

# ΑΛΚΟΟΛΕΣ

Τζούλια Αττά – Πολίτου  
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας  
Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Αθηνών

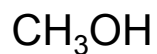
1

# ΑΛΚΟΟΛΕΣ

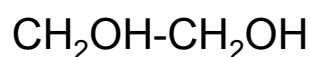
Αιθυλική Αλκοόλη (οινόπνευμα)



Μεθυλική Αλκοόλη



Αιθυλενογλυκόλη



2

## Αιθυλική Αλκοόλη (οινόπνευμα)

- Θεωρείται το πλέον διαδεδομένο ευφοριστικό
- Καταναλώνεται με τη μορφή οινόπνευματωδών ποτών
- Είναι ισχυρότατο κατασταλτικό του Κ.Ν.Σ.
- Η περιεκτικότητα των ποτών σε οινόπνευμα εκφράζεται % v/v ή σε βαθμούς Proof
- Ο βαθμός Proof είναι διπλάσιος της % v/v περιεκτικότητας  
100 Proof : περιεκτικότητα του ποτού σε οινόπνευμα 50 % v/v

3

## ΧΡΗΣΕΙΣ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ

- Το **καθαρό οινόπνευμα** ή με τη μορφή του “πράσινου” μετουσιωμένου οινόπνεύματος χρησιμοποιείται ως αντισηπτικό, διαλυτικό, καύσιμο, κ.λπ.
- **Μετουσιωμένο οινόπνευμα** περιέχει :  
μεθυλική αλκοόλη 5%,  
ακετόνη 10 %,  
μεθυλισοβουτυλοκετόνη 1,5%

4

## ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΩΔΩΝ ΠΟΤΩΝ ΣΕ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ

- Μπύρες 5 - 8 %
- Κρασιά 11 - 14 %
- Βαριά Ποτά 40 - 50 %  
(τσίπουρο, ούισκυ, τζιν, βότκα)

5

## Οινόπνευμα ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ – ΚΑΤΑΝΟΜΗ - ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ

### Απορρόφηση :

Η ποσότητα οινόπνεύματος που περιέχεται σε ένα ποτό απορροφάται :

- σχεδόν ποσοτικά από το γαστρεντερικό σωλήνα (κυρίως από το έντερο)
- ελάχιστα από το δέρμα και τους πνεύμονες

6

## ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ

➤ Εξαρτάται από :

### 1. πληρότητα ή κενότητα του στομάχου

πλήρης τροφής στομάχος : επιβραδύνει την απορρόφηση (απορρόφηση εντός 2-3 ωρών)

κενός στομάχος : απορρόφηση εντός μίας ώρας

### 2. είδος της τροφής στο στομάχο

Οι λιπαρές τροφές προκαλούν μεγαλύτερη επιβράδυνση στην απορρόφηση από τις λευκωματούχες ενώ οι αμυλούχες μικρότερη.

### 3. είδος του ποτού

Ποτά με CO<sub>2</sub> (ανθρακικό) απορροφούνται ταχύτερα διότι τα ανθρακικά ιόντα επιταχύνουν την κένωση του στομάχου.

### 4. περιεκτικότητα του ποτού σε οινόπνευμα

Ποτά με 10 -20% οινόπνευμα απορροφούνται ταχύτερα.

### 5. ατομικούς παράγοντες

εξάρτηση από το οινόπνευμα (χρόνιοι πότες), ψυχική διάθεση, ιδιαιτερότητα γαστρικού και εντερικού βλεννογόνου.

7

## ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΑΙΜΑ

- Η απορρόφηση ολοκληρώνεται σε 45' - 3h
- Μέγιστες συγκεντρώσεις στο αίμα:
  - μετά 45-90' από την κατανάλωση του ποτού (στην πλειονότητα των ατόμων μετά 1 h)

8

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ - ΚΑΤΑΝΟΜΗ

- Το οινόπνευμα διαχέεται προς το αίμα και όλους τους ιστούς
- Κατανέμεται ταχύτερα στους ιστούς με τη μεγαλύτερη αιμάτωση αλλά με την πάροδο του χρόνου επανακατανέμεται παντού
- Ο συντελεστής συγγένειας των ιστών προς την αιθυλική αλκοόλη εξαρτάται από την περιεκτικότητά τους σε νερό

Αίμα και νευρικός ιστός : μεγάλη συγγένεια

Λιπώδης και οστίτης ιστός : μικρή συγγένεια

9

## ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΙΘΥΛΙΚΗΣ ΑΛΚΟΟΛΗΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΥΓΡΑ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΑΙΜΑ

• Αίμα ολικό	1,00
• Πλάσμα ή ορός	1,12- 1,20
• Ούρα	1,30
• Εγκεφαλονωτιαίο υγρό	1,10 – 1,27
• Εγκέφαλος	0,85
• Ήπαρ	0,85
• Αέρας κυψελίδων	1 / 2100

Στοιχεία από τη βιβλιογραφία υπ. αριθμ. 8

10

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ – ΒΙΟΜΕΤΑΤΡΟΠΗ- ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ

- Το 90-98% της αιθυλικής αλκοόλης που απορροφήθηκε μεταβολίζεται στο ήπαρ με ενζυμική οξείδωση.

Σταδιακή βιομετατροπή προς  $\text{CH}_3\text{COOH}$

α) οξείδωση αιθυλικής αλκοόλης προς  $\text{CH}_3\text{CHO}$  (ακεταλδεΐδη)  
με το ένζυμο αλκοολική αφυδρογονάση

β) οξείδωση ακεταλδεΐδης προς  $\text{CH}_3\text{COOH}$

με το ένζυμο αλδεϋδική αφυδρογονάση

Απαραίτητη η παρουσία  $\text{NAD}$  (συμπαράγοντας) ως δέκτη υδρογόνου

γ) Το  $\text{CH}_3\text{COOH}$  αντιδρά με το συνένζυμο A και παράγεται ακετυλοσυνένζυμο A που εισέρχεται στον κύκλο Krebs, οπότε

δ) τελικά παράγεται  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$

- Το υπόλοιπο 2-10 % αποβάλλεται αναλλοίωτο από τους νεφρούς (με τα ούρα) καθώς και από τους πνεύμονες.
- Μικρές ποσότητες ανιχνεύονται σε ιδρώτα, σάλιο, δάκρυα, κ.λπ.

