



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ & ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΟΞΙΚΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Ουσίες υποβοήθησης βιασμού και ανάλυση τρίχας: Προκλήσεις και Δυσκολίες»**

**Μαυρομάτη Αικατερίνη**

**A.M. M041816020**



**Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Κοβάτση Λήδα**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ & ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΟΞΙΚΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Ουσίες υποβοήθησης βιασμού και ανάλυση τρίχας: Προκλήσεις και Δυσκολίες»**

**Μαυρομάτη Αικατερίνη**

**A.M. M041816020**



**Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Κοβάτση Λήδα**

**ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2018**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	6
Abstract.....	7
1. Ουσίες υποβοήθησης βιασμού.....	8
1.1 Εισαγωγή.....	8
1.2 Αιθανόλη.....	10
1.2.1 Φυσικές ιδιότητες.....	10
1.2.2 Φαρμακοκινητική.....	10
1.2.3 Ανεπιθύμητες ενέργειες.....	14
1.2.4 Προσδιορισμός συγκέντρωσης στο αίμα (BAC) και στα ούρα (UAC).....	14
1.2.5 Βιοδείκτες.....	15
1.3 γ-Υδροξυβουτυρικό οξύ (GHB).....	17
1.3.1 Φαρμακοκινητική.....	19
1.3.2 Παράδειγμα μεθόδου ανίχνευσης.....	19
1.4 Βενζοδιαζεπίνες.....	22
1.4.1 Φθοριονιτραζεπάμη (Rohypnol).....	22
1.4.2 Παρενέργειες.....	23
1.4.3 Φαρμακοκινητικές παράμετροι.....	23
1.4.4 Αναλυτικές μέθοδοι ανίχνευσης.....	24
1.5 Κεταμίνη.....	25
1.5.1 Φαρμακοκινητική.....	25
1.5.2 Παρενέργειες.....	26
1.5.3 Αναλυτικές μέθοδοι ανίχνευσης.....	27
1.6 GBL (Γάμα –Βουτυρολακτόνη).....	28
1.6.1 Παρενέργειες.....	28
1.7 Άλλες ουσίες.....	29
1.8 Εξασθένιση μνήμης.....	34

2.Τοξικολογική ανάλυση τριχών.....	37
2.1 Εισαγωγή.....	37
2.2 Φυσιολογία και ανάπτυξη τρίχας.....	37
2.3 Τοξικολογική ανάλυση τριχών.....	40
3. Προκλήσεις και δυσκολίες κατά την τοξικολογική ανάλυση τριχών.....	46
4. Συνοψίζοντας.....	53
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.....	61
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	64

**ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**«Ουσίες υποβοήθησης βιασμού και ανάλυση τρίχας: Προκλήσεις και Δυσκολίες»**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ**

