

# Εργαστηριακή και Χημική Ασφάλεια

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Αναγνωρίζοντας τους Εργαστηριακούς Κινδύνους: Τοξικές ουσίες και Βιολογικοί Παράγοντες

1. Γενικές Αρχές Τοξικολογίας
2. Τύποι Τοξικότητας
3. Καρκινογόνες ουσίες
4. Βιολογικοί κίνδυνοι

# Αναγνωρίζοντας τους Εργαστηριακούς Κινδύνους: Τοξικές ουσίες και Βιολογικοί Παράγοντες

**Οι 4 Βασικές Αρχές της Ασφάλειας:**

**1. Αναγνωρίζω τους κινδύνους**

2. Αξιολογώ-Εκτιμώ το μέγεθος των κινδύνων

3. Ελαχιστοποιώ το μέγεθος των κινδύνων

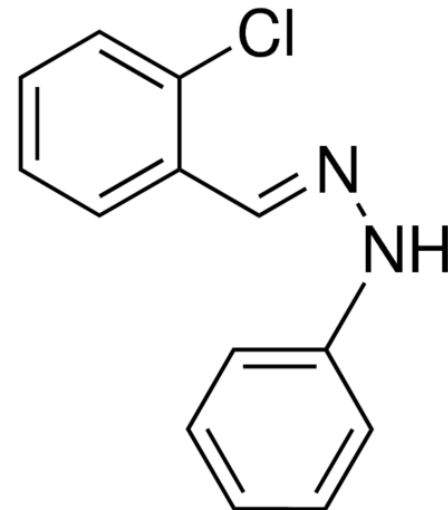
4. Προετοιμάζομαι για να αντιμετωπίσω καταστάσεις έκτακτης ανάγκης

**Τα ερωτήματα που θα απαντηθούν είναι:**

- Πότε μία ουσία είναι τοξική?
- Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την τοξικότητα?
- Πως μπορεί να βλάψει τον οργανισμό ένα τοξικό χημικό?

# Τοξικές Ουσίες

A student carried out a new laboratory preparation. The student **synthesized** in three separate phases over a period of one week a **chemical similar to a commercially used optical whitener**. The student **developed** an acute **dermatitis on her face, chest, arms, and thighs**. **Six other students**, who had also performed the same experiment, **developed varying degrees of dermatitis**. **Skin testing** showed that five of these seven students had **positive response to CBPH (chlorobenzaldehyde phenylhydrazone)**, a chemical used in the last step of the experiment.



# Τοξικές Ουσίες

A high school staff member was preparing the laboratory for an upcoming science class when **she dropped a bottle of bromine and it broke**. She was **surprised** and before she could do anything, **she had inhaled some of the bromine**. She was taken to the hospital in moderate condition. **Bromine is highly corrosive, moderately toxic by inhalation, and exposure can cause coughing, tightness of the chest, headache, nosebleed, and dizziness.**



a158311 [DM] © www.visualphotos.com



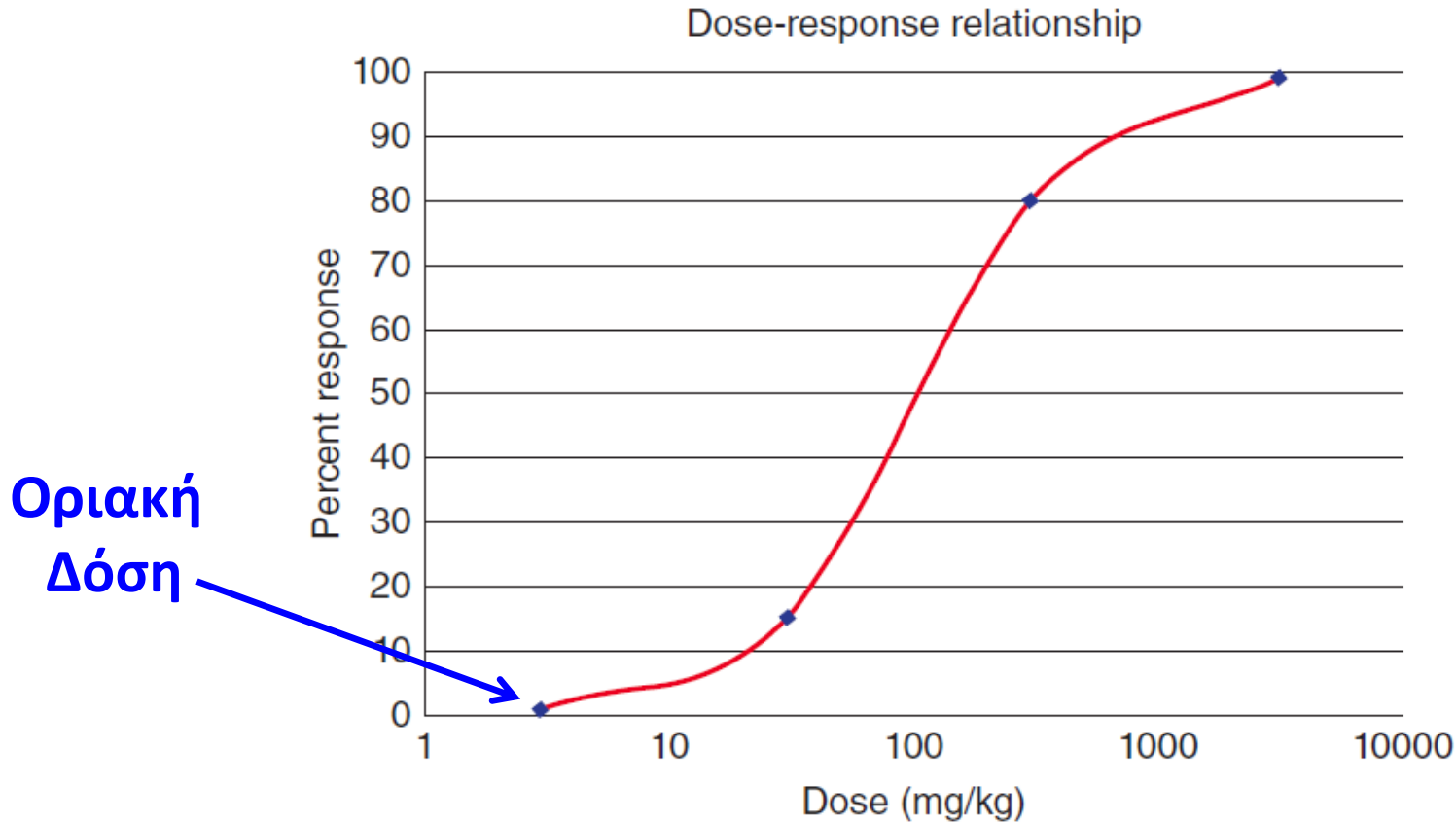
# Γενικές Έννοιες Τοξικολογίας

- **Τοξικολογία** = η επιστήμη που ασχολείται με την επίδραση των διαφόρων τοξικών ουσιών στους έμβιους οργανισμούς και ιδιαίτερα στον άνθρωπο.
- **Τοξικότητα** = είναι η ικανότητα μιας χημικής ουσίας να επηρεάζει τις ζωτικές λειτουργίες ενός ζώντος οργανισμού. Δύο τρόποι δράσης:
  1. Βλάβη **ανθρώπινα όργανα** (νεφροί, συκώτι, δέρμα).
  2. Διακοπή **βιολογικών διεργασιών** (μεταφορά  $O_2$  από την αιμοσφαιρίνη ή νευρικό σύστημα).
- **Τοξική Ουσία** = Ουσία που μπορεί να απορροφηθεί από έναν οργανισμό και προκαλεί βλάβη μη αναστρέψιμη ή ακόμη και το θάνατο. Διακρίνονται σε:
  1. **Φυσικές Ουσίες** (νικοτίνη, αιθανόλη)
  2. **Ανθρωπογενείς Ουσίες** ( $As_2O_3$ ,  $OsO_4$ ,  $NaN_3$ )
- **Τοξίνη** = είναι οποιαδήποτε τοξική ουσία παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (φυτά, ζώα, μύκητες, βακτήρια) (πχ δηλητήριο φιδιού).

# Η Δοσολογία Καθορίζει την Τοξικότητα

- Βασική αρχή της Τοξικολογίας είναι ότι ο βαθμός τοξικότητας μιας ουσίας εξαρτάται από τη δόση που λαμβάνεται.
- Σχεδόν όλες οι ουσίες μπορούν να είναι δηλητήρια σε συγκεκριμένες δόσεις (δοσο-εξαρτώμενη τοξικότητα).
- Η σωστή δόση διαφοροποιεί το φάρμακο από το δηλητήριο.
- **Δόση** = η ποσότητα της τοξικής ουσίας που όταν εισαχθεί στον οργανισμό μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση κάποιας βιολογικής αντίδρασης.
- **Οριακή δόση** = η μέγιστη ποσότητα της τοξικής ουσίας, η οποία ουδεμία ανεπιθύμητη ενέργεια μπορεί να επιφέρει στον οργανισμό.

# Συσχέτιση Δοσολογίας – Τοξικής Απόκρισης



- Άξονας Χ: Δοσολογία σε mg/Kg (λογαριθμική κλίμακα).
- Άξονας Υ: Ποσοστό του πληθυσμού που παρουσιάζει κάποια ασθένεια ή θάνατο.
- Συνήθως λαμβάνεται σιγμοειδής καμπύλη.

