

TOP 5 kancerogēni Eiropā

BENZOLS

Bioloģiskā iedarbība uz strādājošajiem

Jeļena Reste, *Dr. med.*

arodveselības un arodslimību ārste
asoc. profesore, vad. pētniece



RĪGAS STRADIŅA
UNIVERSITĀTE

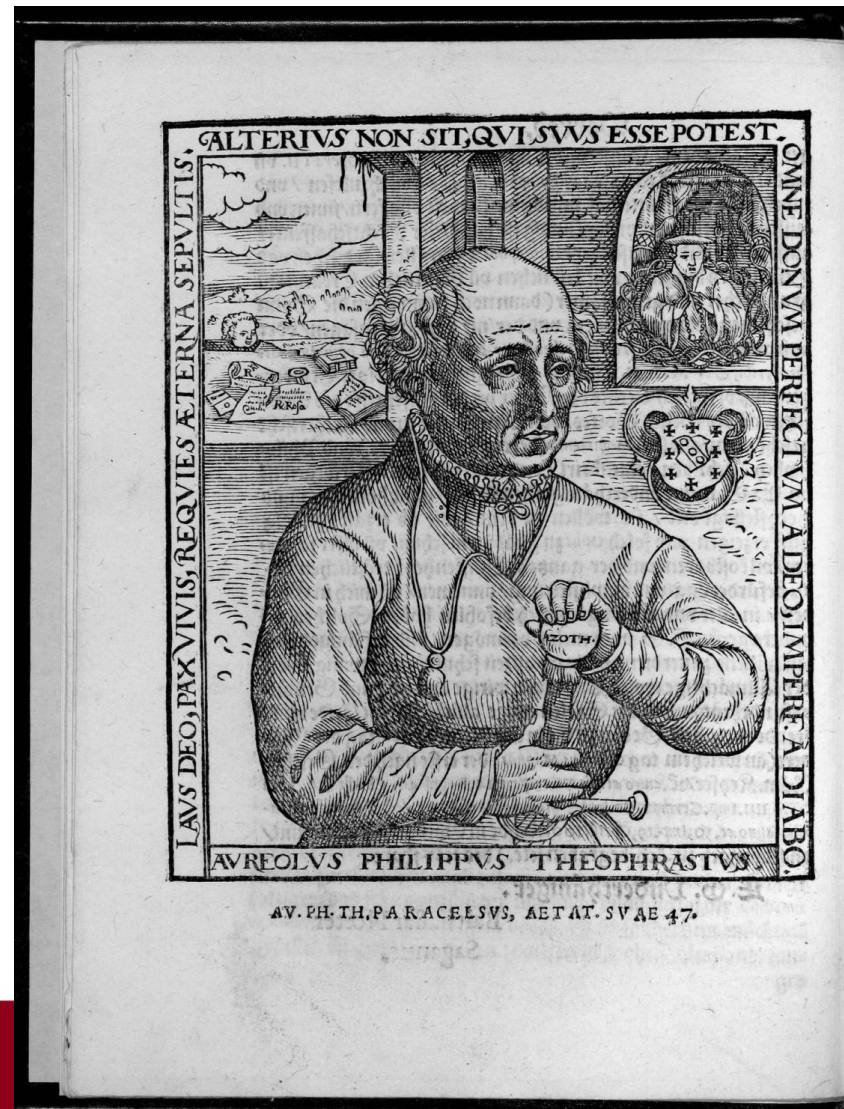
VITA BREVIS ARS LONGA

16.10.2025.