**Κοβάτση Λήδα**

**ΜΕΛΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

**Κοβάτση Λήδα**

**Κουρέτας Δημήτριος**

**Τσιτσιμπίκου Χριστίνα**

## Περίληψη

Οι ουσίες υποβοήθησης βιασμού είναι ουσίες οι οποίες χορηγούνται εν αγνοία του υποψηφίου θύματος, με σκοπό να προκαλέσουν αμνησία στο θύμα και αδυναμία να αντιδράσει και υπερασπιστεί τον εαυτό του (μυοχαλάρωση). Στις περισσότερες περιπτώσεις προστίθενται στο ποτό του θύματος, ώστε τα αποτελέσματα που επιθυμεί ο δράστης να ενισχυθούν μέσω του συνδυασμού με το αλκοόλ. Η αιθανόλη είναι η περισσότερο συχνή ουσία. Αν καταναλωθεί μεγάλη ποσότητα αλκοόλ, η μυοχαλάρωση και η αμνησία επέρχονται, ακόμη και αν δεν χορηγηθεί κάποιο χάπι στο θύμα. Οι τρεις επόμενες ουσίες που διαλύονται στο αλκοόλ και χρησιμοποιούνται από τους βιαστές είναι η φθοριονιτραζεπάμη, το γ-υδροξυ-βουτυρικό οξύ και η κεταμίνη. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα συμπτώματα αρχίζουν να φεύγουν μετά από 3 έως 8 ώρες. Αν το θύμα, λόγω της παροδικής αμνησίας και της σύγχυσης από την οποία διακατέχεται, καθυστερήσει να αναφέρει το συμβάν, τότε είναι εξαιρετικά δύσκολο να ανιχνευθεί κάποια από τις ουσίες αυτές σε δείγματα αίματος ή ούρων. Η μοναδική μέθοδος ανίχνευσης σε αυτές τις περιπτώσεις είναι η τοξικολογική ανάλυση τριχών, κατά την οποία συλλέγεται δείγμα τριχών κεφαλής και αναλύεται μέσω πολύ ευαίσθητων τεχνικών. Κύριο πλεονέκτημα της ανάλυσης τριχών είναι ο μεγάλος χρόνος που παραμένουν οι ουσίες και/ή οι μεταβολίτες τους στην τρίχα. Ωστόσο, προκύπτουν αρκετές δυσκολίες και προβλήματα από την ανάλυση που πρέπει να αντιμετωπιστούν, όπως η ερμηνεία των αποτελεσμάτων, οι μικρές συγκεντρώσεις που χορηγούνται σε εφάπαξ δόση και οι εξωτερικές επιμολύνσεις της τρίχας. Στην παρούσα εργασία θα αναλυθούν οι ουσίες υποβοήθησης βιασμού (τοξικοκινητική, παρενέργειες, τρόπος ανίχνευσης) και οι προκλήσεις και οι δυσκολίες που προκύπτουν από την μεθοδολογία ανάλυσης τριχών.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: Date rape drugs, DFSA, Rohypnol, φθοριονιτραζεπάμη, GHB, γ-υδροξυβουτυρικό οξύ, GBL, γ-βουτυρολακτόνη, αιθανόλη, κεταμίνη, τοξικολογική ανάλυση τριχών.

## **Abstract**

Date rape drugs are substances that are unknowingly administered to the candidate victim in order to cause amnesia to the victim and an inability to react and defend himself / herself (muscle relaxation). In most cases, they are added to the drink of the victim so that the results desired by the offender can be enhanced by the combination with alcohol. Ethanol is the most common substance. If a large amount of alcohol is consumed, muscle relaxation and amnesia occur even if no pill is given to the victim. The three following substances dissolved in alcohol and used by rapists are flunitrazepam,  $\gamma$ -hydroxybutyric acid and ketamine. In most cases, symptoms start weakening after 3 to 8 hours. If the victim, due to amnesia and confusion, is late to report the incident, then it is extremely difficult to detect any of these substances in blood or urine samples. The only method of detection in these cases is hair analysis, in which a sample of hair is collected and analyzed by very sensitive techniques. The main advantage of hair analysis is the long time that the substances and / or their metabolites remain in the hair. However, there are several difficulties and problems of the analysis that have to be solved, such as the interpretation of the results, the small concentrations administered in a single dose and the external hair contamination. In this work we will analyze date rape drugs (toxicokinetics, side effects, detection mode) and the challenges and difficulties arising from hair analysis methodology.