# Όλες οι Ουσίες Μπορούν να είναι Τοξικές

<i>Poison</i>	LD <sub>50</sub> (mg/kg, oral), rat	Natural	Synthetic
Botulinum toxin	0.000001	X	
Aflatoxin B1	0.048	X	
Tetrodotoxin	0.3 (mice)	X	
Arsenic trioxide	1.5		X
Phosphorus	3		X
Sodium cyanide	6.5		X
Hydrogen cyanide	10		X
Trimethyltin chloride	13		X
Osmium tetroxide	14		X
Acrolein	42		X
Sodium azide	27		X
Nicotine	50	X	
<i>Toxic, but not poison</i>			
Ammonium dichromate	67.5		X
Barium chloride	118		X
Caffeine	192	X	
Copper nitrate	940		X
Hydrogen peroxide (8–20%)	1518		X
Sodium chloride	3,000	X	
Calcium hydroxide	7,340		X
Ethanol	10,600	X	
Vitamin C	11,900	X	



# Οξεία και Χρόνια Τοξικότητα

## Η Τοξικότητα μιας ουσίας διακρίνεται σε:

- **Οξεία Τοξικότητα:** Η ουσία εισέρχεται μια φορά στον οργανισμό και οι τοξικές επιδράσεις εκδηλώνονται αμέσως ή σε σύντομο χρονικό διάστημα (ώρες έως λίγες μέρες).
- **Χρόνια Τοξικότητα:** Μικρές ποσότητες της ουσίας λαμβανόμενες επανειλημμένα συσσωρεύονται στον οργανισμό και προκαλούν βλάβες που εκδηλώνονται εβδομάδες, μήνες ή και χρόνια μετά από την έκθεση. Η συσσώρευση εξαρτάται από τη συχνότητα λήψης της ουσίας.
- Ορισμένες ουσίες παρουσιάζουν οξεία και χρόνια τοξικότητα ταυτόχρονα.
- Ουσίες με οξεία τοξικότητα μπορεί να μην εμφανίζουν χρόνια τοξικότητα.
- Ο τρόπος δράσης είναι διαφορετικός και επηρεάζονται διαφορετικά όργανα και βιολογικά συστήματα.

# Ουσίες με Οξεία και Χρόνια Τοξικότητα

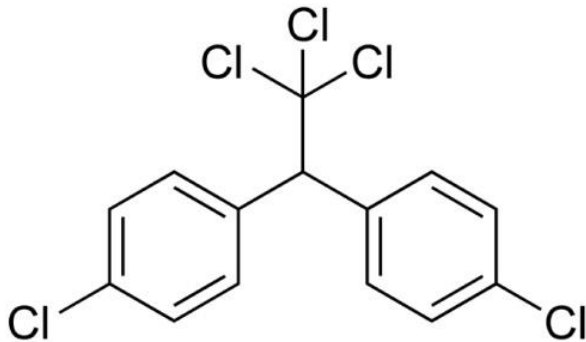
Τύπος Τοξικότητας	Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα	Ουσίες με Χρόνια Τοξικότητα
Ερεθιστικά	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{CS}_2$ , EDTA	
Ευαισθητοποιητές / Αλλεργιογόνα	Formaldehyde, diazomethane, $\text{AlCl}_3$	
Ασφυξιογόνα	$\text{CO}$ , $\text{N}_2$ , He, $\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$ , $\text{H}_2$	
Τερατογόνα	<b>Ethanol</b> , acrylonitrile, nitrogen mustard	
Καρκινογόνα		Ethylene oxide, Cr(IV) compounds, benzene, $\text{CHCl}_3$ , vinyl chloride
Τοξικότητα σε Όργανα	<b>Ethanol</b> , aniline, toluene, DMF, $\text{CCl}_4$	Hg, hexane, phenol
Νευροτοξικά	Dimethylmercury, acetone, $\text{CS}_2$ , <b>ethanol</b>	Acrylamide, lead, $\text{CH}_3\text{I}$
Δηλητήρια	Cyanide, <b><math>\text{OsO}_4</math></b> , phosphorus, $\text{NaN}_3$	Arsenic compounds, phosphorus, <b><math>\text{OsO}_4</math></b>

# Μεταβολισμός: Η Άμυνα του Οργανισμού

- Οι οργανισμοί αντιμετωπίζουν τις τοξικές ουσίες μέσω της διαδικασίας του μεταβολισμού.
- **Μεταβολισμός** = είναι οι βιοχημικές διαδικασίες που έχουν αναπτύξει οι οργανισμοί για τη μετατροπή των τοξικών ουσιών σε διάφορες υδρόφιλες ενώσεις που μπορούν να απεκκριθούν εύκολα.
- Τις περισσότερες φορές οι τοξικές ουσίες μετατρέπονται σε **λιγότερο τοξικές ή μη τοξικές** και στη συνέχεια **είτε χρησιμοποιούνται είτε απομακρύνονται** από τον οργανισμό.
- Αυτό μας επιτρέπει να καταναλώνουμε ορισμένες τοξικές ουσίες χωρίς να κινδυνεύουμε (πχ αιθανόλη στα διάφορα ποτά).
- Ο μεταβολισμός πραγματοποιείται κυρίως στο συκώτι. Άτομα με πρόβλημα στο συκώτι δεν έχουν την ικανότητα να μεταβολίζουν χημικά αλλά και φάρμακα.

# Μεταβολισμός: Η Άμυνα του Οργανισμού

- Ορισμένες τοξικές ουσίες δεν μεταβολίζονται αλλά αποθηκεύονται ή συσσωρεύονται στο σώμα.
- Για παράδειγμα το DDT (διχλωρο-διφαινυλο-τριχλωροαιθάνιο):

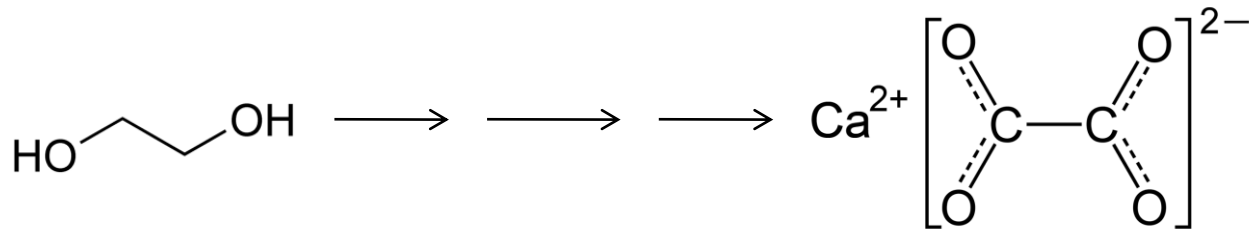


Το DDT χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα για την καταπολέμηση των εντόμων (φορέων) που μετέδιδαν την ελονοσία και τον τύφο. Επίσης είχε αγροτική και οικιακή χρήση. Στην Ελλάδα έγινε γνωστό ως "φλιτ".

- Σε μικρές ποσότητες δεν είναι τοξικό.
- Παραμένει σταθερό για πολλά χρόνια.
- Εάν εισέλθει στον οργανισμό δε μεταβολίζεται αλλά αποθηκεύεται στο λιπώδη ιστό (βιοσυσσώρευση). **Οι περισσότεροι από εμάς το έχουμε στο σώμα μας.**

# Μεταβολισμός: Η Άμυνα του Οργανισμού

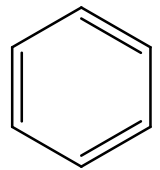
- Σε ορισμένες περιπτώσεις αυξάνεται η τοξικότητα μετά το μεταβολισμό.
- Για παράδειγμα η αιθυλενογλυκόλη (συνηθισμένο αντιψυκτικό υγρό):



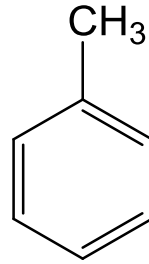
- Κατά το μεταβολισμό σχηματίζονται κρύσταλλοι **οξαλικού ασβεστίου** στους νεφρούς και τον εγκέφαλο.
- Προκαλείται μεταβολική οξέωση (μειώνεται το pH του αίματος) η οποία μπορεί να οδηγήσει στο θάνατο.

# Συσχέτιση Δομής – Τοξικότητας

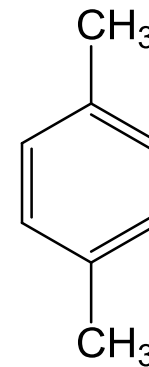
- Δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της δομής μιας ένωσης και της τοξικότητας που εμφανίζει.
- Ενώσεις με παρόμοια δομή μπορεί να παρουσιάζουν εντελώς διαφορετική τοξικότητα.