11

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ – ΡΥΘΜΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ

Ρυθμός μεταβολισμού :  $0,1 \text{ g /Kg} \cdot \text{h}$

- Σταθερά των Michaelis – Menten ( $K_m$ ) για την αλκοολική αφυδρογονάση =  $9,7 \text{ mg/dL}$  (εύρος  $8-14 \text{ mg/dL}$ )
- Μέγιστη ταχύτητα αντίδρασης ( $V_{max}$ ) =  $23,3 \text{ mg/dL}$  (εύρος  $22-24 \text{ mg/dL}$ )

Όταν η συγκέντρωση της αιθυλικής αλκοόλης (υποστρώματος) είναι  $\ll K_m$  :

➤ ο ρυθμός βιομετατροπής ακολουθεί κινητική πρώτης τάξης.

(ο ρυθμός περιγράφεται από την πρωτοταξική σταθερά του ρυθμού ( $K$ ) η οποία έχει μονάδες αντιστρόφου χρόνου, π.χ.  $\text{h}^{-1}$ )

(βλέπε slides υπ. αριθμ. 37, 38 αρχείου : διακίνηση τοξικών ουσιών)

Όταν η συγκέντρωση της αιθυλικής αλκοόλης είναι  $\gg K_m$  :

➤ ο ρυθμός είναι σταθερός (δεν εξαρτάται από τη συγκέντρωση του υποστρώματος).

(ο ρυθμός εκφράζεται σε μονάδες ποσότητας/χρόνο ή συγκέντρωσης/χρόνο)

(βλέπε slides υπ. αριθμ. 37, 38 αρχείου : διακίνηση τοξικών ουσιών)

- Σε συγκεντρώσεις αλκοόλης στο αίμα  $> 30 \text{ mg/dL}$  (δηλ.  $0,3 \text{ g/L}$ ) η κινητική είναι μηδενοταξική οπότε ο ρυθμός βιομετατροπής (μεταβολισμού) είναι σταθερός και ίσος με  $0,1 \text{ g /Kg} \cdot \text{h}$  ή  $100 \text{ mg /Kg} \cdot \text{h}$

12

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ - ΚΑΤΑΝΟΜΗ

- Η αιθυλική αλκοόλη κατανέμεται ισότιμα στην συνολική ποσότητα νερού του σώματος
- Συμπέρασμα:  
Η συγκέντρωση στο αίμα, κάθε χρονική στιγμή, παριστά την αραίωση της ποσότητας που υπάρχει εντός του σώματος στο ολικό ποσό των σωματικών υγρών
- Ο λόγος (R) της συγκέντρωσης της αιθυλικής αλκοόλης στο σώμα προς τη συγκέντρωση της αιθυλικής αλκοόλης στο αίμα είναι σταθερός για κάθε είδος
- **ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ : R = 0,7**
- Το R χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ποσότητας της αλκοόλης στο σώμα τη στιγμή της αιμοληψίας

13

## Σχέση υπολογισμού ποσότητας αιθυλικής αλκοόλης στο σώμα κατά τη στιγμή της αιμοληψίας

$$A = R \cdot C \cdot B \quad (\text{σχέση 1})$$

**A** : ποσότητα αιθυλικής αλκοόλης στο σώμα (g) κατά τη στιγμή της αιμοληψίας

**C** : συγκέντρωση αιθυλικής αλκοόλης στο αίμα (mg/g ή g/Kg) κατά τη στιγμή της αιμοληψίας

**B** : βάρος σώματος σε Kg

**R** = 0,7 ( λόγος συγκέντρωσης της αλκοόλης στο σώμα προς τη συγκέντρωση της αλκοόλης στο αίμα)

- Στη σχέση (1) για τη C μπορούν να χρησιμοποιηθούν μονάδες mg/mL ή g/L, διότι :
- Μπορεί να θεωρηθεί ότι η τιμή της C στο αίμα σε (mg/mL ή g/L), που προσδιορίζεται εργαστηριακά και αντιστοιχεί στη στιγμή της αιμοληψίας, είναι αριθμητικά πρακτικά ίση με την τιμή της C στο αίμα σε (mg/g ή g/Kg), δεδομένου ότι η πυκνότητα d του αίματος είναι 1,06 g/mL (ή 1,06 Kg/L) δηλαδή περίπου ίση με 1 g/mL (ή 1 Kg/L).

14

Σχέση υπολογισμού ποσότητας αιθυλικής αλκοόλης στο σώμα κατά τη στιγμή του τροχαίου ατυχήματος

$$\mathbf{P = A + 0,1 \cdot B \cdot t = R \cdot C \cdot B + 0,1 \cdot B \cdot T} \quad (\text{σχέση 2})$$

- P** : ποσότητα αιθυλικής αλκοόλης στο σώμα (g) κατά τη στιγμή του τροχαίου ατυχήματος  
**A** : ποσότητα αλκοόλης στο σώμα (g) κατά τη στιγμή της αιμοληψίας [A = R.C.B από τη σχέση (1)]  
**C** : συγκέντρωση οιοπνεύματος στο αίμα (mg/mL ή g/L) κατά τη στιγμή της αιμοληψίας  
**B** : βάρος σώματος (Kg)  
**t** : χρόνος (h) που παρήλθε από το τροχαίο ατύχημα μέχρι τη δειγματοληψία  
**R = 0,7** (λόγος συγκέντρωσης της αλκοόλης στο σώμα προς τη συγκέντρωση της αλκοόλης στο αίμα)

**Ρυθμός μεταβολισμού οιοπνεύματος:**

$$\mathbf{0,1 \text{ g / Kg} \cdot \text{h} = 100 \text{ mg / Kg} \cdot \text{h}}$$