# 1. Ουσίες υποβοήθησης βιασμού

## 1.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, σε πολλές χώρες συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας (ιδίως στα ελληνικά νησιά), δημοσιοποιούνται όλο και πιο συχνά περιστατικά βιασμών, όπου οι δράστες χρησιμοποιούν ουσίες (ναρκωτικά, φάρμακα), με σκοπό να διευκολύνουν το έγκλημά τους. Το φαινόμενο ονομάζεται DFSA (Drug Facilitated Sexual Assault) και οι ουσίες αυτές, γνωστές διεθνώς ως ‘date rape drugs’, είναι φάρμακα με παρόμοιες φαρμακολογικές ιδιότητες, που διαλύονται εύκολα στο ποτό του ανυποψίαστου θύματος (τυπικό σενάριο) και προκαλούν πλήρη έλλειψη αντίστασης ή/και προσωρινή αμνησία. Για τους λόγους αυτούς, είναι πολύ σπάνιο για τους τοξικολόγους-εγκληματολόγους να βρουν τραυματισμούς στα γεννητικά όργανα, τον πρωκτό ή το στόμα καθώς και τραυματισμούς σε ολόκληρο το σώμα του θύματος, γεγονός που καθιστά δύσκολη την ενοχοποίηση. Εντούτοις, μαζί με τα νευρολογικά συμπτώματα, το θύμα θα αναφέρει κοιλιακό πόνο, γεννητικό ή πρωκτικό ερεθισμό, κοιλική έκκριση και αυτές οι γυναικολογικές ενδείξεις οδηγούν στο συμπέρασμα μιας πιθανής σεξουαλικής επίθεσης. Σε μία δεύτερη κατηγορία, ανήκουν τα θύματα που έχουν ήδη καταναλώσει ναρκωτικές ουσίες και βρίσκονται σε κατάσταση μέθης και σύγχυσης, γεγονός που αντιλαμβάνεται και εκμεταλλεύεται ο δράστης (Anderson, 2017). Τις τελευταίες δεκαετίες, το φαινόμενο έχει πάρει διαστάσεις επιδημίας σε άλλες χώρες και δυστυχώς εξαπλώνεται και στη χώρα μας. Για τον δράστη, η ιδανική ουσία είναι αυτή που είναι άμεσα διαθέσιμη, είναι εύκολο να χορηγηθεί, βλάπτει ταχέως τη συνείδηση και προκαλεί πρόωρη αμνησία. Τα άτομα που τους έχουν χορηγηθεί τέτοιου είδους ουσίες εν αγνοία τους, συμπεριφέρονται διαφορετικά υπό την επήρειά τους από ότι όταν είναι νηφάλια, ενώ μπορούν εύκολα να πέσουν θύματα εκμετάλλευσης. Η πιο συχνή ουσία σε τέτοιες περιπτώσεις είναι η αιθανόλη (αλκοόλη) (Anderson, 2017). Άλλες ουσίες που εμπλέκονται είναι οι βενζοδιαζεπίνες (φθοριονιτραζεπάμη, λοραζεπάμη, κλπ.), υπνωτικά φάρμακα (ζοπικλόνη, ζολπιδέμη), ηρεμιστικά, νευροληπτικά και κάποια αντισταμινικά ή αναισθητικά (γ-υδροξυβουτυρικό ή GHB, κεταμίνη). Οι περισσότερες από αυτές έχουν πολύ μικρούς χρόνους ημιζωής στο αίμα και μεγαλύτερους στα ούρα (Adamowits et al., 2010). Σε παράρτημα παρατίθεται πίνακας με τις περισσότερες ουσίες που έχουν ανιχνευθεί έστω και μία φορά. Άτομα που



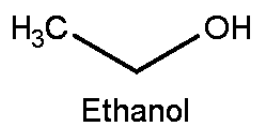
έχουν υποστεί βιασμό, αφού κατανάλωσαν ουσίες χωρίς να το γνωρίζουν έχουν αναφέρει τα παρακάτω αποτελέσματα ως παρενέργειες του φαρμάκου που κατανάλωσαν:

- Έλλειψη συντονισμού των μυών
- Μειωμένες αναστολές
- Υπνηλία
- Απώλεια συνείδησης
- Ναυτία
- Έμετος
- Υπόταση
- Βραδυκαρδία
- Σύγχυση
- Ζάλη
- Προδρομική αμνησία
- Βλάβη κρίσης

Για όλες τις ενώσεις που εμπλέκονται σε βιασμούς, οι χρόνοι ανίχνευσης στο αίμα και στα ούρα εξαρτώνται κυρίως από τη δόση και την ευαισθησία της χρησιμοποιούμενης μεθόδου. Οι ουσίες μπορούν να βρεθούν στο αίμα από 6 ώρες έως 2 ημέρες και στα ούρα από 12 ώρες έως 5 ημέρες (Kintz, 2014). Πολλές φορές, το θύμα αδυνατεί να αναφέρει έγκαιρα το γεγονός, με αποτέλεσμα η ανίχνευση στα βιολογικά υγρά να γίνεται εξαιρετικά δύσκολη. Εδώ έρχεται να δώσει λύσεις η τοξικολογική ανάλυση τριχών, μία μέθοδος ανίχνευσης που, παρά του γεγονότος ότι οι διάφορες συνθήκες στις οποίες εκτίθενται τα μαλλιά μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα, παρέχει σημαντικές πληροφορίες για το χρονικό διάστημα και την ποσότητα ουσίας που καταναλώθηκε.