Benzene



Toluene

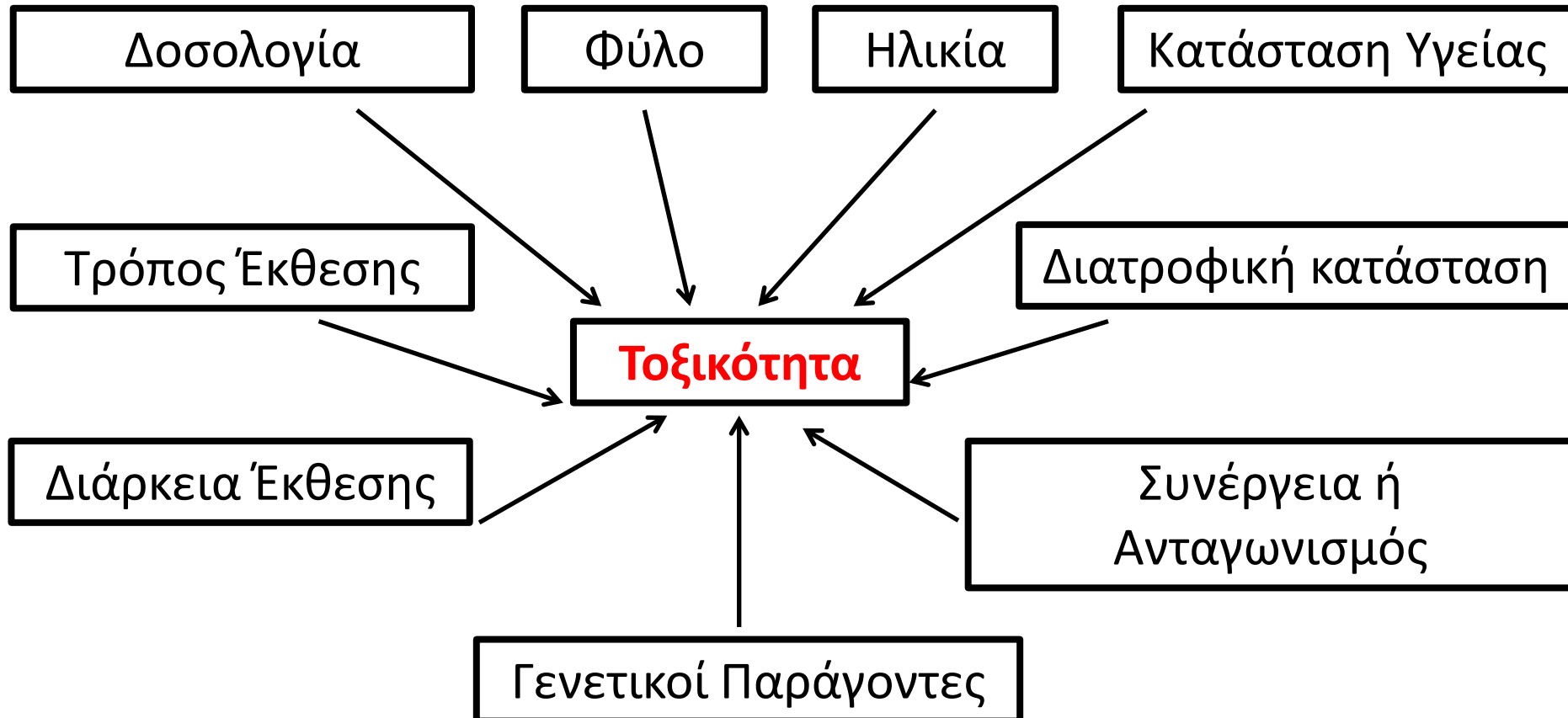


p-Xylene

- Το βενζόλιο προκαλεί απλαστική αναιμία και λευχαιμία. Το τολουόλιο και το παρα-ξυλόλιο είναι τοξικά αλλά δεν εμφανίζουν τις ίδιες αρνητικές ιδιότητες. **Γιατί συμβαίνει αυτό?**
- Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των χημικών ουσιών και των βιολογικών συστημάτων (πχ ένζυμα) είναι πολύ εξειδικευμένες.
- Παρόμοιες ενώσεις μεταβολίζονται με εντελώς διαφορετικό τρόπο.
- Οι φαρμακοβιομηχανίες χρησιμοποιούν υπολογιστικές μεθόδους για να προσδιορίσουν τη σχέση δομής-δραστικότητας.

# Παράγοντες που Επηρεάζουν την Τοξικότητα

- Εκτός από τη δοσολογία υπάρχουν και αρκετοί άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την τοξικότητα μιας ουσίας.



# Παράγοντες που Επηρεάζουν την Τοξικότητα

## - Τρόπος Έκθεσης

- Οι τοξικές ουσίες μπορούν να εισέλθουν στον οργανισμό με τους εξής τρόπους: i) **Κατάποση**, ii) **Επαφή με το Δέρμα** και iii) **Εισπνοή**

Substance	Oral LD <sub>50</sub>	Skin LD <sub>50</sub>	Inhalation LC <sub>50</sub>
Acrylonitrile	78 mg/kg (rat)	148 mg/kg (rat)	333 ppm/4 h (rat)
Methanol	14.200 mg/kg (rabbit)	15.800 mg/kg (rabbit)	81.000 ppm/14 h (rabbit)
Aniline	250 mg/kg (rat)	1.400 mg/kg (rat)	250 ppm/1 h (rat)
<u>Triiodomethane</u>	355 mg/kg (rat)	1184 mg/kg (rat)	183 ppm/7 h (rat)

- Γενικά η κατάποση είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος εισαγωγής μιας τοξικής ουσίας.
- Τα αποτελέσματα από την εισπνοή είναι δύσκολο να συγκριθούν καθώς έχουν διαφορετικές μονάδες και είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η ακριβής ποσότητα που εισήχθη στον οργανισμό.



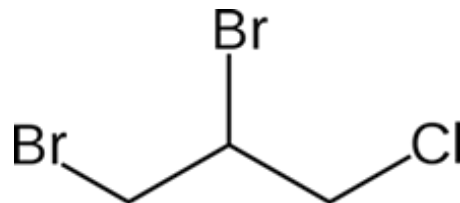
# Παράγοντες που Επηρεάζουν την Τοξικότητα

## - Ηλικία

- Τα παιδιά και οι υπερήλικες παρουσιάζουν διαφορετική ευαισθησία στις τοξικές ουσίες.
- Τα βιολογικά συστήματα των παιδιών δεν είναι πλήρως ανεπτυγμένα ενώ των ηλικιωμένων είναι εξασθενημένα.

## - Φύλο

- Έρευνες έχουν δείξει ότι σε ορισμένες ουσίες οι άνδρες είναι περισσότερο ή λιγότερο ευαίσθητοι από τις γυναίκες.
- Οι διαφορές συνήθως αφορούν την αναπαραγωγική ικανότητα.
- Για παράδειγμα το dibromochloropropane προκαλεί στειρώση στους άνδρες.



# Παράγοντες που Επηρεάζουν την Τοξικότητα

## - **Κατάσταση Υγείας**

- Η παρουσία νόσων τροποποιεί τις επιπτώσεις μετά τη λήψη μιας τοξικής ουσίας.
- Για παράδειγμα, βλάβη στο ήπαρ εμποδίζει το μεταβολισμό και την απομάκρυνση της τοξικής ουσίας, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη επίδραση και βλάβες στην υγεία.
- Τα ηλικιωμένα άτομα έχουν περισσότερες χρόνιες παθήσεις και είναι πιο ευάλωτα.

## - **Συνέργεια ή Ανταγωνισμός**

- Η ταυτόχρονη παρουσία δύο ή περισσότερων χημικών ουσιών στον οργανισμό, έχει σε μερικές περιπτώσεις ως αποτέλεσμα την τροποποίηση της τοξικής τους ενέργειας που θα εκδηλωνόταν αν αυτές είχαν χορηγηθεί χωριστά.
- **Συνέργεια:** η τοξική δράση είναι ισχυρότερη.
- **Ανταγωνισμός:** η συνδυασμένη τοξική δράση είναι μικρότερη.