15

Σχέση υπολογισμού συγκέντρωσης αλκοόλης στο αίμα σε προγενέστερο χρόνο δηλαδή κατά τη στιγμή του τροχαίου ατυχήματος (C ατυχ)

**t** : χρόνος (h) που παρήλθε από το ατύχημα μέχρι τη δειγματοληψία του αίματος

Η συγκέντρωση της αλκοόλης στο αίμα την ώρα του ατυχήματος (**C ατυχ**) υπολογίζεται από την σχέση (1) με αντικατάσταση :

α) του **A** με το **P**, και

β) της **C** (συγκέντρωση αλκοόλης στο αίμα (σε mg/ml ή g/L) κατά την δειγματοληψία του αίματος, με την **C ατυχ**, οπότε :

Η σχέση (1) :  $A = R \cdot C \cdot B = 0,7 \cdot C \cdot B$  γίνεται :

$$P = 0,7 \cdot (C \text{ ατυχ}) \cdot B \Rightarrow C \text{ ατυχ} = P / 0,7 \cdot B$$

αλλά από τη σχέση (2) :  $P = 0,7 \cdot C \cdot B + 0,1 \cdot B \cdot t$  οπότε με αντικατάσταση προκύπτει:

$$C \text{ ατυχ} = [0,7 \cdot C \cdot B + 0,1 \cdot B \cdot t] / 0,7 \cdot B \Rightarrow C \text{ ατυχ} = [0,7 \cdot C + 0,1 \cdot t] / 0,7 \Rightarrow$$

$$C \text{ ατυχ} (\text{g/Kg}) = [0,7 \cdot C (\text{g/Kg}) + 0,1 (\text{g / Kg} \cdot \text{h}) \cdot t (\text{h})] / 0,7 \Rightarrow$$

$$C \text{ ατυχ} (\text{g/Kg}) = C (\text{g/Kg}) + 0,143 (\text{g / Kg} \cdot \text{h}) \cdot t (\text{h}) \quad (\text{σχέση 3})$$

Οι τιμές των C και C ατυχ σε μονάδες (g/Kg) είναι πρακτικά αριθμητικά ίσες με τις αντίστοιχες τιμές σε μονάδες (g/L) (διότι η πυκνότητα d του αίματος είναι ίση με 1,06 g/ml = 1,06 Kg/L), οπότε για τον υπολογισμό χρησιμοποιείται η σχέση (4) :

$$C \text{ ατυχ} (\text{g/L}) = C (\text{g/L}) + 0,143 (\text{g / Kg} \cdot \text{h}) \cdot t (\text{h}) \quad (\text{σχέση 4})$$

16



Σχέση υπολογισμού συγκέντρωσης αλκοόλης στο αίμα σε προγενέστερο χρόνο δηλαδή κατά τη στιγμή του τροχαίου ατυχήματος (C ατυχ)

Όταν η C εκφράζεται σε μονάδες mg/dL η σχέση (4) παίρνει τη μορφή της σχέσης (5):

$$C \text{ ατυχ (mg/dL)} = C \text{ (mg/dL)} + 14,3 \text{ (mg / Kg . h)} \cdot t \text{ (h)} \quad (\text{σχέση 5})$$

Αδρά υπολογίζεται ότι η συγκέντρωση του οινοπνεύματος στο αίμα μειώνεται, λόγω μεταβολισμού, κατά  $15 \text{ mg / dL} \cdot \text{h}$  ή  $0,15 \text{ g / L} \cdot \text{h}$  (σε χρόνιους αλκοολικούς η μείωση μπορεί να φθάσει τα  $40 \text{ mg / dL} \cdot \text{h}$ )

Μετατροπή μονάδων :  $1 \text{ g/L} = 100 \text{ mg/dL}$  ή  
 $1 \text{ mg/dL} = 0,01 \text{ g/L}$

**Σε θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα (t = 0) οπότε: A = Π**

Τελικά, η C ατυχ υπολογίζεται στην πράξη αριθμητικά από τις σχέσεις :

$$\begin{aligned} C \text{ ατυχ (g/L)} &= C \text{ (g/L)} + 0,143 \cdot t && (\text{o χρόνος } t \text{ εκφράζεται σε ώρες)} \\ C \text{ ατυχ (mg/dL)} &= C \text{ (mg/dL)} + 14,3 \cdot t && (\text{o χρόνος } t \text{ εκφράζεται σε ώρες)} \end{aligned}$$

17

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ – ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ

- Η ποσότητα της αιθυλικής αλκοόλης που αποβάλλεται από τους πνεύμονες είναι περίπου ίση με αυτή που αποβάλλεται από τους νεφρούς
- Η σχέση κατανομής οινοπνεύματος μεταξύ κυψελιδικού αέρα και αίματος των πνευμόνων είναι **2.100 :1**
- Δηλαδή: 2.100 mL κυψελιδικού αέρα περιέχουν την ίδια ποσότητα οινοπνεύματος που περιέχει 1 mL αίματος
- Η σχέση αυτή χρησιμοποιείται κατά τη μέτρηση οινοπνεύματος στον εκπνεόμενο αέρα (αλκοτέστ)

18

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ – ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΤΟΞΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

- Κατασταλτική δράση στο Κ.Ν.Σ., που ασκείται στα ανώτερα κέντρα του φλοιού του εγκεφάλου τα οποία ελέγχουν τις φυσιολογικές αναστολές.
- Αρχικά οι αναστολές καταργούνται. Το άτομο τώρα βρίσκεται υπό την επίδραση των κατώτερων κέντρων του υποθαλάμου οι εκδηλώσεις των οποίων δίδουν την εντύπωση διεγερτικής ενέργειας στο Κ.Ν.Σ.
- Στη συνέχεια, με τη λήψη μεγαλύτερης δόσης, δημιουργείται πλήρης καταστολή του Κ.Ν.Σ. οπότε επέρχεται κώμα.
- Μορφές δηλητηρίασης:
  - οξεία δηλητηρίαση (χαρακτηρίζεται ως «μέθη»)
  - χρόνια δηλητηρίαση

