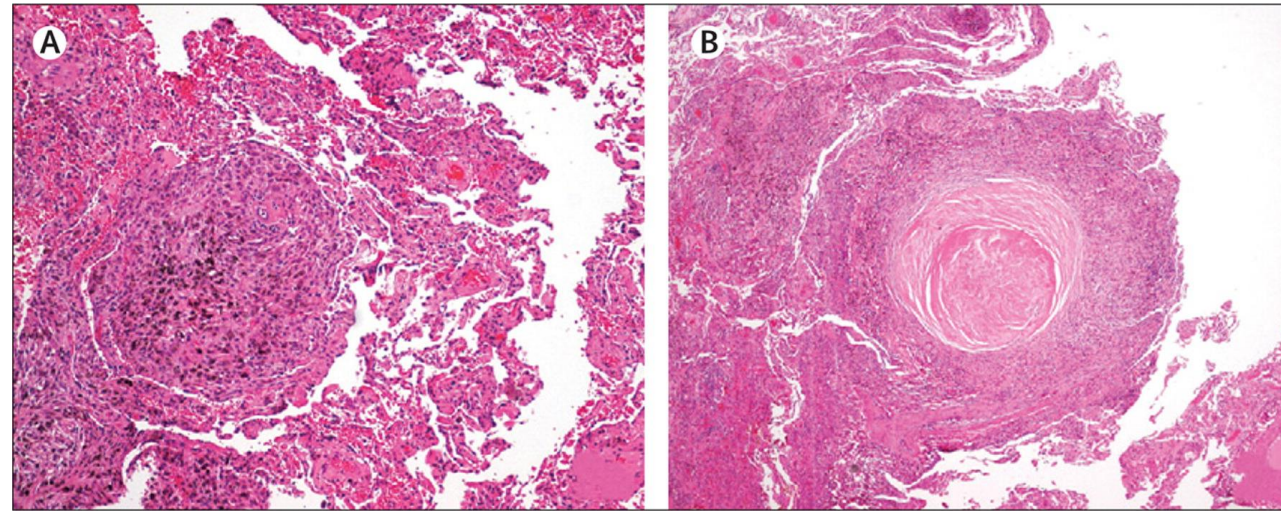


The size of a
typical
nanoparticle is...