Εκτός από την τοξικολογική ανάλυση με σκοπό την ανίχνευση ουσιών σε άτομα που υποψιάστηκαν και κατήγγειλαν βιασμό, κάθε χρόνο γίνονται μελέτες από ειδικούς, ώστε να λαμβάνονται μέτρα πρόληψης/θεραπείας/αποκατάστασης για να ελαχιστοποιηθεί η εμφάνιση τέτοιων περιστατικών. Παρακάτω θα αναλύσουμε ξεχωριστά τις ουσίες που παρουσιάζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον και εμφανίζονται περισσότερο συχνά στα είδη βιασμού που εξετάζουμε.

## 1.2 Αιθανόλη



Ορισμένα στοιχεία δείχνουν ότι οι άνθρωποι καταναλώνουν αλκοόλ (ή αιθανόλη, χημική ονομασία του) για τουλάχιστον 7000 χρόνια.

Επιπλέον, το αλκοόλ χρησιμοποιείται ευρέως στη δυτική κοινωνία, ιδίως μεταξύ των νέων. Επομένως, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι είναι η πιο συνηθισμένη ουσία που εμπλέκεται σε εγκλήματα όπου οι δράστες χρησιμοποιούν ναρκωτικές ουσίες, είτε μόνο του είτε σε συνδυασμό με άλλα φάρμακα.

### 1.2.1 Φυσικές ιδιότητες

Η αιθανόλη ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ), είναι ένα εύφλεκτο, πτητικό και άχρωμο υγρό. Είναι μια αλειφατική ένωση χαμηλού μοριακού βάρους (46,05 γραμμάρια) που είναι μόνο λίγο διαλυτή στα λιπίδια, αλλά έχει μεγάλη διαλυτότητα στο νερό.

### 1.2.2 Φαρμακοκινητική

Η αιθανόλη διαφέρει από τα περισσότερα άλλα φάρμακα από τον τρόπο με τον οποίο απορροφάται στο αίμα, μεταβολίζεται στο ήπαρ και εισέρχεται στον εγκέφαλο. Λόγω των χημικών και φυσικών της ιδιοτήτων, η αιθανόλη μπορεί να κατανέμεται ταχέως και να ενεργεί σε μεγάλο αριθμό οργάνων και βιολογικών διεργασιών. Η αιθανόλη απορροφάται ταχέως από το πεπτικό και ενώ η απορρόφησή επηρεάζεται από το φύλο, τη σωματική διάπλαση, τη λήψη τροφής και την περιεκτικότητα του ποτού σε αλκοόλ. Ο κ. Γρηγοράκος Λεωνίδας, Ιατρός-Πνευμονολόγος-Εντατικολόγος και αναπληρωτής καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών, σε άρθρο του αναφέρει ([www.iatronet.gr](http://www.iatronet.gr)) «Μέγιστα επίπεδα στο αίμα παρατηρούνται μετά από 30-60 λεπτά, από τη λήψη με άδειο στομάχι. Για δεδομένη

δόση οινόπνευματος, οι γυναίκες εμφανίζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση αιθανόλης στο αίμα, ίσως λόγω λιγότερο έντονου φαινομένου πρώτης διόδου από το ήπαρ και λόγω μειωμένης δραστηριότητας της αλκοολικής δεϋδρογονάσης στον γαστρικό βλεννογόνο.