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

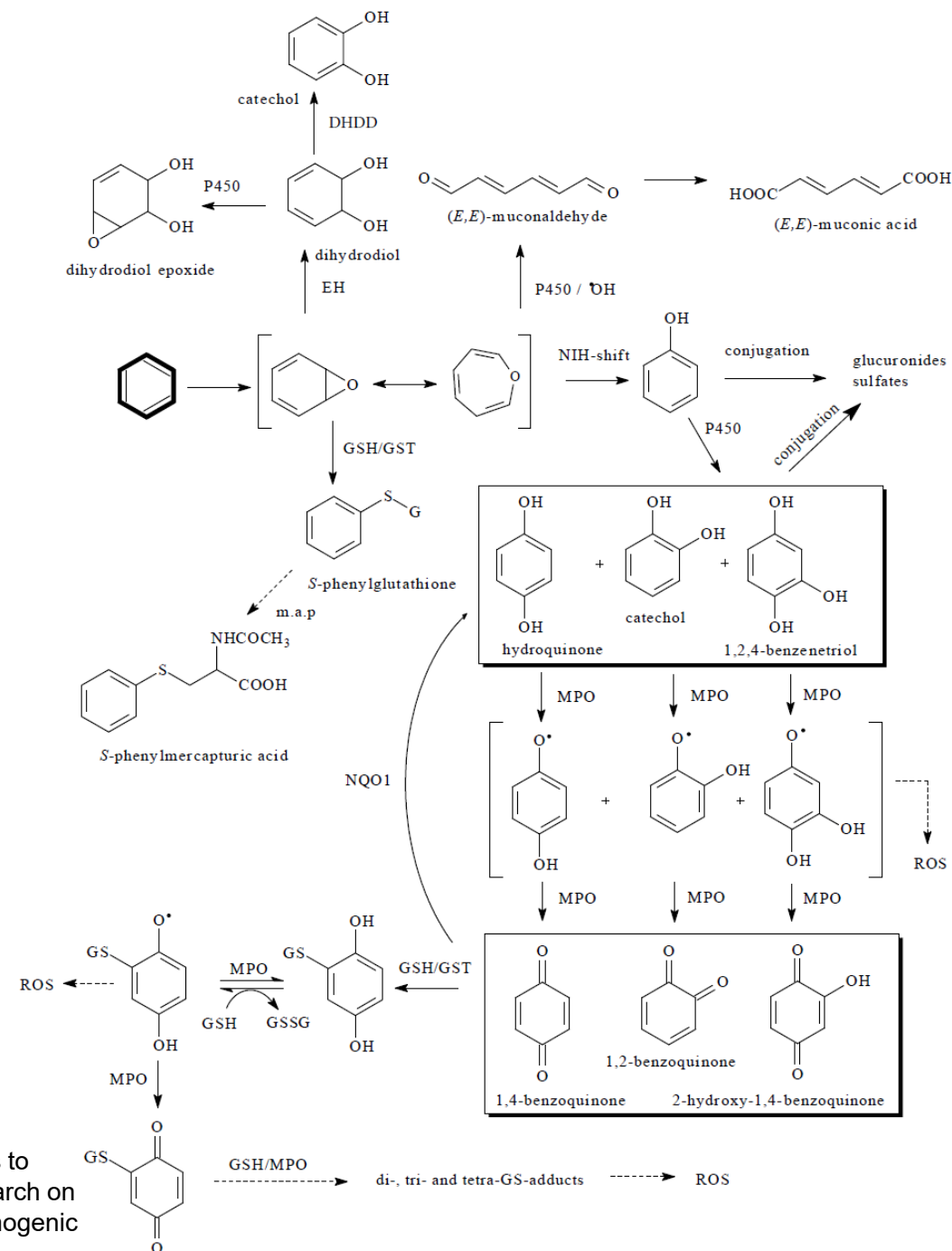
Sola dosis facit venenum

Deva nosaka indi



Benzola vielmaiņa organismā

- Benzols labi uzsūcas organismā caur plaušām (47–52%), ādu (0.4 mg/cm² stundā) un gremošanas traktu.
- Ātri tiek iznēsāts ar asinīm pa visu organismu, it īpaši uz orgāniem, kas satur taukus (smadzenes, aknas, nieres, kaulu smadzenes).
- Aknās, plaušās un kaulu smadzenēs tiek pārveidots (t.sk. ar CYP450 enzīma palīdzību) agresīvajos ūdenī šķīstošajos un elektrofīlajos produktos, kas veido brīvos radikāļus un bojā DNS.
- Tiek izvadīts no organisma caur nierēm ar urīnu un caur plaušām ar izelpojamo gaisu.



Benzola izraisītie veselības efekti

■ Lielās devās akūta iedarbība:

» «Akūts šķīdinātāju sindroms» - akūta saindēšanās

■ Mazākās devās ilgstoša iedarbība

» Hroniska iedarbība → hronisks mērķa orgānu bojājums (centrālās un perifēriskās nervu sistēmas bojājums, aknu bojājums, iedarbība uz kaulu smadzenēm):

- toksiska encefalopātija
- toksiska polineuropātija
- aplastiska anēmija (mazasinība) – no devas atkarīga ietekme
- toksisks hepatīts (parasti kopā ar citiem organiskiem šķīdinātājiem)

■ Pat minimālās devās vēža attīstības risks (akūta mieloleikoze, hroniska mieloleikoze?, ne-Hodžkina limfoma)

«Akūts šķīdinātāju sindroms» jeb akūta saindēšanās ar organiskajiem šķīdinātājiem

- Izpaužas akūti pie benzola (vai cita organiskā šķīdinātāja) iedarbības augstā koncentrācijā.
- Iedarbības smagums ir atkarīgs no saņemtās devas.
- Narkotisks efekts
- Galvassāpes, reibonis, apjukums, sajūta kā «piedzeris» → ja ekspozīcija turpinās → koma un nāve
- Paralēli var būt arī elpceļu, acu gļotādu, ādas kairinājums.
- Stāvoklis ir atgriezenisks, ja savlaicīgi apturēt ķīmiskās vielas iedarbību un sniegt palīdzību.
- Taču pie atkārtotas iedarbības var būt pazemināta tolerance (t.i., mazākas devas izraisīs saindēšanos).