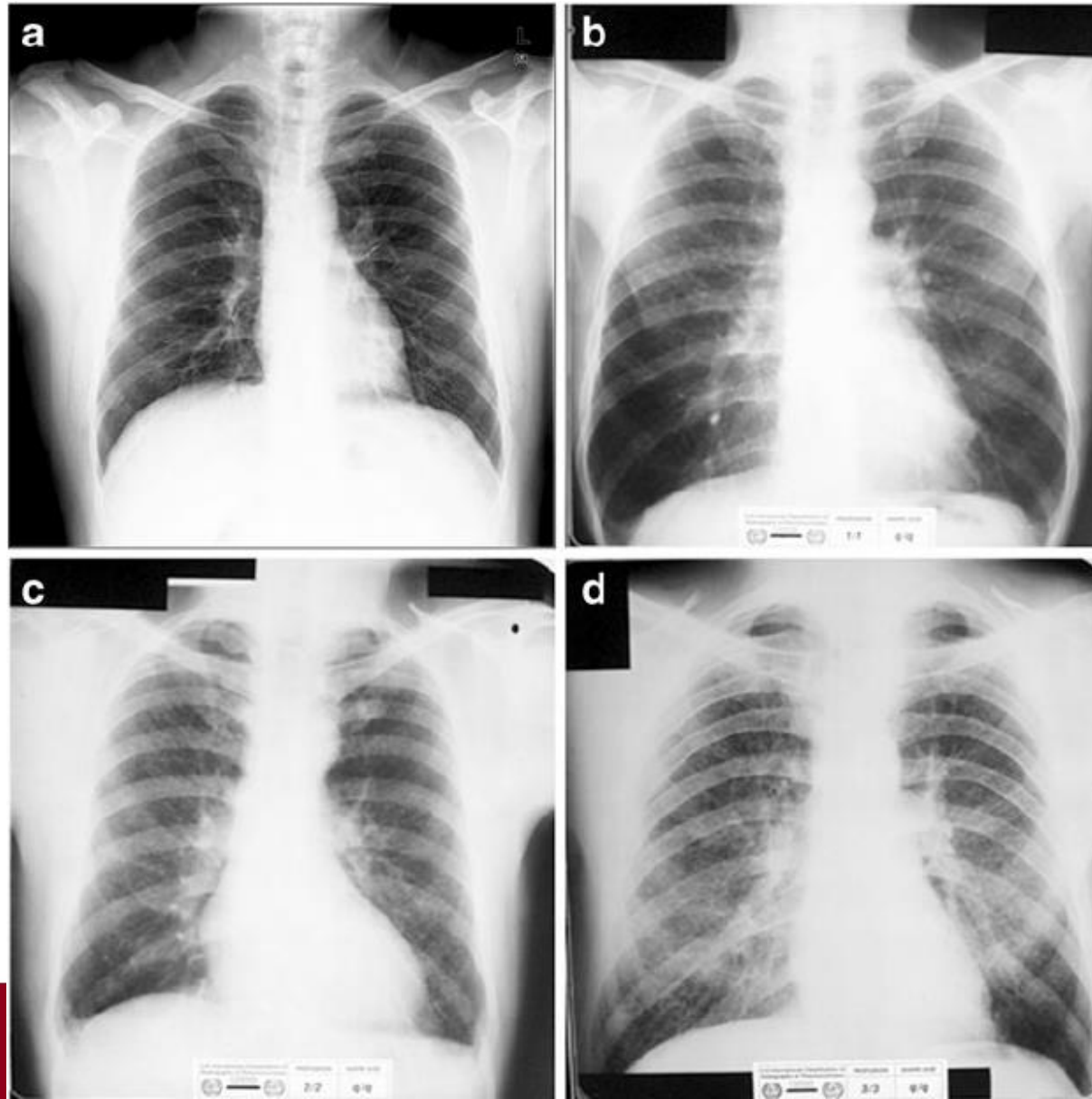
...to a football as a
football is...