19

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ - ΜΕΘΗ

Με τον όρο «μέθη» νοείται η κατάσταση εκείνη στην οποία περιέρχεται ένα άτομο, μετά από κατανάλωση οινοπνευματώδους ποτού, σε ποσότητα ικανή να το αποστερήσει, προσωρινά, από τον έλεγχο των σωματικών ή πνευματικών λειτουργιών του ή να επηρεάσει αυτές, σε τέτοιο σημείο, ώστε να μπορεί να προκαλέσει βλάβη σε άλλο άτομο ή ουσιώδη διατάραξη της δημόσιας τάξης

20

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ – ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΟΞΕΙΑΣ ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗΣ

### ➤ Γενικά

- Διαταραχή πνευματικών λειτουργιών (μνήμη, κρίση)
- Διανοητική σύγχυση και απώλεια αυτοελέγχου
- Έξαρση θυμικού
- Επίδραση στην κινητική λειτουργία λόγω μυϊκής ασυνέργειας
- Επίδραση στην ομιλία
- Επίδραση στις ανατακλαστικές λειτουργίες

21

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ – Συμπτωματολογία οξείας δηλητηρίασης

### ➤ 1<sup>ο</sup> στάδιο

- Συμπεριφορά που δείχνει άνεση και αυτοπεποίθηση.
- Μείωση ικανότητας για εκτέλεση λεπτών εργασιών.
- Ελαφρά διέγερση, λογόρροια, διευκόλυνση κινητικών λειτουργιών (χειρονομίες)
- Μείωση του χρόνου αντίδρασης και αύξηση της πιθανότητας λάθους σε εργασίες
- Ελάττωση μνήμης και άμβλυνση αντίληψης
- Το άτομο γίνεται πιο αυθόρμητο και «πρωτόγονο»
- Αύξηση ερωτικής διάθεσης λόγω άρσης αναστολών
- Άμβλυνση αισθήματος καμάτου
- Δυσκολία για παραμονή σε όρθια στάση (το άτομο παραπαίει)

22

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ – Συμπτωματολογία οξείας δηλητηρίασης

### ➤ 2<sup>ο</sup> στάδιο

- Πλήρης απώλεια ελέγχου των πράξεων λόγω καταστολής των ανώτερων εγκεφαλικών κέντρων
- Βίαιη συμπεριφορά (αξιόποινες πράξεις)
- Δυσαρθρία, έμετοι, ταχυκαρδία, σιελόρροια
- Πτώση θερμοκρασίας σώματος (υποθερμία λόγω αγγειοδιαστολής = χαρακτηριστικό σύμπτωμα)
- Ψευδές αίσθημα αύξησης θερμοκρασίας (« πίνω στο κρύο για να ζεσταθώ»)
- Διαταραχή ψυχισμού
- Διαταραχή του ψυχισμού (το μεθυσμένο άτομο κλαίει ή γελάει, υβρίζει, ερωτοτροπεί κ.λπ.)

23

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ – Συμπτωματολογία οξείας δηλητηρίασης

### ➤ 3<sup>ο</sup> στάδιο

- Ολοκληρωτική απώλεια συνείδησης
- Περίλουση του πάσχοντα με άφθονο ιδρώτα
- Διαστολή κόρης οφθαλμών
- Διαταραχή αναπνοής
- Έντονη υποθερμία λόγω αγγειοδιαστολής
- Πτώση πίεσης αίματος
- Κατάργηση αντανακλαστικών
- ΚΩΜΑ

### ➤ 4<sup>ο</sup> στάδιο

- Επιδείνωση των συμπτωμάτων του 3<sup>ου</sup> σταδίου
- Παράλυση κέντρου αναπνοής και ΘΑΝΑΤΟΣ

Στην οξεία δηλητηρίαση, μετά από λήψη μεγάλης ποσότητας οινόπνεύματος σε μικρό χρόνο, τα συμπτώματα εξελίσσονται ραγδαία, χωρίς διαχωρισμό των σταδίων μεταξύ τους.

24

## Συσχέτιση συγκεντρώσεων οινόπνευματος στο αίμα και συμπτωματολογίας

Στοιχεία από τη βιβλιογραφία υπ. αριθμ. 8

### Αλκοόλη στο αίμα (mg/dL)

- Μέχρι 50
- 50-100
- 100-200
- 200-300
- 300-350
- >350

### Συμπτωματολογία

- Δύσκολα διαγνώσιμες διαταραχές, άτομο νηφάλιο
- Άρση αναστολών, φλυαρία, υπερεμπιστοσύνη
- Μείωση ικανοτήτων, σύγχυση, διαταραχή ομιλίας
- Ελάττωση αντανακλαστικών, απώλεια αισθήσεων
- Καταστολή των αντανακλαστικών, απώλεια θερμότητας
- Κώμα, θάνατος

25

## ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ – ΘΑΝΑΤΗΦΟΡΕΣ ΔΟΣΕΙΣ

- Ενήλικας μέσου βάρους :  
θάνατος με 300 – 400 mL καθαρό οινόπνευμα
- Παιδιά :  
Σοβαρές δηλητηριάσεις με δόσεις 1 mL / Kg

26

**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΟΤΩΝ ΠΟΥ ΟΔΗΓΕΙ ΣΕ  
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΑΙΜΑ  
80 mg/dL (0,8 g/L)**

Είδος ποτού	Περιεκτικότητα (v/v%) σε αιθυλική αλκοόλη	Κατανάλωση (mL)
Μπύρα	6	650
Κρασί (ρετσίνα)	14	280
Κρασί (αρετσίνωτο)	16	245
Μαυροδάφνη	17	230
Ούζο	40	100
Κονιάκ	48	80
Whiskey	60	65

Τα δεδομένα αναφέρονται σε λήψη ποτού από άτομο βάρους 70 Kg  
Στοιχεία από τη βιβλιογραφία υπ. αριθμ. 8