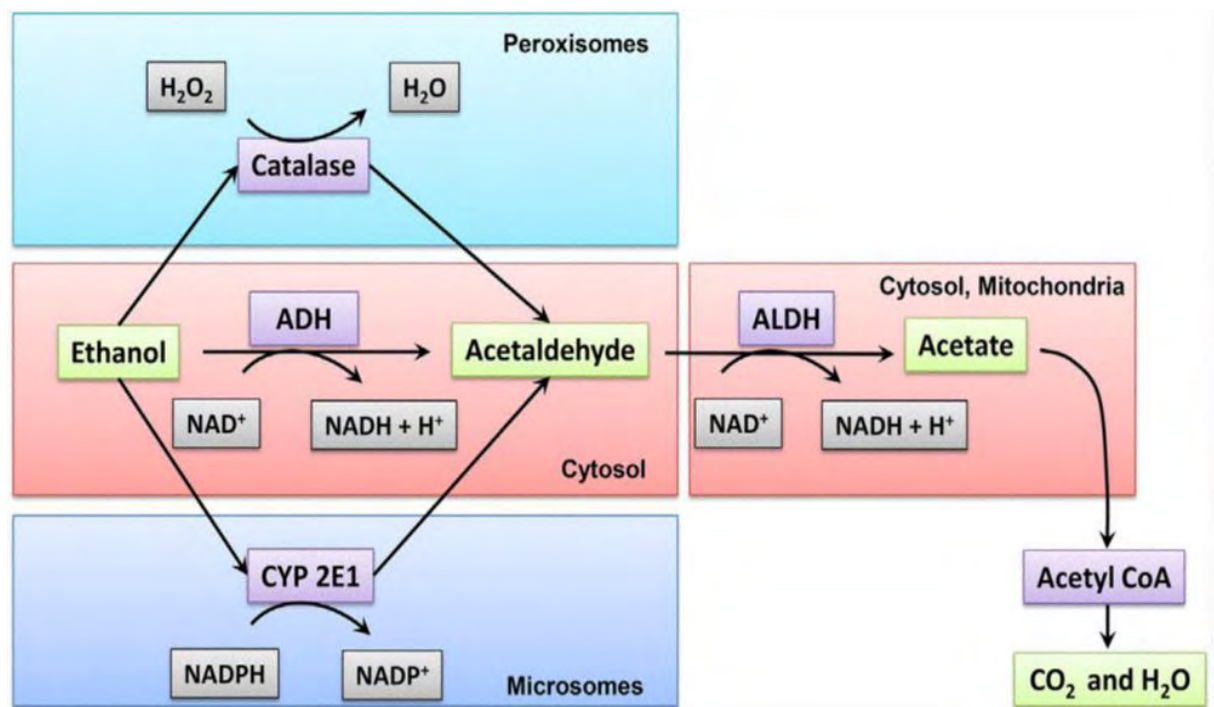
Η αιθανόλη μεταβολίζεται κυρίως στο ήπαρ, ενώ λιγότερο από 10% αποβάλλεται αναλλοίωτη από τους πνεύμονες, νεφρούς, δέρμα και κόπρανα και διαχέεται σε όλα τα υγρά του σώματος, ενώ διαπερνά τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό και τον πλακούντα. Στον μεταβολισμό της συμμετέχουν τρία ενζυμικά συστήματα: η αλκοολική δεϋδρογονάση, το μικροσωματικό οξειδωτικό σύστημα της αιθανόλης και η καταλάση. Η αλκοολική αφυδρογονάση είναι το σημαντικότερο από τα τρία ένζυμα.

Η ακεταλδεϋδη που παράγεται είναι εξαιρετικά τοξική ουσία. Η ταυτόχρονη αύξηση του λόγου  $NADH / NAD^+$  μπορεί να έχει ως συνέπεια την αναστολή διαδικασιών που απαιτούν  $NAD^+$ , όπως η νεογλυκογένεση. Το τελικό προϊόν αυτής της οδού είναι το οξικό οξύ, που μετατρέπεται σε ακετυλο-CoA, το οποίο στην συνέχεια εισέρχεται στον κύκλο του Krebs ή χρησιμοποιείται για σύνθεση λιπαρών οξέων ή κετονοσωμάτων. Το μικροσωματικό ενζυμικό σύστημα ενεργοποιείται σε υψηλά επίπεδα αιθανόλης καθώς και σε χρόνιους αλκοολικούς. Η καταλάση, ένζυμο που βρίσκεται στα ηπατικά υπεροξειδωσώματα, έχει μάλλον περιορισμένο ρόλο στον καταβολισμό της αιθανόλης. Γενετικές διαφορές στην δραστηριότητα της αλκοολικής δεϋδρογονάσης αποτελούν την αιτία της εγγενούς ανοχής ορισμένων ατόμων στην αιθανόλη.