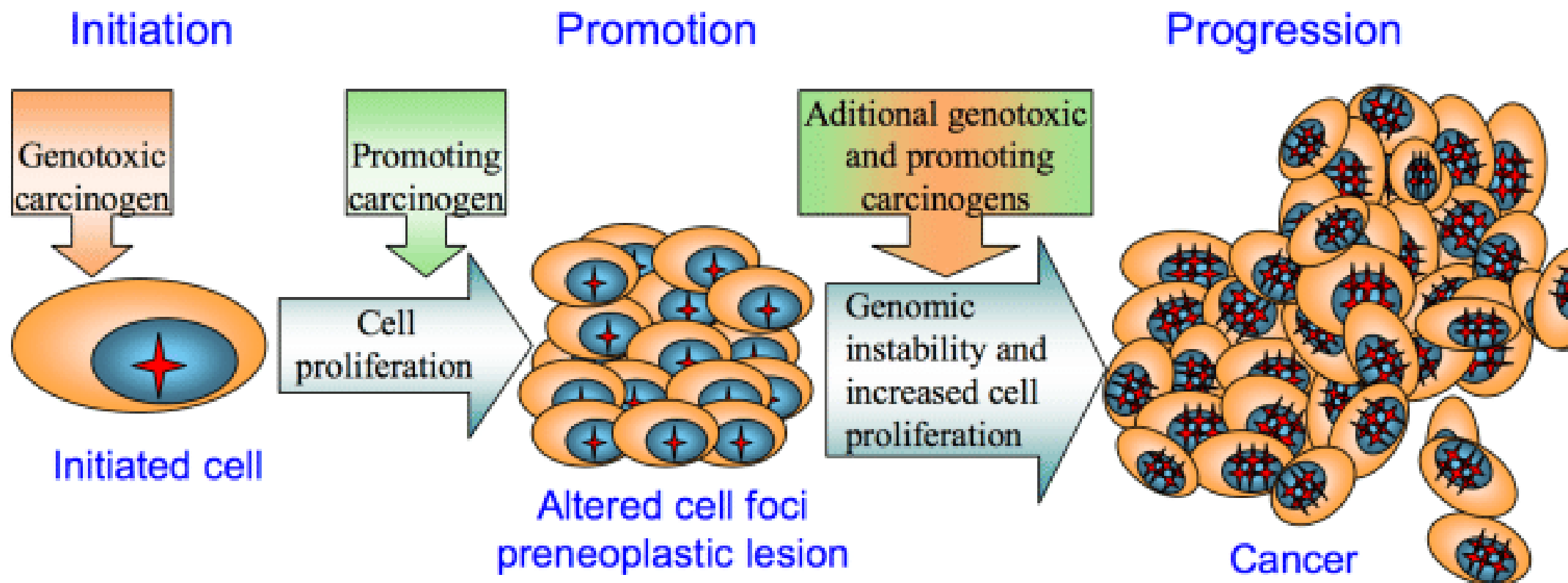
Hroniskas iedarbības izpausmes

- Pancitopēnija – asins šūnu iztrūkums asinīs (ļoti specifiski benzolam) – var būt nāvējoši
- Parasti benzols darbojas kopā ar citiem organiskiem šķīdinātājiem
- Cieš galvas smadzenes → neiropsihiatriskie stāvokļi
- Atmiņas pasliktināšanās, koncentrēšanās grūtības, viegla aizkaitināmība, agresivitāte, depresija, nogurums, galvas reiboņi, miega traucējumi, sirdsklauves, pastiprināta svīšana, galvassāpes u.c.
- Perifēriskā nervus sistēma → polineiopātija (roku un kāju pirkstu tirpšana, slikta jušana, adatiņu sajūta, vājums rokās un kājās)
- Var būt skartas arī aknas un nieres; sirds ritma traucējumi; ietekme uz reproduktīvu sistēmu (grūtnieces!!!)
- Jo lielāka ekspozīcija, jo smagākas izpausmes