27

**ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΥΓΡΑ**

➤ **Κανόνες για τη συλλογή των δειγμάτων αίματος**

**1. Αίμα από ζώντα**

- Λήψη όγκου 5 mL με φλεβοκέντιση μέσω ξηράς σύριγγας (2 δείγματα). Αποφυγή χρήσης αλκοολικού ή αιθερικού διαλύματος για αντισηψία του δέρματος.
- Προσθήκη αντιπηκτικού.
- Μεταφορά σε αποστειρωμένο σωληνάριο ή φιαλίδιο που περιέχει NaF (σε συγκέντρωση 2-5 mg/mL) ως αντισηπτικό ή ανασταλτικό της ζύμωσης.
- Πλήρωση φιαλιδίου μέχρι το χείλος και πωματισμός του με ελαστικό πώμα (παρεμπόδιση εξάτμισης).
- Δυνατή η αποστολή του δείγματος στο τοξικολογικό εργαστήριο εντός 10 ημερών με κατάλληλες συνθήκες φύλαξης.

28

## ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΥΓΡΑ

### 2. Αίμα από πτώμα

- Συλλογή δείγματος μακριά από το στόμαχο διότι το οινόπνευμα διαχέεται από τα τοιχώματα του στομάχου προς το θώρακα μολύνοντας το αίμα της καρδιάς και των μεγάλων αγγείων.
- Προτιμητέα η συλλογή από τη μηριαία φλέβα.
- Ανάλυση δείγματος εντός 10 ημερών.
- Πρόβλημα κατά την ανάλυση προκαλεί η παρουσία θρόμβων στο δείγμα ή το αιμολυμένο δείγμα.  
Κατάλληλος χειρισμός δείγματος για “σπάσιμο” των θρόμβων.
- Προτιμητέα η ανάλυση εντός 2-3 ημερών.

29

## ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΑΙΜΑ ΑΜΦΙΣΒΗΤΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΑΝΕΞΕΤΑΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΑΙΜΑΤΟΣ

- Το αντίδειγμα φυλάσσεται στο ψυγείο του εργαστηρίου για πιθανή επανεξέταση και για ορισμένο χρονικό διάστημα
- Κατά την επανεξέταση:
  - α) η ανάλυση διενεργείται στο αντίδειγμα από διαφορετικό αναλυτή
  - β) το άτομο που αμφισβήτησε το αρχικό αποτέλεσμα μπορεί να ζητήσει την παρουσία πραγματογνώμονα κατά την επανεξέταση του δείγματος

30

## ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΥΓΡΑ

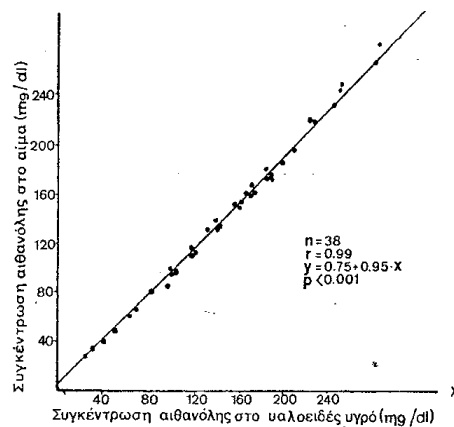
### 3. Ούρα

- Λήψη δύο δειγμάτων (50 mL έκαστο), το ένα κατά την κένωση της ουροδόχου κύστης και το άλλο μετά 45'.
- Μεταφορά σε φιαλίδια που περιέχουν NaF.
- Πωματισμός με ελαστικό πώμα

### 4. Εγκεφαλική ουσία (πρωματικό υλικό)

### 5. Υαλοειδές υγρό (πρωματικό υλικό)

31



Ειγ. Θ31. Σχέση συγκεντρώσεως αλκοόλης στο υαλοειδές υγρό του οφθαλμού (X) και στο αίμα (Y).

Εικόνα από βιβλιογραφία υπ.αριθμ.12, σελ. 296

32



## ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΑΙΜΑ

Παλαιότερα χρησιμοποιούμενες μέθοδοι (έμμεσες):

- Μικρομέθοδος με διάχυση
- Μακρομέθοδος με απόσταξη

Μειονέκτημα : προσδιορισμός όλων των πτητικών αναγωγικών ουσιών στο δείγμα (μη εκλεκτικές μέθοδοι)

Πηγές για την παρουσία αναγωγικών ουσιών στο δείγμα :

1. Σε παθολογικές καταστάσεις (διαβήτης ή ασπία) παρουσιάζονται ενδογενείς πτητικές αναγωγικές ουσίες (κετονικά σώματα). Αύξηση αποτελέσματος ανάλυσης στο αίμα κατά 40 mg αλκοόλης / dL
2. Σε θεραπευτική χορήγηση ουροτροπίνης σχηματίζεται HCHO (αναγωγικό)

33

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΑΙΜΑ

- Σήμερα χρησιμοποιείται **αέριος υγροχρωματογραφία υπερκείμενης φάσης** (GC- Head Space)

Πλεονεκτήματα :

1. Δυνατότητα ταυτόχρονου προσδιορισμού όλων των πτητικών ουσιών στο δείγμα (αλκοόλη, μεθανόλη, ακετόνη, ισοπροπανόλη)
2. Υψηλή ακρίβεια και επαναληψιμότητα
3. Απαιτείται επώαση του δείγματος και παρουσία άλατος
4. Δυνατότητα ταυτόχρονης επώασης πολλών δειγμάτων
5. Μικρός χρόνος ανάλυσης