...to the earth

Silikoze



Plaušu rentgenogrāfiskas izmaiņas silikozes gadījumā



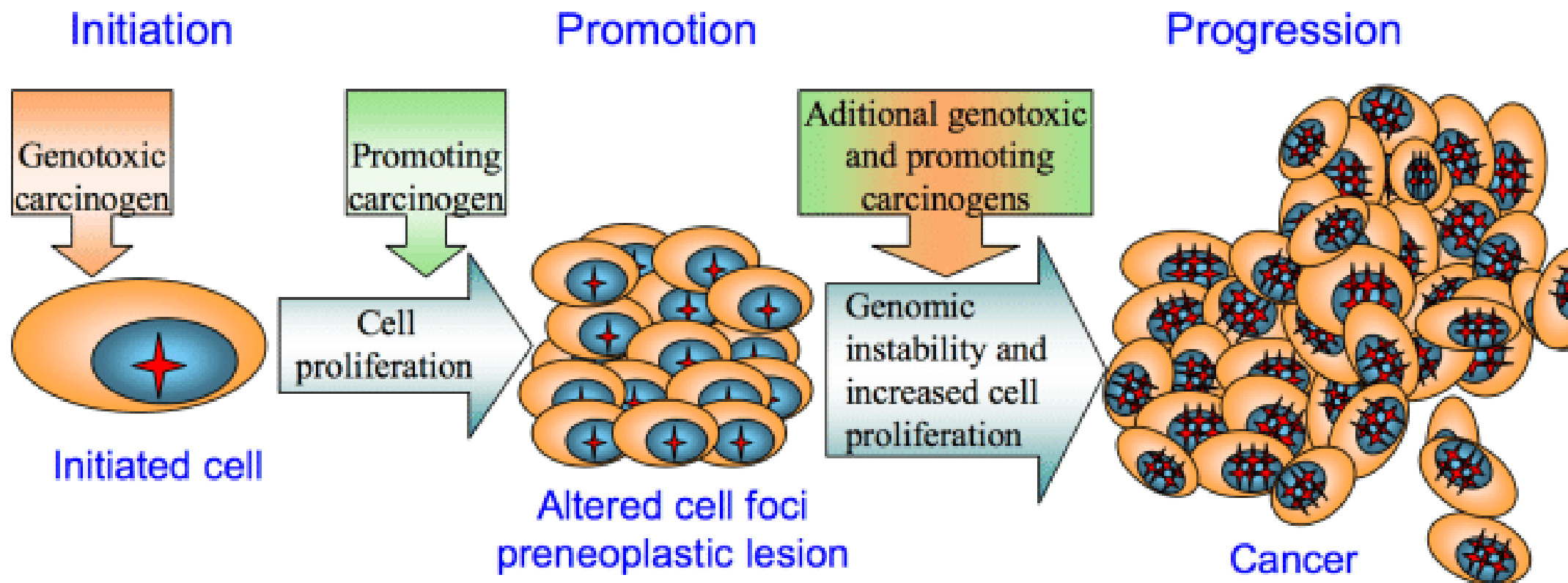
Silikozes klīniskās pazīmes

- Attīstās ļoti lēni (>20 gadu smaga ekspozīcija)
- Sākotnēji bez simptomiem (obligātās veselības pārbaudes ar plaušu Rtg!!!)
- Elpas trūkums pie fiziskās slodzes
- Sauss klepus
- Nogurums, diskomforta sajūta krūtīs
- Progresējot, elpas trūkums arī miera stāvoklī, sirds mazspēja, tūskas, perifērisko ķermeņa daļu zilgana nokrāsa (skābekļa bads)
- Elpceļu infekciju bieži paasinājumi
- Var komplikēties ar plaušu tuberkulozi un plaušu vēzi

Kancerogēnu klasifikācija

<i>Group</i>	<i>Carcinogenic classification</i>	<i>Number of agents</i>	<i>Some examples of soil contaminants</i>
<i>Group 1</i>	Carcinogenic to humans	120 agents	Asbestos, arsenic, cadmium, hexavalent chromium, nickel compounds, PCBs, radon
<i>Group 2A</i>	Probably carcinogenic to humans	88 agents	Glyphosate, inorganic lead compounds
<i>Group 2B</i>	Possibly carcinogenic to humans	313 agents	Methylmercury compounds, phthalates
<i>Group 3</i>	Not classifiable as to its carcinogenicity to humans	499 agents	Chromium (III) compounds