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

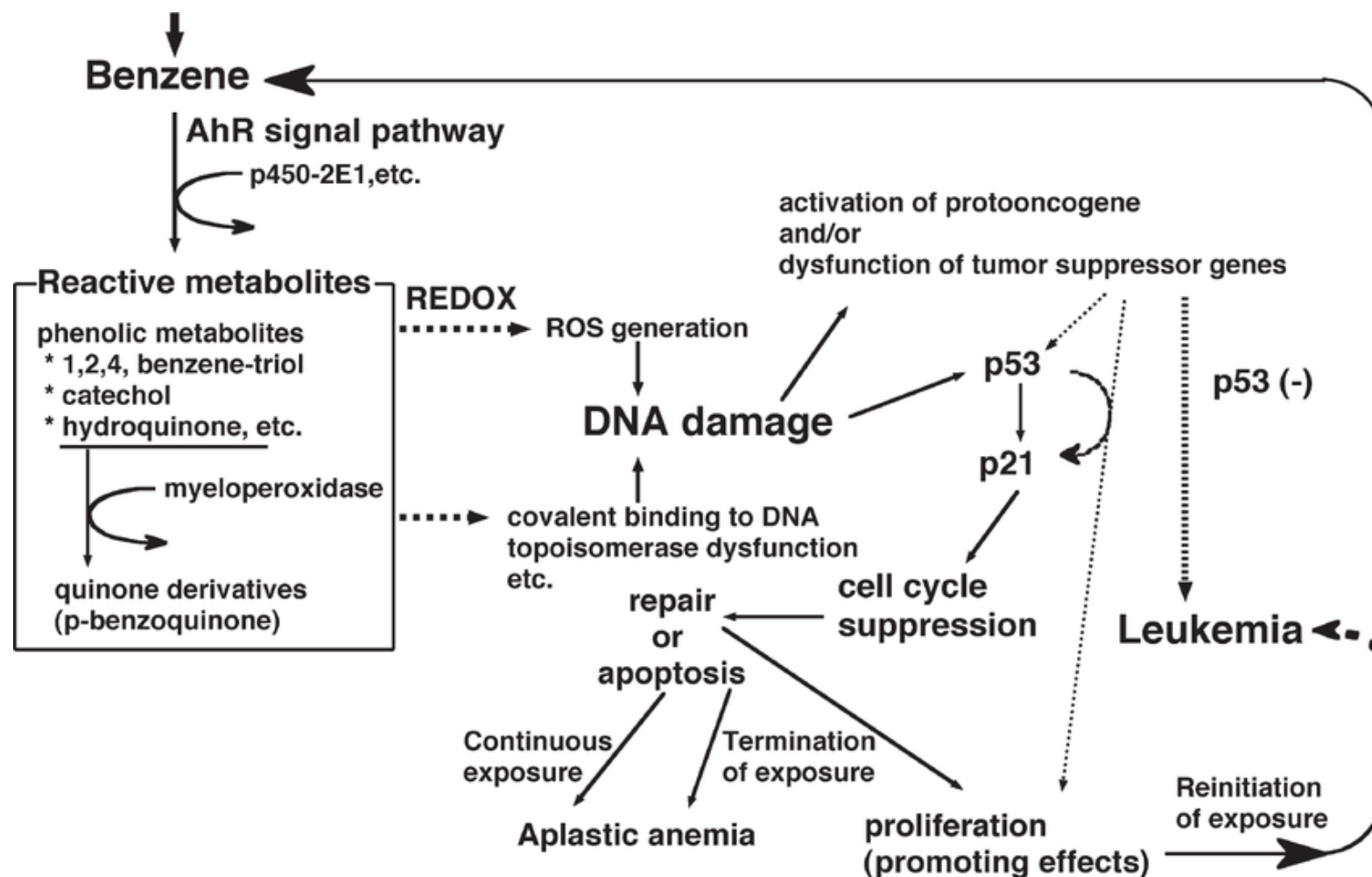
Kanceroģenēze – ļaundabīgo audzēju attīstības mehānisms



Benzola kancerogenitātes mehānisms

■ Benzolam piemīt sekojošas kancerogēnas īpašības:

- » elektrofilī benzola vielmaiņas produkti izraisa brīvo radikāļu veidošanos un DNS oksidatīvo bojājumu
- » genotoksicitāte, bojājot DNS un izraisot hromosomu pārmaiņas
- » novājina imūno atbildi
- » izraisa toksicitāti asins šūnām