34

## ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΕΚΠΝΕΟΜΕΝΟ ΑΕΡΑ (Alcotest)

- 2.100 mL κυψελιδικού αέρα περιέχουν την ίδια ποσότητα οινόπνεύματος που περιέχει 1 mL αίματος
- Παράδειγμα μετατροπής συγκέντρωσης οινόπνεύματος στο αίμα σε συγκέντρωση οινόπνεύματος στον εκπνεόμενο αέρα :
  - Συγκέντρωση οινόπνεύματος στο αίμα 0,5 g/L  
 $0,5 \text{ g/L} = 50 \text{ mg/dL} = 0,5 \text{ mg/mL}$   
Σε 2.100 mL κυψελιδικού αέρα ή 2,1L κυψελιδικού αέρα περιέχεται 0,5 mg αιθυλικής αλκοόλης  
Οπότε, σε 1L κυψελιδικού αέρα περιέχονται :  $0,5\text{mg} : 2,1\text{L} = 0,24 \text{ mg/L}$ ,  
Άρα:
  - Συγκέντρωση οινόπνεύματος στον εκπνεόμενο αέρα 0,24 mg/L

Συχνά η αντιστοιχία γίνεται για 1 mL αίματος με 2000 mL κυψελιδικού αέρα οπότε για **0,5 g/L** στο αίμα προκύπτει συγκέντρωση οινόπνεύματος στον εκπνεόμενο αέρα ίση με **0,25 mg/L**

35

## ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΟΞΕΙΑΣ ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗΣ ΜΕ ΑΛΚΟΟΛΗ

- Κένωση στομάχου
- Διατήρηση αναπνοής και θερμοκρασίας
- Οξυγόνωση
- Διατήρηση αλκαλικών ούρων
- Χορήγηση διαλύματος  $\text{NaHCO}_3$  (σόδας)  
(η αλκοόλη μεταβολίζεται σε  $\text{CH}_3\text{COOH}$  οπότε το  $\text{NaHCO}_3$  χορηγείται για την αντιμετώπιση της μεταβολικής οξέωσης που προκαλείται)
- Χορήγηση σακχαρούχου ορού (σε υπογλυκαιμία)
- Αιμοδιύλιση για συγκεντρώσεις στο αίμα  $> 500 \text{ mg /dL}$

36

## ΧΡΟΝΙΑ ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ (ΑΛΚΟΟΛΙΣΜΟΣ)

- Ο όρος «αλκοολισμός» αφορά μια σαφέστατα εγκατεστημένη ΕΞΑΡΤΗΣΗ από το οινόπνευμα και δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει απλώς μια υπερβολική κατανάλωσή του
- Ο αλκοολισμός αποτελεί εξελισσόμενη ασθένεια που χαρακτηρίζεται από χρόνια λήψη οινόπνευματος
- Το άτομο εμφανίζει «σύνδρομο αποστέρησης»
- Βλάβες : στο ήπαρ, νεφρούς, καρδιά, νευρικό σύστημα, ψυχιατρικές εκδηλώσεις (οξεία αλκοολική ψύχωση)
- Αποτοξίνωση με χορήγηση δισουλφιράμης (Antabuse)

37

## ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΑΛΚΟΟΛΙΣΜΟ

- Ήπαρ : λιπώδης εκφύλιση, κίρρωση
- Νεφροί : νεφροσκλήρυνση
- Καρδιά : υπερτροφία, μυοκαρδιοπάθεια
- Πεπτικό : χρόνια γαστρίτιδα (πρωϊνοί έμετοι, άλγος, διαρροϊκές κενώσεις, κ.λπ.)
- Νευρικό : τρόμος, πολυνευρίτιδα, ατροφία εγκεφάλου
- Ψυχιατρικές εκδηλώσεις : παραλήρημα, ψευδαισθήσεις όρασης και ακοής, αλκοολική ψύχωση, κ.λπ.

38

## ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΙΘΥΛΙΚΗΣ ΑΛΚΟΟΛΗΣ ΜΕ ΦΑΡΜΑΚΑ

- Η αιθυλική αλκοόλη αλληλεπιδρά με πολλές κατηγορίες φαρμάκων
  - Εμφανίζεται δυναμική συνέργεια σε λήψη με άλλα κατασταλτικά του Κ.Ν.Σ.  
(οπιούχα, υπνωτικά, αγχολυτικά κ.λπ.)
  - Οι αλληλεπιδράσεις είναι :  
φαρμακοδυναμικές ή και φαρμακοκινητικές
  - Κατά την τοξικολογική ανάλυση σε δείγματα αίματος από τροχαία ατυχήματα :
- εκτός από τον προσδιορισμό οινόπνευματος στο αίμα απαιτείται και η ανίχνευση πιθανής παρουσίας φαρμάκων και συχνά ο ποσοτικός προσδιορισμός τους

39

## ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΩΝ

- Σε ταυτόχρονη λήψη οινόπνευματος και ορισμένων φαρμάκων η αλληλεπίδρασή τους μπορεί να προκαλέσει αύξηση της δράσης τους (συνέργεια)
- Περισσότερα από 150 φάρμακα αλληλεπιδρούν με το οινόπνευμα και επηρεάζουν την ικανότητα για οδήγηση

40

## ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ

- Ψυχοφάρμακα (αντικαταθλιπτικά, αγχολυτικά, διεγερτικά, νευροληπτικά, ανορεξιογόνα)
- Υπνωτικά
- Ισχυρά αναλγητικά
- Αντιεμετικά και αντιϊσταμινικά
- Αντιυπερτασικά
- Αντιδιαβητικά
- Αντιπηκτικά
- Κεντρικώς δρώντα μυοχαλαρωτικά
- Τοπικά αναισθητικά κ.λπ.