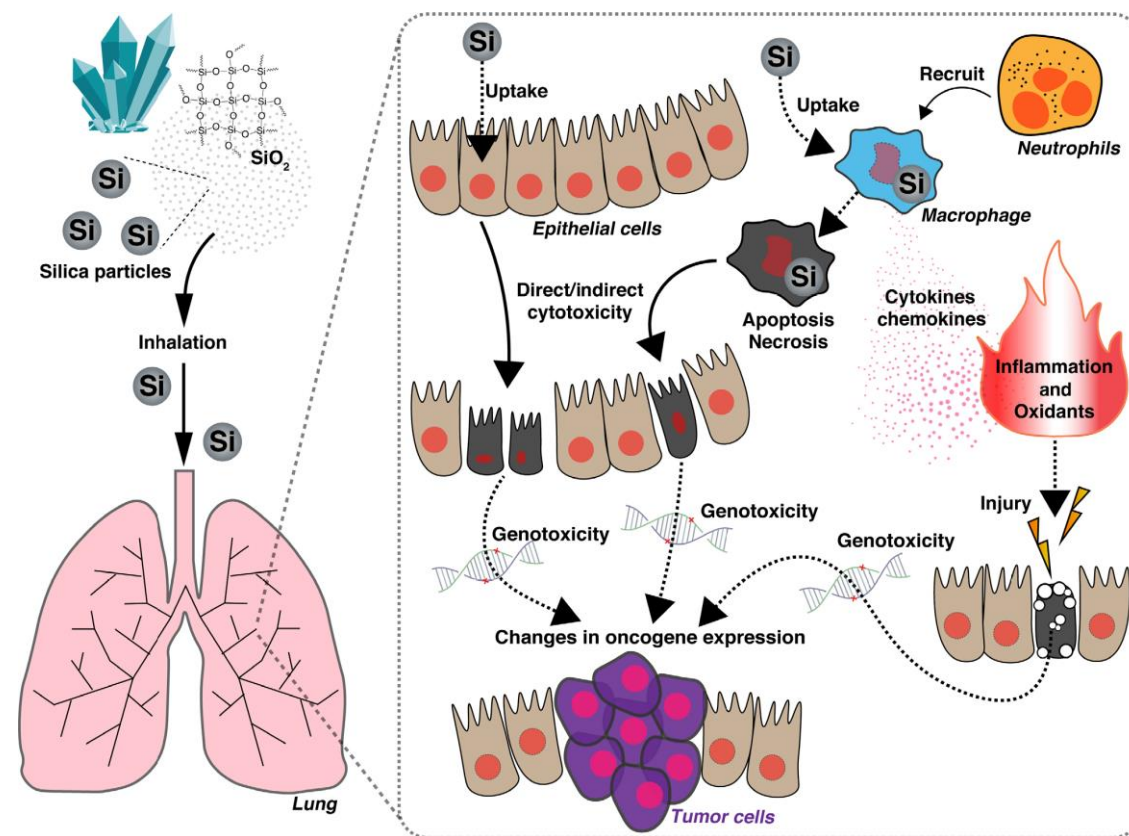
Kanceroģenēze – ļaundabīgo audzēju attīstības mehānisms



Kristāliskā SiO₂ kancerogenitātes mehānisms

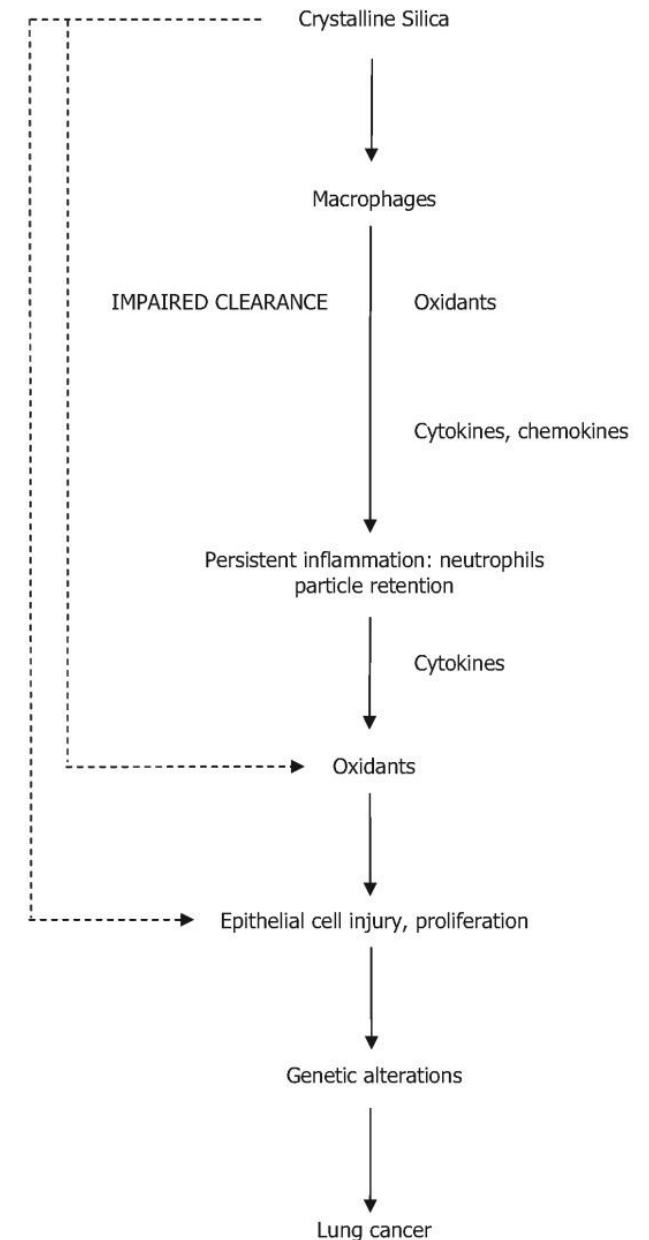
■ 3 mehānismi:

- » SiO₂ traucē alveolāro makrofāgu mediētu daļiņu izvadīšanu, tādējādi palielinot silīcija aizturēšanos plaušās. Tas izraisa makrofāgu aktivāciju un pastāvīgu bioloģiski aktīvo vielu izdalīšanos.
- » Otrkārt, ārpusšūnu brīvo radikāļu veidošanās samazina antioksidantu daudzumu un izraisa epitēlija šūnu bojājumus, kam seko epitēlija šūnu proliferācija.
- » Treškārt, kristāliskā silīcija daļiņas tiek uzņemtas epitēlija šūnās, kam seko brīvo radikāļu veidošanās šūnu iekšienē, kas tieši izraisa genotoksicitāti.



Kristāliskā SiO₂ izraisītā kancerogenitāte

- Darbinieku ekspozīcija ieelpojamām kristāliskā silīcija daļiņām ir saistīta ar paaugstinātu **plaušu vēža** sastopamību.
- Lielāks risks novērots pētījumos par karjeru un granīta strādniekiem, kā arī darbiniekiem, kas iesaistīti keramikas, podniecības, ugunsizturīgo ķieģeļu un noteiktās zemes rūpniecības nozarēs.
- Cilvēkiem vēža risks ir saistīts ar ekspozīciju respirabliem kvarca un kristobalīta putekļiem, bet ne ar amorfo silīcija dioksīdu.



Kristāliskā SiO₂ izraisītā kancerogenitāte

- Kopējais relatīvais risks ir aptuveni 1,3 līdz 1,5,
 - » Lielāks risks tiem, kam lielāka ekspozīcija vai ilgāks laiks kopš pirmās ekspozīcijas.
- Ja darbiniekam attīstās silikoze, kas ir indikators silīcija putekļu iedarbībai, tad plaušu vēža relatīvais risks no 2,0 līdz 4,0.
- Cilvēkiem, kas pakļauti vēl citu kancerogēnu iedarbībai (smēķēšana, azbests, radons u.c.) risks plaušu vēža attīstībai vairākkārtīgi pieaug.



Kristāliskā SiO₂ izraisītie ļaundabīgie audzēji

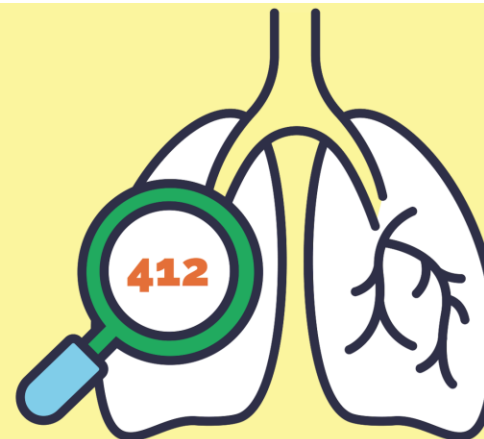
■ Plaušu vēzis:

- » Pastāvīgs klepus – sākumā sauss, vēlāk ar krēpām
- » Asiņu piejaukums krēpām (hemoptīze)
- » Elpas trūkums (dispnoja) – sākumā fiziskas slodzes laikā, vēlāk miera stāvoklī
- » Sāpes krūtīs vai plecos
- » Balss aizsmakums (n. recurrens bojājums)
- » Neizskaidrojams svara zudums
- » Nogurums, nespēks, apetītes zudums
- » Atkārtotas elpceļu infekcijas vai pneimonijas
- » Pietūkums sejā un kaklā (vena cava superior sindroms)
- » Sāpes kaulos vai metastāžu simptomi

Austrālijas pētījuma dati

National data

Between 2010-11 and 2019-20 there were 412 accepted workers' compensation claims for silicosis across Australia.



SWA 2022, [Public comment sought on options for managing workplace exposure to silica dust](#)



584,050 exposed

**83,090-130,860
silicosis cases**

**10,390
lung cancers**

A recent Australian study suggests a significant increase in levels of exposure, with approximately 584,050 Australian workers currently exposed to respirable crystalline silica (RCS).

The study also expects that between 83,090 and 103,860 silicosis cases and 10,390 lung cancers will result from current RCS exposure.

Curtin University 2022, [The future burden of lung cancer and silicosis from occupational silica exposure in Australia: A preliminary analysis](#)

Ekspozīcijas un iedarbības uz darbiniekiem monitorēšana

- Specifisko ekspozīcijas biomarkieru nav
- SiO₂ koncentrācijas mērījumi darba vides gaisā!!!
- Regulāras obligātās veselības pārbaudes!!!

1. pielikums
Ministru kabineta
2009.gada 10.marta
noteikumiem Nr. 219

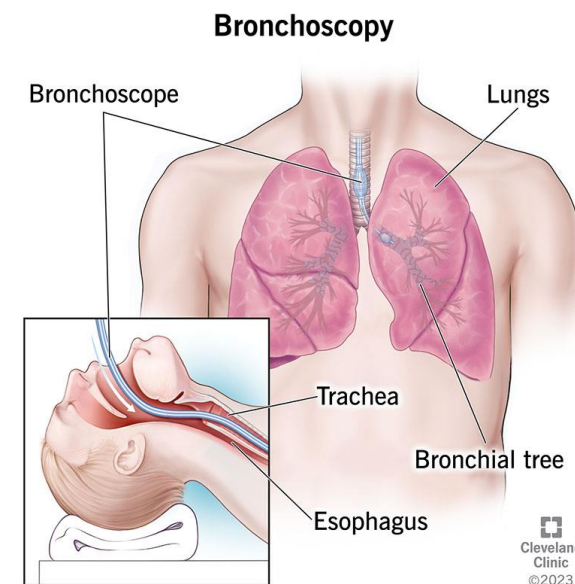
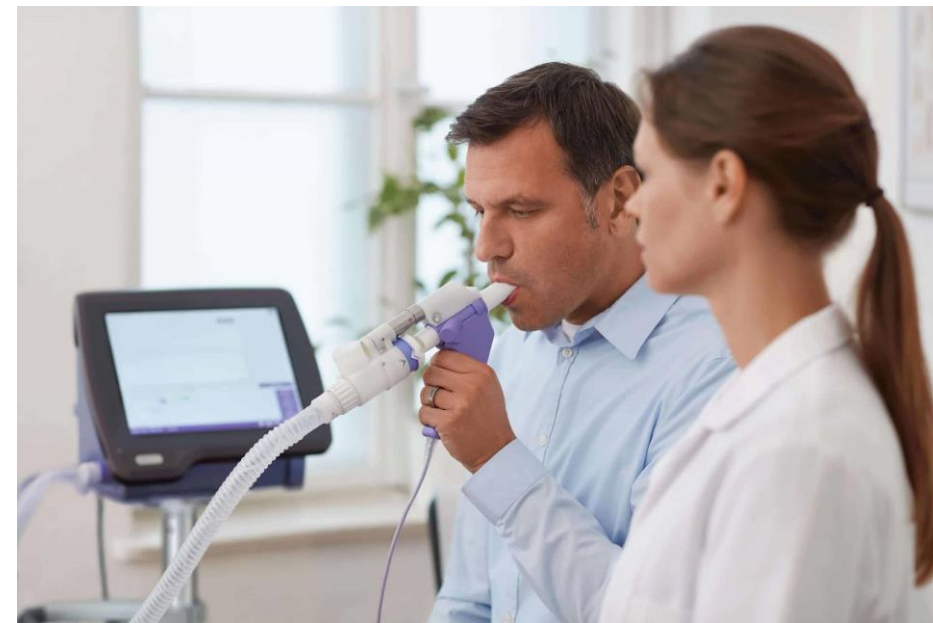
Veselībai kaitīgie darba vides faktori