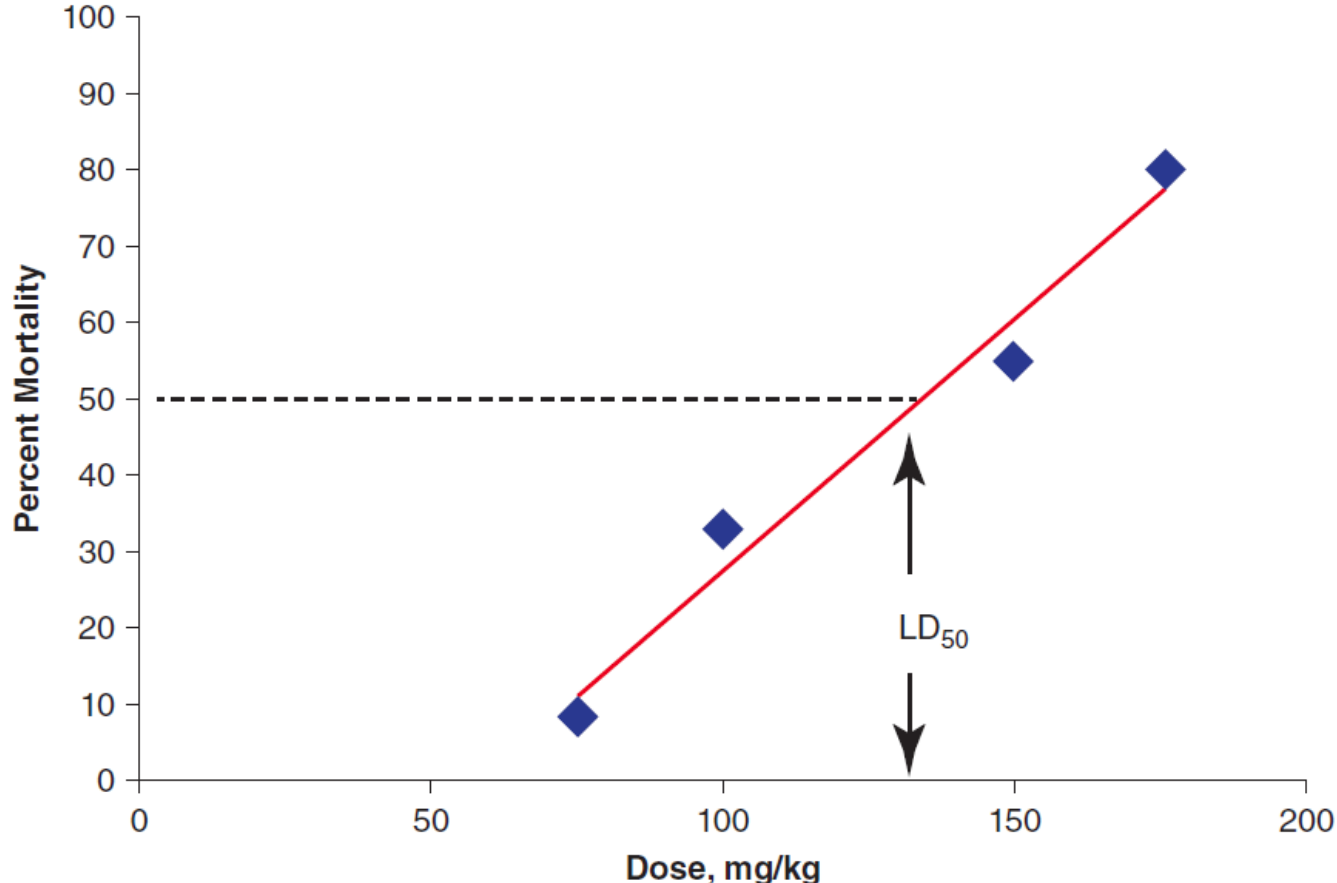
# Παράγοντες που Επηρεάζουν την Τοξικότητα

## - Διαιτητική Κατάσταση

- Το βάρος του σώματος επηρεάζει σημαντικά την τοξικότητα.
- Η νηστεία είναι γνωστό ότι επηρεάζει τη δραστικότητα πολλών ενζύμων, υπεύθυνων για το μεταβολισμό φαρμάκων, επηρεάζοντας έτσι και την τοξικότητά τους.
- Πειράματα σχετικά με την τοξικότητα της καφεΐνης, έχουν δείξει ότι αυτή αυξάνεται όταν η δίαιτα είναι υποθερμιδική.
- Η ελλιπής πρόσληψη βιταμίνης C επηρεάζει τον ρυθμό μεταβολισμού διαφόρων φαρμάκων.
- Η πληρότητα του στομάχου, μπορεί να έχει ως συνέπεια, εκτός από την επιβράδυνση της απορρόφησης του τοξικού παράγοντα, και την αδρανοποίηση του.

# Μετρώντας την Τοξικότητα

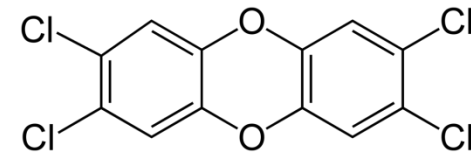
- Η τοξικότητα μιας χημικής ένωσης περιγράφεται με τον όρο:
- **LD<sub>50</sub>**, **Μέση Θανατηφόρος Δόση** (Lethal Dose fifty).
- Αποτελεί την εφάπαξ δόση μιας τοξικής ουσίας που προκαλεί θάνατο στο 50% των ελεγχόμενων πειραματόζων.



# Μέση Θανατηφόρος Δόση LD<sub>50</sub>

- Αποτελεί τον πρώτο δείκτη τοξικότητας μιας ουσίας και γενικά θεωρείται σημαντική στην αντιμετώπιση των δηλητηριάσεων.
- Οι LD<sub>50</sub> συνήθως εκφράζονται σε mg/kg.
- Η LD<sub>50</sub> δεν οδηγεί πάντοτε σε μια σταθερή τιμή λόγω των διαφορών της **ευαισθησίας, ιδιοσυγκρασίας** και του **μεταβολισμού** μεταξύ των πειραματόζων και του ανθρώπου.  
Διαφορές υπάρχουν ακόμη και ανάμεσα στα πειραματόζωα:

Substance	Species	Oral LD <sub>50</sub>
TCDD	Hamster	1157 µg/kg
TCDD	Mouse	114 µg/kg
TCDD	Monkey	2 µg/kg
TCDD	Guinea pig	0.5 µg/kg



**TCDD**

- Ο πιο σημαντικός περιορισμός της χρήσης της LD<sub>50</sub> είναι ότι δε δίνει πληροφορίες για τις χρόνιες επιδράσεις μιας τοξικής ουσίας.

# Μετρώντας την Τοξικότητα

- Όταν η τοξική ουσία λαμβάνεται με εισπνοή για τον προσδιορισμό της τοξικότητας χρησιμοποιείται ο όρος **LC<sub>50</sub>**.
- **LC<sub>50</sub>, Μέση Θανατηφόρα Συγκέντρωση** (Lethal Concentration fifty).
- Εκφράζει τη συγκέντρωση της ουσίας στον αέρα που προκαλεί το θάνατο στο 50% των ελεγχόμενων πειραματόζων (σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα). Εξαρτάται από το χρόνο έκθεσης.
- Οι LC<sub>50</sub> εκφράζονται σε ppm ή mg/m<sup>3</sup> ή μg/L.
- Ο προσδιορισμός των LC<sub>50</sub> είναι ακριβή διαδικασία απαιτείται η χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού (κλειστοί θάλαμοι και συνεχής μέτρηση της συγκέντρωσης του αέρα).
- Λόγω του χαμηλότερου κόστους ο όρος LD<sub>50</sub> είναι πιο διαδεδομένος.
- Ενώσεις με χαμηλές τιμές LC<sub>50</sub> και LD<sub>50</sub> παρουσιάζουν αυξημένη τοξικότητα.

# Δηλητήρια: Πολύ Τοξικές Ουσίες

- Όλα τα δηλητήρια είναι τοξικές ουσίες αλλά όλες οι τοξικές ουσίες δεν είναι δηλητήρια.
- **Δηλητήριο** = είναι ουσία η οποία μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες ενέργειες, επιδείνωση στην υγεία ή θάνατο, όταν εισαχθεί στον οργανισμό (γενικός ορισμός).
- Σύμφωνα με την τοξικολογία ως **δηλητήρια χαρακτηρίζεται ουσίες με:**
  - **LD<sub>50</sub> κατάποσης ≤ 50 mg/kg**
  - **LD<sub>50</sub> επαφής με το δέρμα ≤ 200 mg/kg**
  - **LC<sub>50</sub> εισπνοής ≤ 200 ppm ή 2 mg/L**
- Στο GHS δε χρησιμοποιείται η λέξη δηλητήριο αλλά εκφράσεις όπως: Θανατηφόρο σε περίπτωση κατάποσης (H300). Θανατηφόρο σε επαφή με το δέρμα (H310). Θανατηφόρο σε περίπτωση εισπνοής (H330).
- Προειδοποιητική λέξη: **κίνδυνος** και εικονόγραμμα:



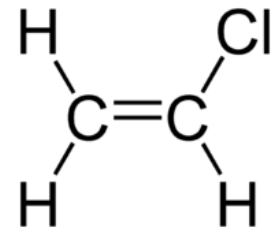
# Οξεία Τοξικότητα

Five technicians working in a laboratory ate lunch in a small nearby storeroom. After **drinking cups of tea**, three of them felt ill with a **“fuzzy” head and pounding heart**. Another technician **drank two cups** and developed **violent cramp-like pains in his chest**, and he was **taken to the hospital** believing he was suffering from a heart condition. A fifth technician drank only **half of a cup of tea**, but **also felt ill**. Finally, one of the technicians remembered that she had filled the tea kettle with laboratory distilled **water that had been treated with sodium azide** to prevent growth of bacteria, a common practice in some laboratories. All technicians recovered.



# Οξεία Τοξικότητα

- Τα συμπτώματα των ουσιών με οξεία τοξικότητα εμφανίζονται άμεσα.
- Η μελέτη τους είναι ευκολότερη και για αυτό υπάρχουν περισσότερα δεδομένα σε σχέση με τις ουσίες με χρόνια τοξικότητα.
- **Λόγω του αυξημένου κόστους των τοξικολογικών μελετών γνωρίζουμε την τοξικότητα για ένα πολύ μικρό αριθμό χημικών ενώσεων.**
- Πολλές φορές ουσίες που θεωρούνται ασφαλείς παρουσιάζουν σημαντική τοξικότητα. Για παράδειγμα το χλωραιθένιο που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του πολυμερούς PVC προκαλεί καρκίνο.