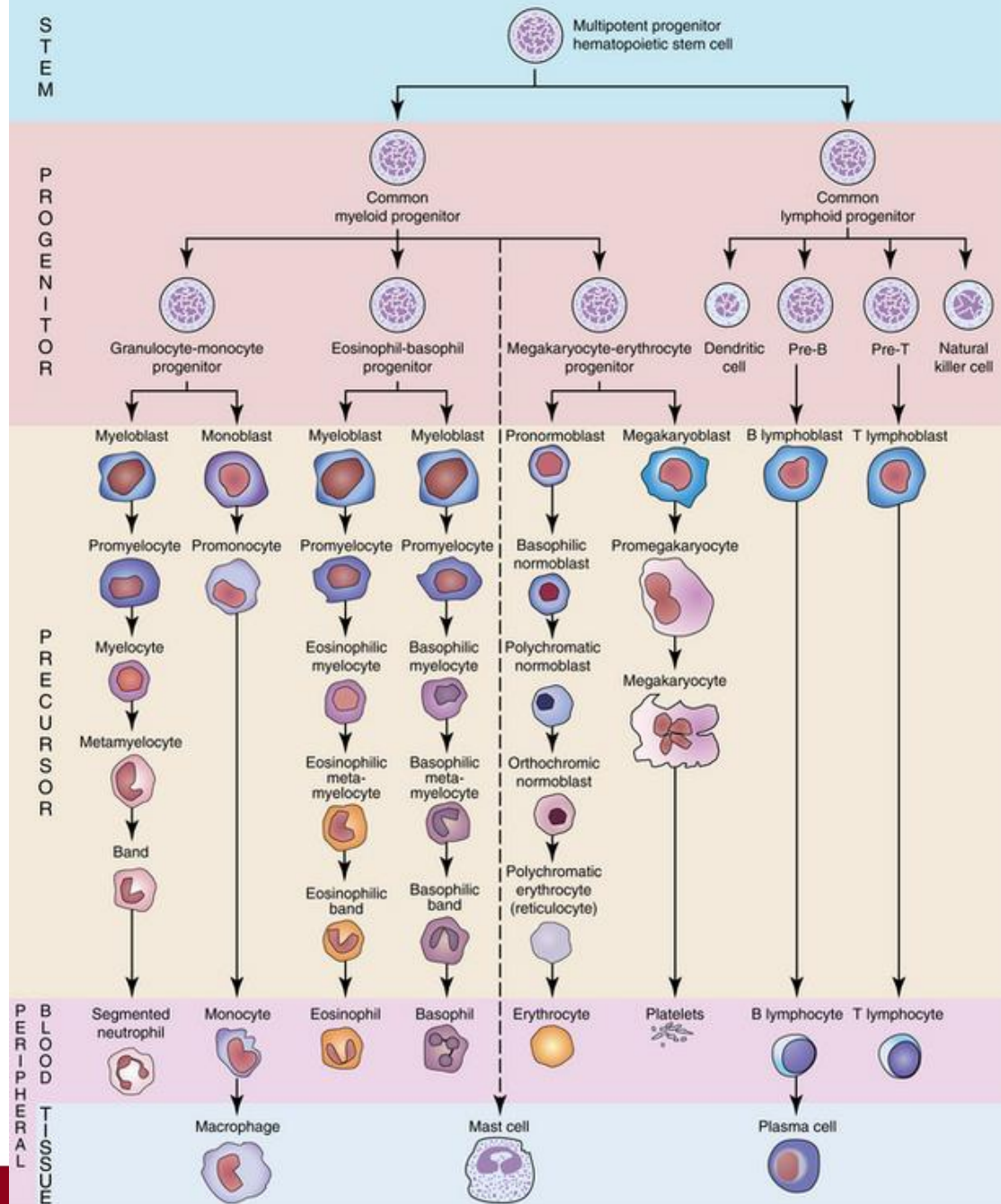
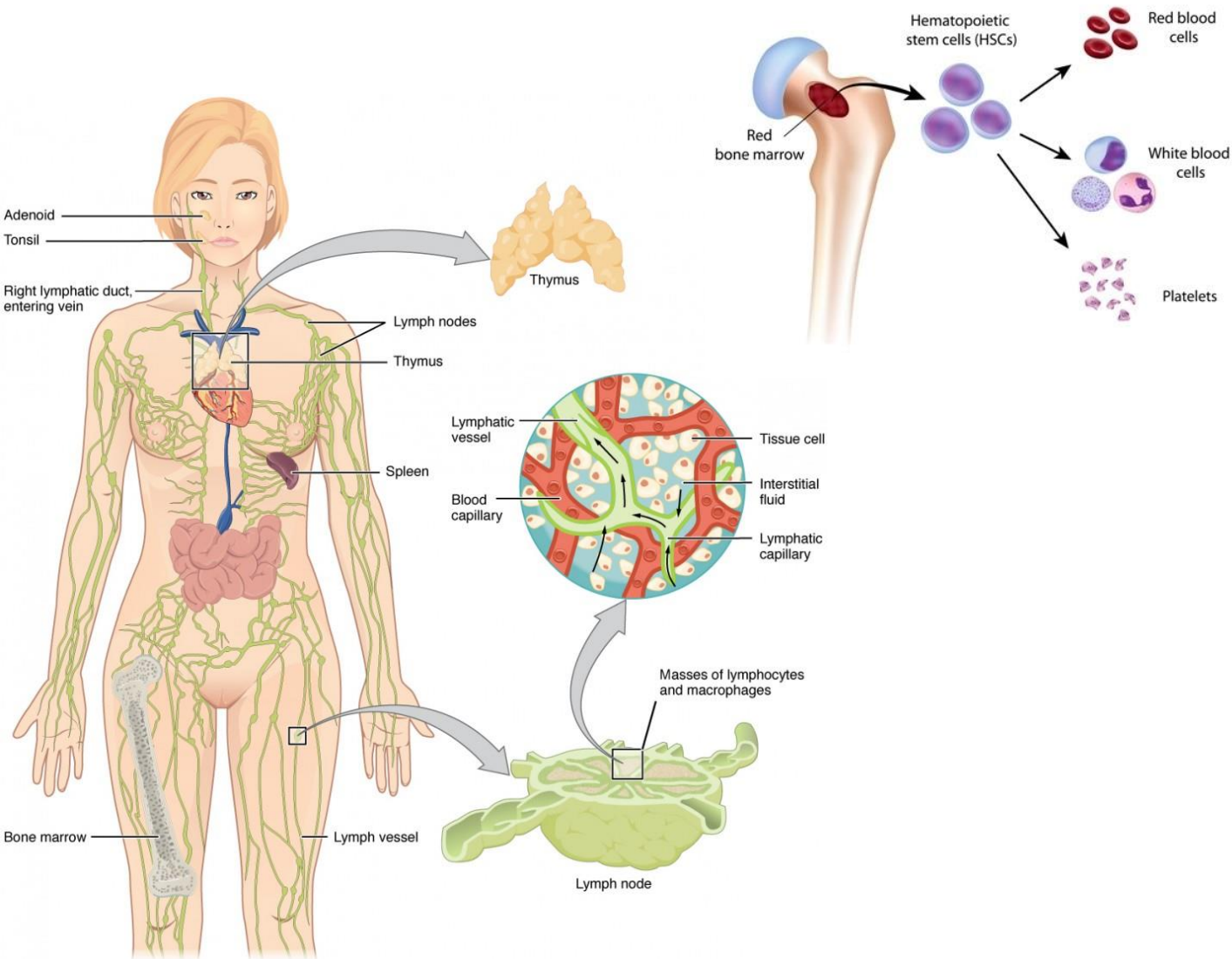