41

## ΟΔΗΓΗΣΗ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΗΡΡΕΙΑ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ

- «Ένοχη συγκέντρωση» αιθυλικής αλκοόλης στο αίμα ονομάζεται η συγκέντρωση πάνω από την οποία είναι δυνατός ο καταλογισμός ευθύνης σε οδηγούς σε περίπτωση τροχαίου ατυχήματος.
- Η ένοχη συγκέντρωση είναι διαφορετική στις διάφορες χώρες.
- Για την Ελλάδα ισχύει το όριο των 50 mg /dL (0,5 g /L) (Άρθρο 42 Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας, ν.3542/2007)
- Επιβάλλονται ποινές ανάλογα με τη συγκέντρωση του οινοπνεύματος

42

Κλιμακούμενες ποινές ανάλογα με τη συγκέντρωση του οινόπνεύματος στο δείγμα σύμφωνα με το Άρθρο 42 του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας, ν.3542/2007

- Για συγκέντρωση οινόπνεύματος στο αίμα : 0,5 – 0,8 g/L  
(μέθοδος αιμοληψίας) ή  
0,25 - 0,40 mg/L εκπνεόμενου αέρα (συσκευή αλκοολόμετρου)  
➤ ΠΡΟΣΤΙΜΟ : 200,00 Ευρώ
- Για συγκέντρωση οινόπνεύματος στο αίμα : 0,8 -1,10 g/L ή  
0,40 - 0,60 mg/L εκπνεόμενου αέρα (συσκευή αλκοολόμετρου)  
➤ ΠΡΟΣΤΙΜΟ : 700,00 Ευρώ + αφαίρεση άδειας οδήγησης για 90 μέρες
- Για συγκέντρωση οινόπνεύματος στο αίμα : >1,10 g/L ή  
> 0,60 mg/L εκπνεόμενου αέρα  
➤ ΠΡΟΣΤΙΜΟ : 1200,00 Ευρώ + Φυλάκιση 2 μηνών + αφαίρεση άδειας οδήγησης για 180 μέρες

43

### ΜΕΘΑΝΟΛΗ (ή ξυλόπνευμα) CH<sub>3</sub>OH

- **Χρήσεις** : Ως αντιψυκτικό, διαλυτικό βερνικιών, χρωμάτων και για τη μετουσίωση της αιθυλικής αλκοόλης
- **Απορρόφηση** : από τον γαστρεντερικό σωλήνα και το δέρμα ενώ σε εισπνοή ατμών από τους πνεύμονες
- **Βιομετατροπή** : στο ήπαρ υφίσταται ενζυμική οξειδωση προς HCHO (30 φορές τοξικότερη της μεθανόλης) και HCOOH (6 φορές τοξικότερο της μεθανόλης).  
Το HCOOH ευθύνεται για την οξέωση που προκαλείται.  
μεθανόλη → HCHO (αλκοολική αφυδρογονάση)  
HCHO → HCOOH (αλδεϋδική αφυδρογονάση)

44

## ΜΕΘΑΝΟΛΗ (CH<sub>3</sub>OH)

- **Μηχανισμός τοξικότητας :**

Τα ενδιάμεσα προϊόντα μεταβολισμού της δηλαδή η HCHO και το HCOOH είναι 30 και 6 φορές, αντίστοιχα, τοξικότερα της μεθανόλης)

Η μεθανόλη είναι τοξικότερη της αιθανόλης

- **Κατανομή :**

Σε δηλητηρίαση, μεγάλες συγκεντρώσεις μεθανόλης ανευρίσκονται στο οπτικό νεύρο και το υαλοειδές σώμα του οφθαλμού

- **Κλινική εικόνα :**

Βλάβες εντοπίζονται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του οφθαλμού. Διαταραχή της όρασης.

Το HCOOH ευθύνεται για την βαρεία μεταβολική οξέωση που προκαλείται. Το pH των ούρων μειώνεται γύρω στο 5.

45

## ΜΕΘΑΝΟΛΗ (ή ξυλόπνευμα) CH<sub>3</sub>OH ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

- Αντιμετώπιση της οξέωσης με χορήγηση NaHCO<sub>3</sub>
- Αντίδοτο σε δηλητηρίαση με μεθανόλη είναι η αιθυλική αλκοόλη διότι :

- Το ενζυμικό σύστημα που καταλύει την οξείδωση της μεθυλικής αλκοόλης έχει πολύ μεγαλύτερη προτίμηση προς την αιθυλική αλκοόλη.
- Σε παρουσία και των δύο αλκοολών το ένζυμο προτιμά την αιθυλική αλκοόλη.
- Με τον τρόπο αυτό ελαττώνεται η τοξικότητα της μεθυλικής (διότι δεν μετατρέπεται σε HCHO και HCOOH) και έτσι αποβάλλεται από τους νεφρούς και τους πνεύμονες

46

## ΑΙΘΥΛΕΝΟΓΛΥΚΟΛΗ (CH<sub>2</sub>OH-CH<sub>2</sub>OH)

- **Χρήσεις :**  
Ως αντιψυκτικό, διαλυτικό και ως αντιδραστήριο για τη σύνθεση άλλων ενώσεων.
- **Απορρόφηση :**  
Κυρίως από το έντερο
- **Βιομετατροπή :**  
Στο ήπαρ υφίσταται ενζυμική οξείδωση.  
Τα δύο υδροξύλιά της υφίστανται διαδοχικά στάδια οξείδωσης.  
Μεταβολίτες : γλυοξάλη, γλυοξιλικό οξύ, γλυκολικό οξύ, μυρμηκικό και οξαλικό οξύ. Αποβάλλονται από τα ούρα.
- **Τοξικότητα :**  
Οι μεταβολίτες, λόγω του όξινου χαρακτήρα, οδηγούν σε οξέωση αλλά είναι και νεφροτοξικοί.

47

## ΑΙΘΥΛΕΝΟΓΛΥΚΟΛΗ (CH<sub>2</sub>OH-CH<sub>2</sub>OH) ΟΞΕΙΑ ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ

- Καταστολή του Κ.Ν.Σ.
- Θάνατος από κατάργηση της αναπνοής

48



## ΑΙΘΥΛΕΝΟΓΛΥΚΟΛΗ (CH<sub>2</sub>OH-CH<sub>2</sub>OH)

### ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

- Αντίδοτο σε δηλητηρίαση με αιθυλενογλυκόλη είναι η αιθυλική αλκοόλη διότι :
  - Το ενζυμικό σύστημα που καταλύει την οξείδωση της αιθυλενογλυκόλης ( αλκοολική αφυδρογονάση) έχει πολύ μεγαλύτερη προτίμηση προς την αιθυλική αλκοόλη.
  - Σε ταυτόχρονη παρουσία και των δύο αλκοολών το ένζυμο προτιμά την αιθυλική αλκοόλη.  
(όπως συμβαίνει και με τη μεθυλική αλκοόλη)

49

### Ορισμοί : Αναπνευστική Οξέωση

- Απόκλιση από το φυσιολογικό στην ανταλλαγή O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> στους πνεύμονες.
- Μη επαρκής αποβολή του CO<sub>2</sub> από το αίμα δια μέσου των πνευμόνων.