- **Φυσικά δε θα πρέπει να φοβόμαστε τις χημικές ουσίες.** Θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας για να μειώνεται η πιθανότητα έκθεσής μας σε αυτές .

# Παραδείγματα Ουσιών με Οξεία Τοξικότητα

Τύπος Τοξικότητας	Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα
Ερεθιστικά	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{CS}_2$ , EDTA, acetone, heptane, $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , THF, ethyl acetate, isopropanol
Ευαισθητοποιητές / Αλλεργιογόνα	Formaldehyde, diazomethane, $\text{AlCl}_3$ , 1-fluoro-2,4-dinitrobenzene, dicyclohexyldicarbodiimide (DCC)
Ασφυξιγόνα	$\text{CO}$ , $\text{N}_2$ , He, $\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$ , $\text{H}_2$
Τερατογόνα	Ethanol, acrylonitrile, methylmercury, lead compounds
Τοξικότητα σε Όργανα	$\text{CCl}_4$ , toluene, vinyl chloride, ethanol, arsenic, caffeine, arsenic compounds, DMF, aniline
Νευροτοξικά	Methylmercury, mercury, lead, nicotine, acetone, carbon disulfide, ethanol
Δηλητήρια	Cyanides, phosgene, $\text{Cl}_2$ , $\text{OsO}_4$ , arsenic compounds, phosphorus, $\text{NaN}_3$

# Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα

## Ερεθιστικές Ουσίες

- Είναι μη διαβρωτικές ουσίες οι οποίες προκαλούν αντιστρεπτές φλεγμονές (ερυθρότητα του δέρματος, εξάνθημα, οίδημα, φυσαλίδες και κνησμό).
- Τα συμπτώματα περιορίζονται στην περιοχή του δέρματος που έχει έρθει σε επαφή με την ουσία.
- Η συνηθέστερη μορφή είναι η **οξεία εξ επαφής δερματίτιδα** και ανάλογα με την αιτία προέλευσης διακρίνεται σε:
  - 1. Ερεθιστική Δερματίτιδα** (άμεση αντίδραση η οποία δε συνδέεται με το ανοσοποιητικό σύστημα).
  - 2. Αλλεργική Δερματίτιδα** (υπερευαισθησία του ανοσοποιητικού συστήματος).
- Μελέτη σε 1200 χημικές ουσίες έδειξε ότι περίπου 400 από αυτές προκαλούν δερματίτιδα. Διαβρωτικές ουσίες σε χαμηλές συγκεντρώσεις επίσης προκαλούν δερματίτιδα.

# Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα

## Ευαισθητοποιητές / Αλλεργιογόνα

- Είναι ουσίες που προκαλούν ανοσολογικές αντιδράσεις του οργανισμού λόγω προηγούμενης ευαισθητοποίησης στην τοξική ουσία (υπερευαισθησία).
- Το ανοσοποιητικό σύστημα διεγείρεται και παράγονται αντισώματα. Η εκ νέου έκθεση του οργανισμού στις ίδιες ουσίες οδηγεί σε αλλεργικές αντιδράσεις υπερευαισθησίας που μπορούν να καταλήξουν και σε αναφυλακτικό σοκ (θάνατο). Δεν εμφανίζεται σε όλα τα άτομα.
- Την πρώτη φορά ο χρόνος εμφάνισης των συμπτωμάτων μπορεί να καθυστερήσει μέχρι και μερικές εβδομάδες.
- Ταξινομούνται ως ουσίες με οξεία τοξικότητα καθώς τις επόμενες φορές η εμφάνιση των συμπτωμάτων είναι άμεση.
- Οι αλλεργικές αντιδράσεις εκδηλώνονται με δερματίτιδα, εξάνθημα, κνησμό ή ερύθημα ματιών και μερικές φορές με βρογχόσπασμο.

# Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα

## Ασφυξιγόνα

- Είναι ουσίες που εμποδίζουν την πρόσληψη του οξυγόνου από τον οργανισμό, οδηγώντας στο θάνατο του οργανισμού. Διακρίνονται σε: **Απλά Ασφυξιγόνα** και **Χημικά Ασφυξιγόνα**
- **Απλά Ασφυξιγόνα** είναι αδρανή αέρια όπως He, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, Ar.
- Τα συμπτώματα εξαρτώνται από τη συγκέντρωση του O<sub>2</sub>:

---

Ποσοστό O <sub>2</sub>	Πιθανά συμπτώματα
21%	Φυσιολογική Κατάσταση
21 – 16%	Μη εμφανείς αρνητικές επιδράσεις
16 – 12%	Ταχύπνοια, ταχυκαρδία και ήπιες νευρολογικές διαταραχές
12 – 10%	Συναισθηματικές διαταραχές και εξάντληση με την παραμικρή κόπωση
10 – 6%	Ναυτία, έμετοι, λήθαργος, απώλεια συνειδήσεως
< 6%	Σπασμοί, καρδιακή ανακοπή και θάνατος

---

# Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα

## Απλά Ασφυξιογόνα

- Είναι επικίνδυνα σε κλειστούς χώρους με ελλειπή εξαερισμό.
- Δοχεία με υγρό  $N_2$  και He είναι επικίνδυνα σε περίπτωση διαρροής.
- Ο βαθμός της επικινδυνότητας συνδέεται με την πυκνότητα του αερίου.
- Αέρια με μεγάλη πυκνότητα συσσωρεύονται χαμηλά και είναι πιο επικίνδυνα.

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{n}{V} = \frac{P}{RT} \Rightarrow \frac{M \cdot n}{V} = \frac{M \cdot P}{RT} = \left[ \frac{g}{L} \right] = density$$

$$density_{air} = \frac{M \cdot n}{V} = \frac{(0.79)(28g/mol) + (0.21)(32g/mol)}{22.4L} = 1.29g/L \equiv 1 \text{ unit}$$

- Η σχετική πυκνότητα του αερίου εξαρτάται από το μοριακό βάρος (M) του αερίου.

# Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα

## Απλά Ασφυξιογόνα

Gas	Molar mass (g/mol)	Relative density
He	4.00	0.139
CH <sub>4</sub>	16.0	0.556
N <sub>2</sub>	28.0	0.972
CO	28.0	0.972
Air	28.8	1.00
O <sub>2</sub>	32.0	1.11
Ar	40.0	1.39
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44.1	1.53
CO <sub>2</sub>	44.0	1.53
Cl <sub>2</sub>	70.9	2.46
THF, C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	72.0	2.50
Ethyl ether, (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	74.0	2.57
Hexane, C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	86.0	2.99

# Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα

## Χημικά Ασφυξιγόνα

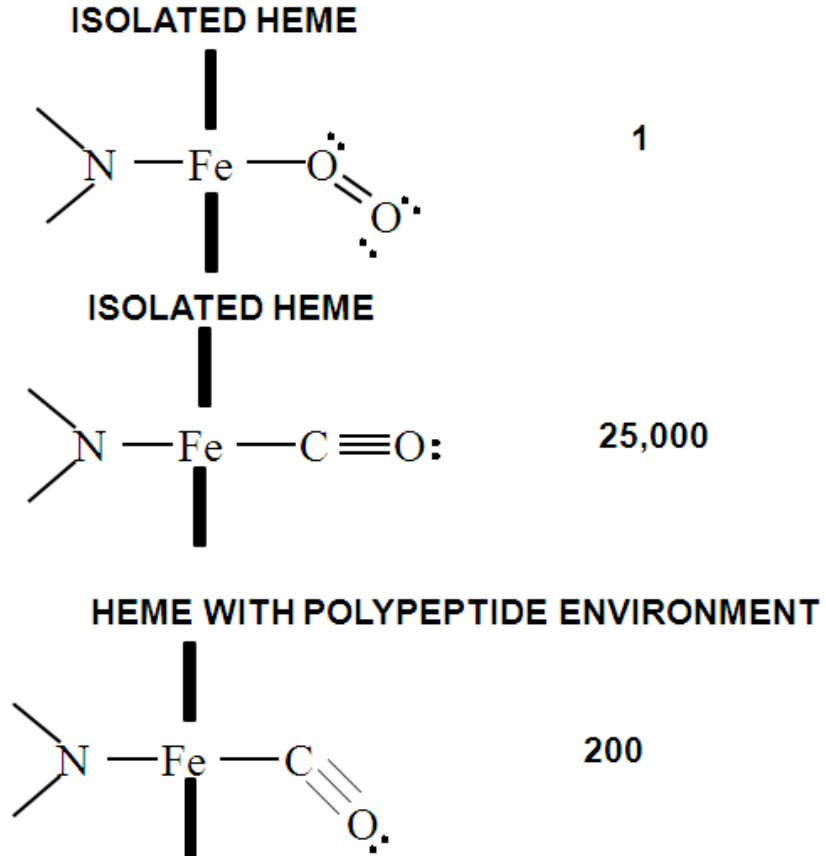
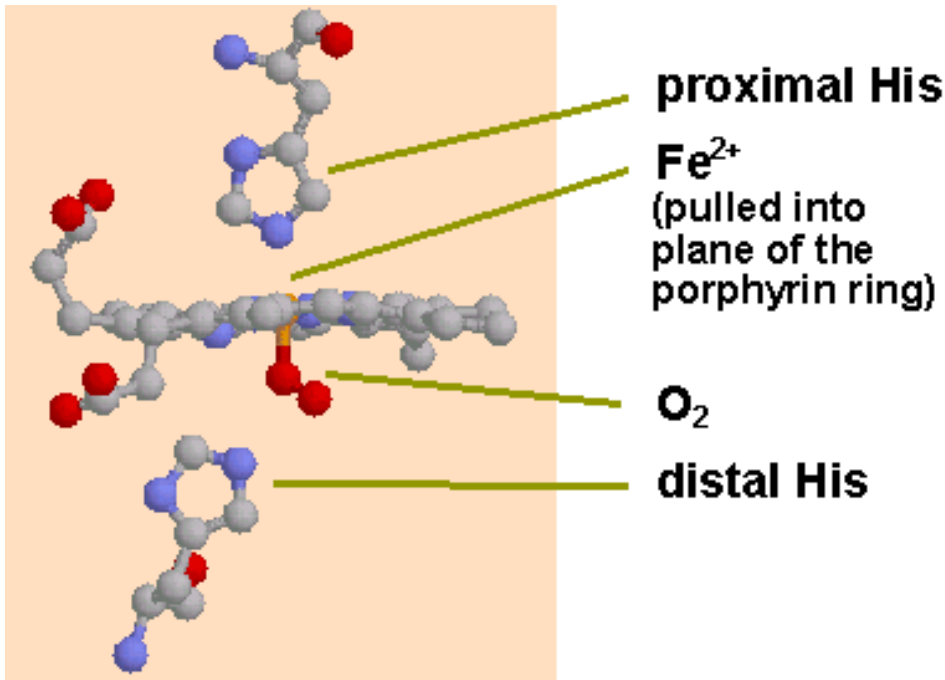
- Είναι ουσίες που μειώνουν τη συγκέντρωση του  $O_2$  στους οργανισμούς με χημικό τρόπο.
- **Εμποδίζουν** είτε τη μεταφορά του  $O_2$  στους ιστούς (CO) είτε τη χρησιμοποίηση του  $O_2$  από τους ιστούς (HCN).
- Το CO είναι το πιο συνηθισμένο χημικό ασφυξιγόνο.
- Κάθε χρόνο 500 θάνατοι καταγράφονται στις Η.Π.Α. λόγω του CO.
- Σχηματίζεται ως προϊόν της ατελούς καύσης.
- Είναι άχρωμο, άοσμο και χωρίς γεύση αέριο.
- Είναι θανατηφόρο σε συγκεντρώσεις 4000 ppm ή 4570 mg/m<sup>3</sup> και χρόνο έκθεσης 30 λεπτά (ήπια τοξικότητα).



# Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα

## Τρόπος Δράσης του CO

- Το CO δεσμεύεται στο σίδηρο της αιμοσφαιρίνης αντί για το O<sub>2</sub>.
- Η δέσμευση του CO είναι ισχυρότερη από αυτή του O<sub>2</sub>.
- Δε μεταφέρεται αρκετό O<sub>2</sub> στους ιστούς και προκαλείται ο θάνατος.



# Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα

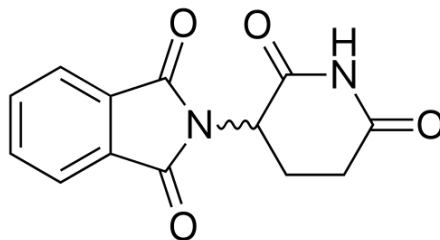
## Χημικά Ασφυξιγόνα

- Το HCN έχει παρόμοιο τρόπο δράσης. Δεσμεύεται στο ενεργό κέντρο της κυτοχρωμικής c οξειδάσης.
- Η κυτοχρωμική c οξειδάση είναι ένα μιτοχονδριακό ένζυμο που πραγματοποιεί την αναγωγή του O<sub>2</sub> στο τελικό στάδιο της κυτταρικής αναπνοής.
- Τα ιόντα CN<sup>-</sup> εμποδίζουν τη δέσμευση του O<sub>2</sub> και επέρχεται «χημική ασφυξία».
- Σε ορισμένα τοξικά αέρια (όπως φωσγένιο, Cl<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>) δεν είναι γνωστός ο ακριβής τρόπος δράσης τους.
- Τα αέρια καταστρέφουν τις κυψελίδες των πνευμόνων με αποτέλεσμα την είσοδο υγρών εντός αυτών.
- Αυτό οδηγεί σε πνευμονικό οίδημα το οποίο αν δεν αντιμετωπιστεί γρήγορα μπορεί να οδηγήσει στο θάνατο.

# Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα

## Τερατογόνα

- Είναι ουσίες οι οποίες όταν ληφθούν από εγκύους γυναίκες δρουν στο αναπτυσσόμενο έμβρυο και μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ανωμαλίες εκ γενετής στα παιδιά.
- Οι πιθανές επιπτώσεις εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το στάδιο ανάπτυξης. Το 1<sup>ο</sup> τρίμηνο της κύησης είναι περισσότερο ευπαθές.
- Το πιο γνωστό τερατογόνο είναι η θαλιδομίδη. Χρησιμοποιήθηκε ως φάρμακο ενάντια στη ναυτία για τις εγκύους και σαν ηρεμιστικό.
- Παγκόσμια αναφέρθηκαν περίπου 10.000 περιπτώσεις βρεφών με δυσπλασία των άκρων λόγω της θαλιδομίδης (μόνο το 50% επέζησαν).



- Η αιθανόλη έχει επίσης εμβρυοτοξική και τερατογόνο δράση.

# Ουσίες με Οξεία Τοξικότητα

## Τοξικότητα σε Όργανα

- Ορισμένες ουσίες επηρεάζουν ένα ή περισσότερα όργανα του ανθρώπινου σώματος (συκώτι, νεφροί, καρδιά, πνεύμονες).
- Αρκετοί χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες έχουν **ηπατοτοξική δράση** (βλάπτουν το συκώτι). Ουσίες με παρόμοια δράση είναι η αιθανόλη, το DMF και ο  $\text{CCl}_4$ .
- Ουσίες που παρουσιάζουν **νεφροτοξικότητα** είναι η αιθυλενογλυκόλη, ο μόλυβδος, το κάδμιο και το χλωροφόρμιο.
- Ουσίες που επηρεάζουν το νευρικό σύστημα χαρακτηρίζονται ως **νευροτοξικές**. Τα πιο επικίνδυνα νευροτοξικά είναι τα παρασιτικτόνα, τα αέρια νεύρων (sarin) και τα φυσικά δηλητήρια.
- Κάποιοι οργανικοί διαλύτες όπως το εξάνιο και ο  $\text{CS}_2$  παρουσιάζουν επίσης **νευροτοξική** δράση.

# Χρόνια Τοξικότητα

Five cytotechnologists, **each working in separate laboratories**, were preparing slides for microscopic examination. Their work that occurred over a period of **1.5 to 18 years** involved **using xylene as a solvent** in laboratories **without ventilation**. **Each woman became ill**, with the severity of symptoms varying from very severe to moderate, but generally they experienced chronic headache, fatigue, chest pain, and other symptoms. One woman, after being hospitalized several times, was finally **diagnosed with xylene poisoning** and was permanently disabled. Three others changed to jobs that did not use xylene and their conditions improved. After investigation of the laboratory in the fifth case, a recommendation was followed and implemented **installing a laboratory hood**. The technologist resumed work using the hood and her health improved.

# Χρόνια Τοξικότητα

- Ουσίες με χρόνια τοξικότητα παρουσιάζουν τοξική δράση μετά από **επαναλαμβανόμενη έκθεση** του οργανισμού σε αυτές για **μεγάλο χρονικό διάστημα**.
- Οι πληροφορίες που έχουμε για αυτές τις ουσίες προέρχονται κυρίως από «βιομηχανική έκθεση» όπου οι ποσότητες είναι μεγαλύτερες.
- Η οξεία τοξική επίδραση μιας ουσίας είναι διαφορετική από αυτή που εμφανίζεται στη χρόνια επίδραση.
- Μελέτες της χρόνιας τοξικότητας είναι χρονοβόρες και απαιτείται μεγάλο κόστος (επιδημιολογικές μελέτες με μεγάλο αριθμό ανθρώπων).
- **Επιδημιολογία** είναι η επιστημονική μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν την συχνότητα των ασθενειών σε έναν πληθυσμό, μέσω της εφαρμογής της στατιστικής στην ιατρική.
- **Πολλά χημικά μπορεί να έχουν χρόνια τοξικότητα και απλά να μην το γνωρίζουμε.**

# Παραδείγματα Ουσιών με Χρόνια Τοξικότητα

Τύπος Τοξικότητας	Ουσίες με Χρόνια Τοξικότητα
Καρκινογόνα	Ethylene oxide, Cr(IV), benzene, CHCl <sub>3</sub> , vinyl chloride, formaldehyde,
Τοξικότητα σε Όργανα	Hg, ethanol, beryllium, benzene, CCl <sub>4</sub> , CHCl <sub>3</sub> , arsenic, phenol
Νευροτοξικά	Methylmercury, CS <sub>2</sub> , hexane, acrylamide, lead, nicotine, arsenic, CH <sub>3</sub> I