Benzola izraisītie ļaundabīgie audzēji

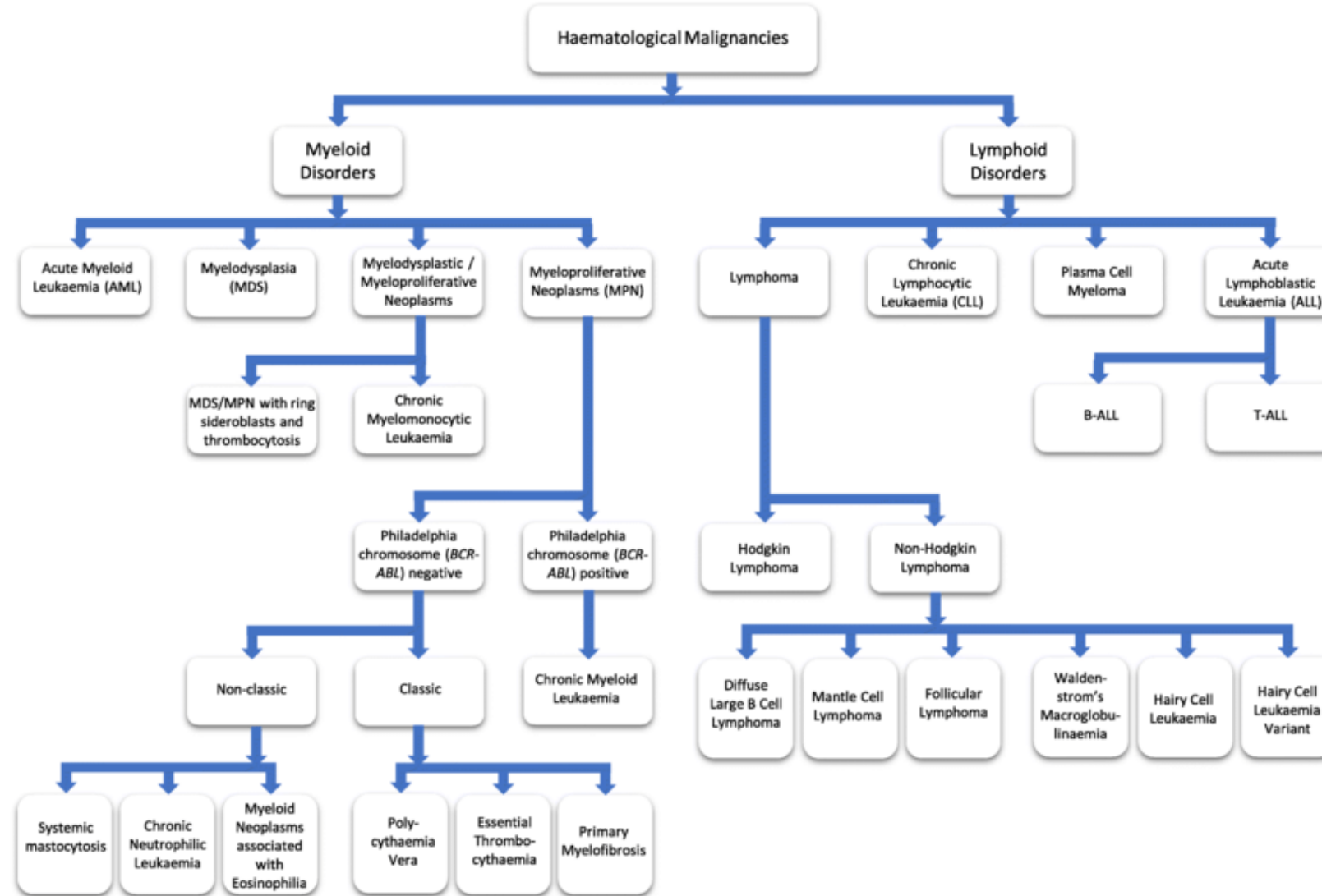
- Galvenokārt skar kaulu smadzenes.
- Pie ekspozīcijas 1 ppm benzola risks attīstīties leikozei dzīves laikā ir $7,1 \times 10^{-3}$ līdz $2,5 \times 10^{-2}$
- Jo lielāka ekspozīcija, jo lielāks risks attīstīties ļaundabīgajam audzējam.
- Taču droša minimāla limita ekspozīcijai nav. Pat nelielas devas var provocēt ļaundabīga audzēja attīstību.
- Laiks no pirmās ekspozīcijas reizes līdz ļaundabīgā audzēja attīstībai ir īsāks nekā citu vēžu gadījumā (aptuveni 10 gadu).
- Ir iespējams arī plaušu vēzis.
- Specifiski testi, kas varētu atšķirt benzola izraisītus audzējus no citu kancerogēnu izraisītājiem, neeksistē. Skrīningam parasti izmanto pilnu asins analīzi (iekļauta obligātajās veselības pārbaudēs).