(Pielikums MK 03.05.2022. noteikumu Nr. 268 redakcijā)

Nr. p. k.	Kaitīgie darba vides faktori	Piezīmes	Ārstu speciālistu apskates		Laboratoriskie un funkcionālie izmeklējumi		
			obligāti nepieciešamās speciālistu apskates	papildus nepieciešamās speciālistu apskates	pirmreizējā veselības pārbaude	periodiskā veselības pārbaude	ķīmiskās vielas noteikšana bioloģiskā vidē (veic atbilstoši nepieciešamībai, ja iespējams noteikt un novērtēt)
1	2	3	4	5	6	7	8
2.7.	Silīcija dioksīdu un silikātus saturošie putekļi						
2.7.1.	Silīcija dioksīdu saturošie putekļi		arodslimību ārsts, otorinolaringologs	dermatologs, oftalmologs	KAA, ĀEF, Rtg plaušām	KAA, ĀEF	-
2.7.2.	Silikātus saturošie putekļi, tai skaitā stikla šķiedras, stikla un akmens vates putekļi, izņemot azbestu		arodslimību ārsts, otorinolaringologs	dermatologs, oftalmologs	KAA, ĀEF, Rtg plaušām	KAA, ĀEF	-

Diagnostika

- Uzmanība tiek pievērsta elpošanas sistēmas stāvoklim.
- **Pulmonologa konsultācija** ar specifisku izmeklēšanu:
 - » Plaušu rentgenogrāfija
 - » Kompjūtertomogrāfija
 - » Elpošanas funkcijas novērtēšana (spirometrija)
 - » Bronhoskopija u.c.
 - » Auskultācijā var neatklāt izmaiņas!!!
- Gala diagnozes apstiprinājums par ļaundabīgo audzēju pēc veidojuma biopsijas.
- Onkologa konsultācija
- Arodslimību ārsta konsultācija (ekspozīcijas novērtējumam)



Profilakse

- Pēc iespējas samazināt kontaktu ar kristālisko silīcija dioksīdu saturošiem materiāliem (putekļiem), izolēt putekļainus darbus vai mazināt putekļu klātbūtni darba vidē
- Ja tomēr nav iespējams izvairīties no ekspozīcijas:
 - » maksimāli ievērot darba drošības pasākumus
 - » uzlabot ventilāciju
 - » izmantot atbilstošus individuālās aizsardzības līdzekļus (pamatā elpceļiem)
 - » kontrolēt ekspozīciju citiem kancerogēniem, jo iedarbojoties vairākiem kancerogēniem vienlaicīgi (smēķēšana, azbests, radons u.c.), risks vairākkārt pieaug
 - » nodrošināt regulāras obligātās veselības pārbaudes!!!
 - » izglītot darbiniekus