# Χρόνια Τοξικότητα

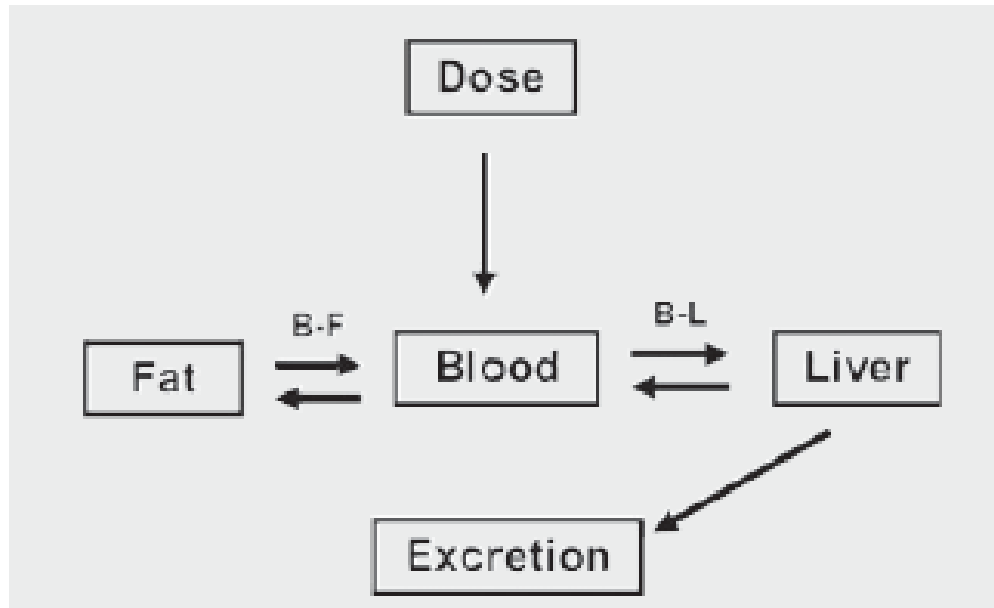
- Τι συμβαίνει όταν μια ουσία εισέρχεται στον οργανισμό?
- Η ουσία μέσω της διαδικασίας του μεταβολισμού μπορεί να αποβληθεί από το σώμα.
- Τρεις είναι οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν την τύχη μια ουσίας: **Διαλυτότητα, Ισορροπία και Κινητική.**
- **Διαλυτότητα:**
- Οι **λιπόφιλες ενώσεις** είναι μη πολικά μόρια που διαλύονται στο λιπώδη ιστό.
- Οι **υδρόφιλες ενώσεις** είναι διαλυτές στο νερό και είναι πολικά μόρια.
- Τα αίμα είναι υδατικό διάλυμα όποτε διαλύονται κυρίως οι υδρόφιλες ενώσεις σε αυτό.



# Χρόνια Τοξικότητα

## - Ισορροπία

- Στις λιπόφιλες η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς το λιπώδη ιστό.
- Αντίθετα οι υδρόφιλες περνούν στο αίμα και από εκεί στο συκώτι όπου μεταβολίζονται και αποβάλλονται.



## - Κινητική

- Η εμφάνιση τοξικών επιδράσεων εξαρτάται από την ταχύτητα των παραπάνω αντιδράσεων.
- Ακόμη και οι λιπόφιλες ενώσεις μεταβολίζονται με μικρή ταχύτητα.

# Χρόνια Τοξικότητα

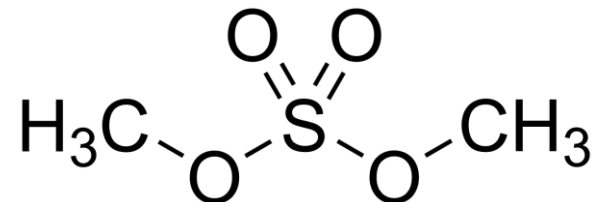
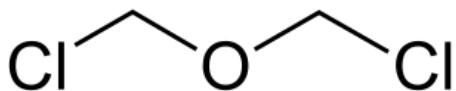
- Όλοι οι οργανισμοί δεν αντιδρούν το ίδιο μετά την έκθεση σε κάποια ένωση με χρόνια τοξικότητα.
- Παράγοντες όπως η **ηλικία**, η **κληρονομικότητα** και ο **τρόπος ζωής** παίζουν βασικό ρόλο.
- Πολύ νεαρά και ηλικιωμένα άτομα είναι πιο ευάλωτα.
- Η κληρονομικότητα πολλές φορές καθορίζει τις αδυναμίες ή τις ευαισθησίες ενός οργανισμού.
- Συνήθειες όπως κάπνισμα, κατανάλωση αλκοόλ, διατροφικές συνήθειες, άσκηση του σώματος, λήψη φαρμάκων καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό την εμφάνιση ανεπιθύμητων αντιδράσεων μετά από έκθεση σε ουσίες με χρόνια τοξικότητα.
- Οι παραπάνω παράγοντες κάνουν πιο δύσκολη τη διερεύνηση εάν μια ουσία παρουσιάζει χρόνια τοξικότητα και να προσδιοριστεί το είδος της τοξικότητας.

# Χρόνια Τοξικότητα

- Ο υδράργυρος είναι η πιο γνωστή ουσία με χρόνια τοξικότητα.
- Ο Γερμανός χημικός Alfred Stock ήταν από τους πρώτους που μελέτησε την τοξικότητα του υδραργύρου (εκδήλωσε Υδραργυρίαση).
- Ο υδράργυρος υπάρχει σε αρκετές εργαστηριακές συσκευές όπως θερμόμετρα, μανόμετρα, θερμοστάτες και ηλεκτρικούς διακόπτες.
- Μετά από μια διαρροή είναι δύσκολο να καθαριστεί αποτελεσματικά η περιοχή (εισέρχεται σε ρωγμές). Ο υδράργυρος εξατμίζεται και αυξάνεται η συγκέντρωσή του στον αέρα του εργαστηρίου.
- Μέσω της εισπνοής εισέρχεται στον οργανισμό και μπορεί να εμφανίσει τοξικές αντιδράσεις.
- Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν: απώλεια μνήμης, ασυνάρτητος λόγος, νευρικές διαταραχές και νοητική υστέρηση.

# Ουσίες με Καρκινογόνο Δράση

A chemist worked in a laboratory where he **inhaled bis(chloromethyl)ether, chloromethyl methyl ether**, and a small amount of **dimethyl sulfate** over a **period of seven years**. He developed extensive pulmonary carcinoma (**lung cancer**) from this exposure and in early 1975 he died at the age of 42 years. Around the same time period as his laboratory work, experiments by other investigators revealed that **bis(chloromethyl)ether** was a **powerful carcinogen in animals**. **Dimethyl sulfate** was also shown to be an **animal carcinogen**. In 1974 bis(chloromethyl)ether, and chloromethyl methyl ether were included in the list of 13 carcinogens closely regulated in the United States by OSHA. Dimethyl sulfate is recognized as a NIOSH potential human carcinogen. Bis(chloromethyl)ether is recognized by OSHA as a very **potent human carcinogen and for this reason it is not widely used in industry**.



# Ουσίες με Καρκινογόνο Δράση

- Οι ουσίες με καρκινογόνο δράση ανήκουν στην κατηγορία των ουσιών με χρόνια τοξικότητα.
- Περίπου 1 στους 2 άνδρες και 1 στις 3 γυναίκες θα εμφανίσουν κάποιο τύπο καρκίνου κατά τη διάρκεια της ζωής τους.
- Ο όρος «καρκίνος» δεν αποδίδεται σε μία και μόνη ασθένεια, αλλά σε μια ομάδα ασθενειών που χαρακτηρίζονται από τον ανεξέλεγκτο πολλαπλασιασμό των κυττάρων.
- Υπάρχουν δυο κατηγορίες νεοπλασμάτων (όγκων) **καλοήθεις** (μπορούν να αφαιρεθούν) και **κακοήθεις** (μετάσταση).
- Η πλειοψηφία των καρκίνων οφείλεται στον τρόπο ζωής (διατροφή, άσκηση, κάπνισμα, αλκοόλ) και την κληρονομικότητα.
- Το ποσοστό των καρκίνων που οφείλονται στην έκθεση σε χημικές ουσίες είναι 4–10%.

# Ουσίες με Καρκινογόνο Δράση

- Η πιθανότητα πρόκλησης καρκίνου από την εργασία σε ένα χημικό εργαστήριο είναι μικρή (πολλές χημικές ουσίες σε μικρές ποσότητες).
- Ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος σε βιομηχανικούς χώρους εργασίας όπου η έκθεση σε ορισμένες ουσίες είναι συνεχής και σε μεγάλες ποσότητες.
- Φυσικά πρέπει να προσέχουμε καθώς οποιαδήποτε ουσία μπορεί να εμφανίσει καρκινογόνο δράση ανάλογα με την έκθεσή μας σε αυτή.
- Τα SDS αναφέρουν σε ορισμένες περιπτώσεις τα επιτρεπτά όρια έκθεσης.
- Τα χημικά που προκαλούν καρκίνο προσδιορίστηκαν κυρίως από επιδημιολογικές μελέτες σε βιομηχανικούς χώρους εργασίας.
- Μόνο ένα μικρό ποσοστό από τις χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται έχει μελετηθεί για καρκινογόνο δράση.