Cilvēka asinsrades un limfātiskā sistēma

Asins šūnu attīstība



Asinsrades sistēmas ļaundabīgas slimības



Leikozes klīniskās pazīmes

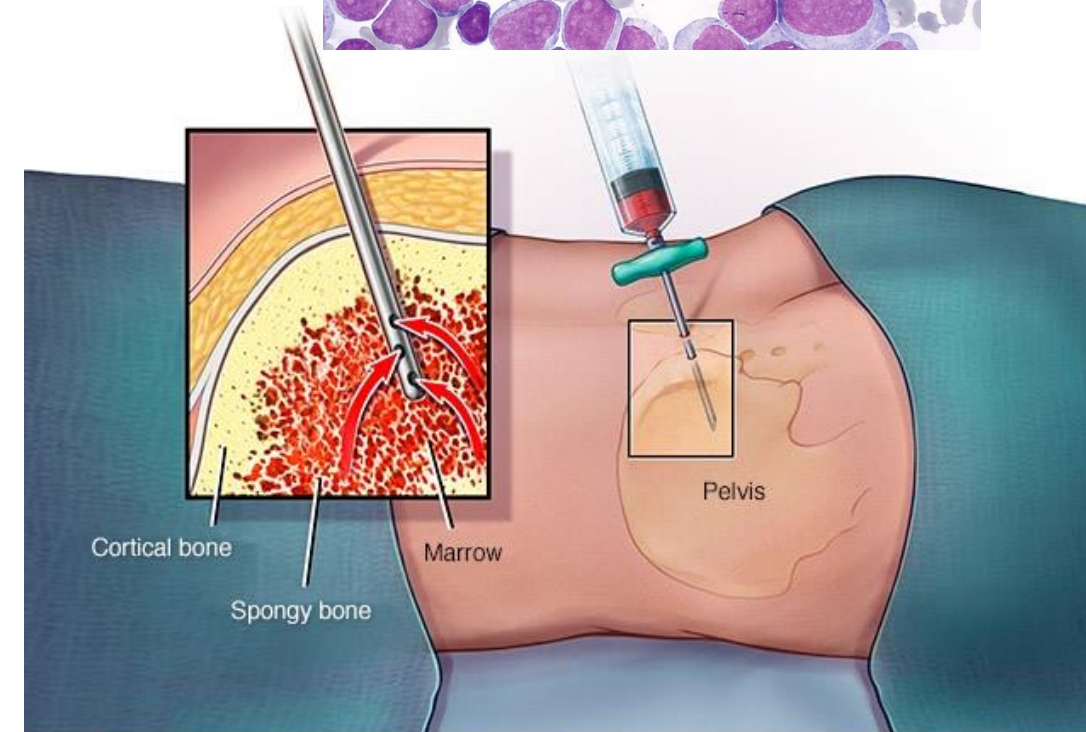
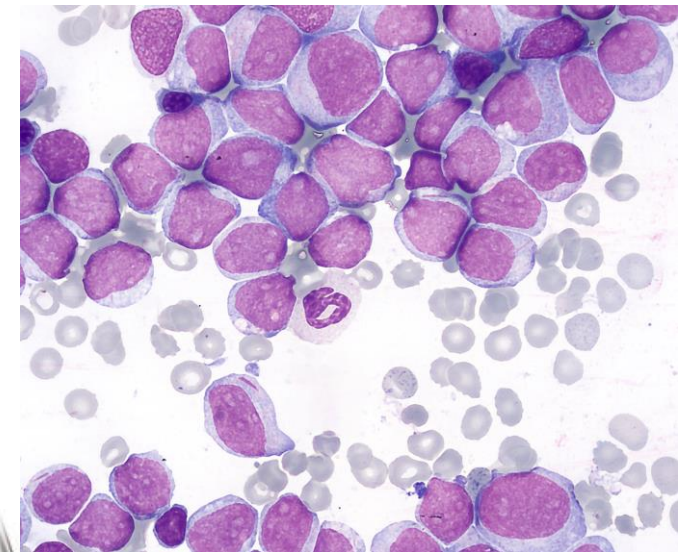
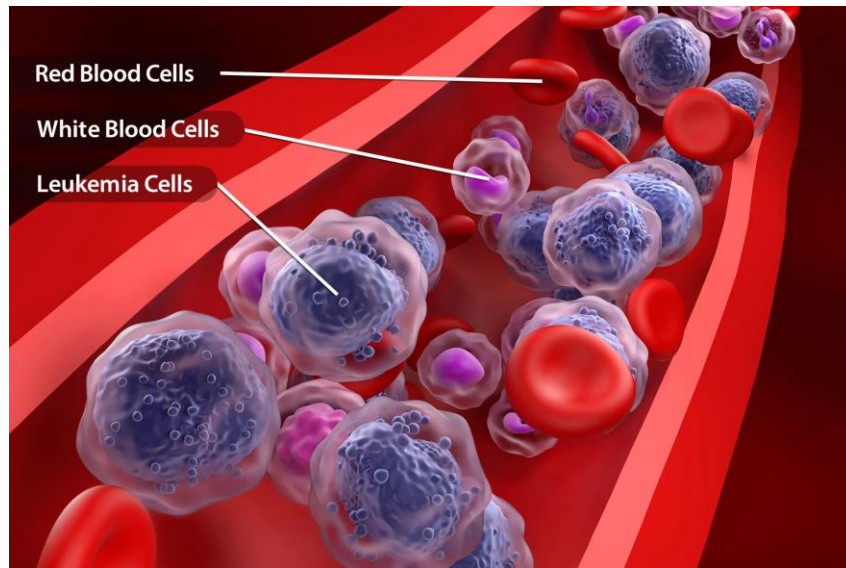
- Vispārējās: nogurums, drudzis, nakts svīšana, svara zudums, samazināta izturība fiziskai slodzei, elpas trūkums pie fiziskās slodzes
- Biežākas vai smagākas infekcijas, asiņošanas, ilgstoša brūču dzīšana
- Palielināti limfmezgli, liesa, aknas (smagums vēderā, ātra sāta sajūta)
- Izmaiņas smaganās, asinsizplūdumi/zilumi ādā, ādas bālums, ādas veidojumi
- Izmaiņas asins analīzēs asins šūnu daudzumā, mazasinība
- Sāpes kaulos, galvassāpes, izmaiņas nervu sistēmā

Ekspozīcijas un iedarbības uz darbiniekiem monitorēšana

- Biomonitorings ar S-fenilmerkapturskābi (SPMA) un nemetabolizēta benzola noteikšanu asinīs un urīnā, kas ir specifiskie ekspozīcijas biomarkieri.