Μπορεί να οφείλεται σε :

- α) εκούσια αναστολή των αναπνευστικών κινήσεων για κάποιο διάστημα (π.χ. καταδύσεις)
- β) σε παθολογικά αίτια π.χ. διαταραχές :  
του αναπνευστικού κέντρου, των πνευμόνων και των αεροφόρων οδών

50

## Ορισμοί : Αναπνευστική Αλκάλωση

- Υπέρμετρη αποβολή  $\text{CO}_2$  από το αίμα δια μέσου των πνευμόνων

Μπορεί να οφείλεται σε :

- α) εκούσια υπέρπνοια (σπάνια)
- β) υπέρμετρο αερισμό των πνευμόνων  
(π.χ., σε ψυχονευρωτική νόσο)
- γ) άνοδο σε μεγάλο υψόμετρο  
(λόγω της υπέρπνοιας που προκαλεί η ένδεια  $\text{O}_2$ )

51

## Ορισμοί : Μεταβολική Οξέωση

Προκύπτει από πρόσληψη οξέων ή από μεγάλη απώλεια αλκαλίων ή από αδυναμία των νεφρών να απεκκρίνουν οξέα που παράγονται στον οργανισμό

Περιπτώσεις κατά τις οποίες επέρχεται μεταβολική οξέωση :

- α) εισαγωγή στον οργανισμό οξέων ή ουσιών που μέσα στον οργανισμό μπορούν να μετατραπούν σε οξέα, π.χ.
  1. χορήγηση αραιού υδροχλωρικού οξέος σε υποχλωριδρία
  2. χορήγηση  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (στο ήπαρ μετατρέπεται σε ουρία και  $\text{HCl}$ ).  
Επέρχεται μείωση του  $\text{NaHCO}_3$  αφού αυτό χρησιμοποιείται για εξουδετέρωση του παραχθέντος  $\text{HCl}$ .
- β) παραγωγή περίσσειας οξέων σε παθολογικές καταστάσεις π.χ. σακχαρώδης διαβήτης. Παράγεται β-οξυ-βουτυρικό οξύ και ακετοξικό οξύ που εξουδετερώνονται με κατανάλωση  $\text{NaHCO}_3$  (δηλ. επέρχεται μείωση της ποσότητας του  $\text{NaHCO}_3$ )
- γ) κατακράτηση οξέων λόγω μη επαρκούς αποβολής τους από τους νεφρούς
- δ) αποβολή  $\text{NaHCO}_3$  σε μεγάλα ποσά (διάρροια, έμετοι)

52

## Ορισμοί : **Μεταβολική Αλκάλωση**

Προκύπτει από :

- α)** εισαγωγή στον οργανισμό σημαντικής ποσότητας αλκαλίου (συνήθως  $\text{NaHCO}_3$ ) π.χ. σε υπερχλωρυδρία
- β)** αλληπάλληλους εμέτους κατά τη διάρκεια των οποίων αποβάλλεται περιεχόμενο στομάχου που περιέχει  $\text{HCl}$

53

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Toxicology, the basic science of poisons, Casarett and Doull's, 7<sup>th</sup> edition, Editor: Curtis D. Klaassen, McGraw-Hill Publishing Co., 2008.
2. Disposition of toxic drugs and chemicals in man, R.C. Baselt, 8<sup>th</sup> edition, Biomedical Publications, Foster City, CA, ISBN 978-0-9626523-7-0, 2008.
3. General and Applied Toxicology, B. Ballantyne, T. Marrs, T. Syversen (editors), 3<sup>rd</sup> edition, 2009.
4. Principles of drug action, A. Goldstein, L. Aronow, S. Kalman, 2<sup>nd</sup> edition, J. Wiley, editor.
5. The pharmacological basis of therapeutics, Goodman and Gilman's, 11<sup>th</sup> edition, Laurence L. Brunton, editor in chief, John S.Lazo and Keith L. Parker, Associate editors, McGraw – Hill International editions.
6. Fundamental toxicology for chemists, J. Duffus and H. Worth, The Royal Society of Chemistry, 1996.
7. Forensic Science, Andrew R.W. Jackson, Julie M. Jackson, 2<sup>nd</sup> edition, (Chapter 7: Forensic Toxicology and drugs of abuse), Pearson Education Limited, 2008.
8. Τοξικολογία, Α. Κουσελίνη, Εκδόσεις Γ. Παρισίανος, 2004.
9. Τοξικολογία του ανθρώπου, Κ. Χουρδάκης, 2<sup>η</sup> έκδοση, University Studio Press, 2004.
10. Τοξικολογία, Σ. Αθανασέλης, Μ. Στεφανίδου – Λουτσίδου, Α. Ντονά, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Έκδοση 2006.
11. Εγχειρίδιο δηλητηριάσεων, Π. Βλάχος, 1996, Ιατρικές Εκδόσεις Ζήτα.
12. Ιατροδικαστική, Α. Κουσελίνη, Εκδόσεις Γ. Παρισίανος, 2002.
13. Τοξικολογία, Γ. Αγιουτάντη, Εκδόσεις Γ. Παρισίανος, 1973.
14. Forensic Science, Andrew R.W. Jackson, Julie M. Jackson, 2<sup>nd</sup> edition, (Chapter 7: Forensic Toxicology and drugs of abuse), Pearson Education Limited, 2008.

54