# Παραδείγματα Καρκινογόνων Ουσιών

Asbestos **Αμίαντος**

13 Carcinogens

4-Nitrobiphenyl

1-Naphthylamine

Methyl chloromethyl ether

3,3'-Dichlorobenzidine

Bis(chloromethyl)ether

2-Naphthylamine

Benzidine

4-Aminobiphenyl

Ethyleneimine

$\beta$ -Propiolactone

2-Acetylaminofluorene

4-Dimethylaminoazobenzene

*N*-nitrosodimethylamine

Vinyl chloride

Inorganic arsenic

Chromium(VI) compounds

Cadmium and its compounds

Benzene

Coke oven emissions

1,2-Dibromo-3-chloropropane

Acrylonitrile

Ethylene oxide

**Formaldehyde**

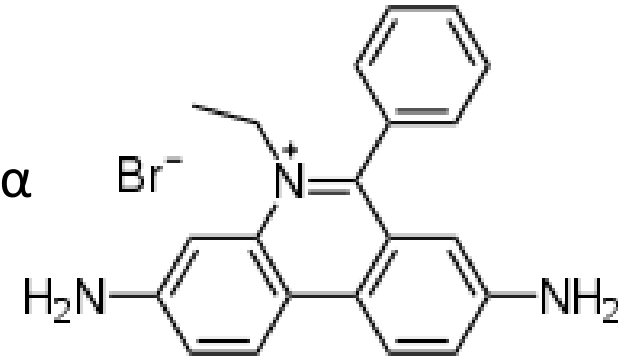
Methylenedianiline

1,3-Butadiene

**Methylene chloride**

# Ουσίες με Μεταλλαξιογόνο Δράση

- Είναι χημικές ουσίες που προκαλούν γενετικές αλλαγές ή μεταλλάξεις στα γονίδια και το DNA.
- Το 50–60% των γνωστών μεταλλαξιογόνων ουσιών εμφανίζουν καρκινογόνο δράση.
- Το Ethidium Bromide είναι ένα μεταλλαξιογόνο αντιδραστήριο (έχει αποδεχτεί σε πειραματόζωα αλλά όχι σε ανθρώπους). Χρησιμοποιείται πολύ συχνά για τη χρώση νουκλεϊκών οξέων.
- Για τον προσδιορισμό της μεταλλαξιογόνου δράσης μιας ουσίας πραγματοποιούνται μελέτες σε βακτήρια.
- Όσες ουσίες εμφανίσουν θετικά αποτελέσματα ελέγχονται και για καρκινογόνο δράση με πειράματα σε ζώα.
- Η μεταλλαξιογόνος δράση των ουσιών εμφανίζεται στις επόμενες γενιές κάνοντας δύσκολη τη μελέτη σε ανθρώπους.
- Ο αριθμός των ουσιών που έχουν χαρακτηριστεί ως μεταλλαξιογόνα είναι περιορισμένος.





# Δουλεύοντας με Καρκινογόνες Ουσίες

- Οι εργασίες και η αποθήκευση να γίνονται σε έναν προκαθορισμένο χώρο (με κατάλληλη σήμανση).
- Να χρησιμοποιούνται μόνο μέσα στον απαγωγό ή σε Glove Box.
- Να χρησιμοποιούνται προστατευτικά γάντια και εργαστηριακή ποδιά.
- Να πλένονται τα χέρια μετά τη χρήση τους.
- Να υπάρχει σχέδιο απομάκρυνσης των αποβλήτων και αντιμετώπισης τυχών διαρροών.
- Να προστατεύονται οι επιφάνειες εργασίας (απορροφητικό χαρτί).
- Να προστατεύουμε τις αντλίες κενού από πιθανοί μόλυνση.
- Να διατηρείται αρχείο με τις ποσότητες που είναι αποθηκευμένες καθώς και τα στοιχεία των ατόμων που τις χρησιμοποιούν.



# Βιολογικοί Κίνδυνοι

A researcher was preparing to do some analytical measurements on **human serum samples**. She used **long Pasteur pipettes** to transfer the serum samples to other tubes. When she was done, the researcher put the used pipettes in a metal pan for decontamination via autoclaving. Another researcher used the metal pan to dispose of his pipettes but when he lifted the lid on the autoclave pan and reached in to put in his pipettes, **one of the pipettes in the box stuck him in the lower part of his wrist**. He learned that the pipette had been used in transferring human serum. He **washed this immediately with soap** and went to a clinic. The physician advised him that all he could do was to try and learn if the serum had any **infectious materials** – this could not easily be determined. Otherwise, he would have to be monitored to see if he would develop any symptoms of an infectious disease.



# Βιολογικοί Κίνδυνοι

- **Βιοασφάλεια** = είναι ο όρος που περιγράφει τα μέτρα πρόληψης για την ασφαλή χρήση μικροβιολογικών παραγόντων
- Για να είμαστε ασφαλείς πρέπει να αποτρέψουμε την πιθανότητα έκθεσής μας σε ένα βιολογικό κίνδυνο.
- Τα μέτρα περιορισμού εξαρτώνται από την επικινδυνότητα του βιολογικού κινδύνου (πλύσιμο χεριών ή χρήση Glove Box).
- Η μη εφαρμογή των κανόνων βιοασφάλειας μπορεί να οδηγήσει σε μολύνσεις με πολύ σοβαρές συνέπειες (ιός έμπολα).
- Οι πιο συνηθισμένες κατηγορίες παθογόνων μικροβιολογικών παραγόντων είναι οι **ιοί** και τα **βακτήρια**
- Η ανακάλυψη του ιού HIV είχε ως αποτέλεσμα την εφαρμογή αυστηρότερων κανόνων βιοασφάλειας.
- Ο ιός της ηπατίτιδας (A, B, C, D) είναι ο πιο συνηθισμένος κίνδυνος για εργαζόμενους στην κλινική χημεία.

# Καλές Εργαστηριακές Πρακτικές κατά τη Χρήση Βιολογικών Παραγόντων

Follow safe lab practices—and don't bring germs home with you.



**Always wash your hands with soap and water...**

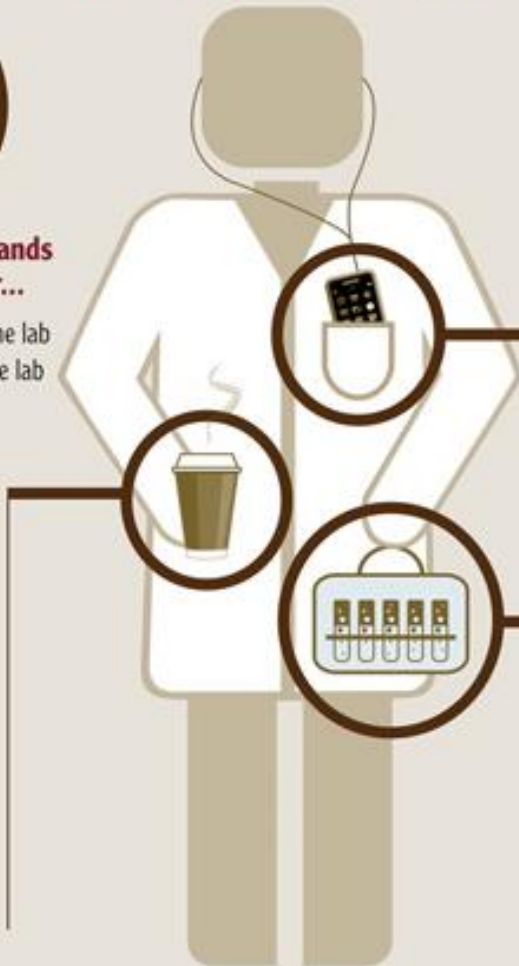
- ▶ Right after working in the lab
- ▶ Just before you leave the lab

**Avoid contamination while in the lab.**

Don't eat, drink, or put things in your mouth (such as gum)

Don't touch your mouth or eyes

Don't put on cosmetics (like lip balm) or handle your contact lenses



**Don't carry dangerous germs from the laboratory home with you.**

Leave personal items outside of the lab so you don't contaminate them: cell phone, car keys, tablet or laptop, MP3 player

Keep work items off of bench areas where you do experiments: backpacks, notebooks, pencils, pens

**Leave lab supplies inside the lab.**

If you must take supplies out of the lab, keep them in a separate bag so you don't contaminate anything else

**Leave your experiment inside the lab so you can stay healthy outside the lab.**

## Τρόποι Έκθεσης:

- Κατάποση
- Εισπνοή
- Επαφή με το Δέρμα ή τα μάτια
- Ενέσιμα

**Σήμανση Βιολογικών Κινδύνων**



# Περιορίζοντας τους Βιολογικούς Κινδύνους

- Γυαλιά Προστασίας



- Γάντια Προστασίας: Κατά προτίμηση νιτριλίου διότι δεν προκαλεί αλλεργίες.



- Σωστό πλύσιμο χεριών



- Σωστή απόρριψη αιχμηρών αντικειμένων



- Απολύμανση του χώρου εργασίας: αραιωμένο διάλυμα χλωρίνης (πρέπει να φτιάχνεται καθημερινά καινούριο).