- Efekta monitorēšana ar pilnas asins ainas noteikšanu, analizējot asins šūnu daudzumu absolūtā skaitā.
- Regulāras obligātās veselības pārbaudes!!!

Diagnostika

- Pamatā pilna asins aina
- Konsultācija pie hematologa
- Kaulu smadzeņu punktāta histoloģiska analīze
- Vēdera dobuma ultrasonogrāfija
- Limfmezglu izmeklēšana



Profilakse

- Nelietot benzolu nemaz, aizvietot ar citiem mazāk toksiskiem produktiem!!!
- Ja tomēr nav iespējams izvairīties no ekspozīcijas:
 - » maksimāli ievērot darba drošības pasākumus
 - » uzlabot ventilāciju
 - » izmantot atbilstošus individuālās aizsardzības līdzekļus (gan elpceļiem, gan ādai)
 - » kontrolēt ekspozīciju citiem organiskiem šķīdinātājiem un kancerogēniem, jo iedarbojoties vairākiem kancerogēniem vienlaicīgi, risks vairākkārt pieaug
 - » nodrošināt regulāras obligātās veselības pārbaudes
 - » izglītēt darbiniekus
 - » pārliecināt darbiniekus atmest smēķēšanu un mazināt alkohola patēriņu (atmest alkohola lietošanu)