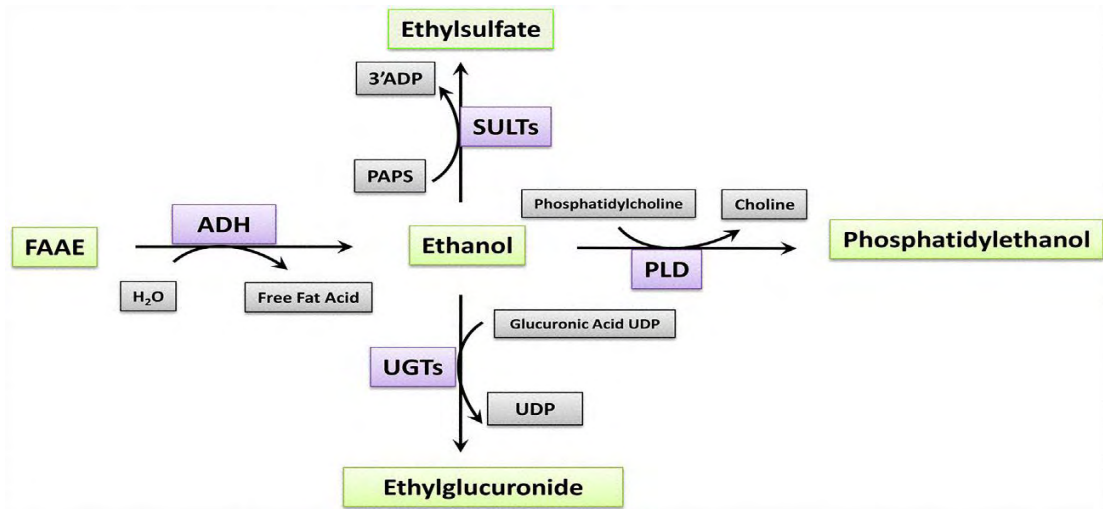
Η απομάκρυνση του οινόπνευματος γίνεται με κινητική μηδενικής τάξης (σταθερός ρυθμός) σε πιο χαμηλά επίπεδα αιθανόλης και με κινητική πρώτης τάξης (η απομάκρυνση του φαρμάκου είναι ανάλογη της συγκέντρωσής του) σε υψηλότερα επίπεδα, ιδίως σε χρόνιους αλκοολικούς. Το μικροσωματικό σύστημα συμβάλλει στην αυξημένη απομάκρυνση σε υψηλά επίπεδα αιθανόλης. Ο ρυθμός απομάκρυνσης εμφανίζει μεγάλες ατομικές διακυμάνσεις (από 9- 36 mg/dl/h), με τις υψηλότερες τιμές να αφορούν χρόνιους αλκοολικούς. Η φαρμακολογική δράση της αιθανόλης οφείλεται, τουλάχιστον κατά μέρος, σε τροποποίηση της λιπιδικής διπλοστιβάδας της κυτταρικής μεμβράνης, ενώ δεν έχει βρεθεί ειδικός κυτταρικός υποδοχέας. Για τον ακριβή μηχανισμό δράσης παίζουν ρόλο οι παρακάτω παράγοντες:

- Μεταβολές στα ενδοκυττάρια επίπεδα ασβεστίου και στην διακίνηση ασβεστίου στα κύτταρα.

- Τοξική επίδραση του οξικού οξέος, του κυριότερου μεταβολίτη της αιθανόλης. Το οξικό οξύ αυξάνει τα επίπεδα αδενosίνης στο ΚΝΣ ενώ πιθανώς αυξάνει και τα ενδοκυττάρια επίπεδα ασβεστίου.
- Ενίσχυση της δραστηριότητας του ανασταλτικού υποδοχέα της αιθανόλης.
- Πιθανό να συμβάλλουν επίσης μεταβολές σε άλλους νευροδιαβιβαστές, στην διακίνηση ηλεκτρολυτών, και στην εγκεφαλική αιματική ροή>>



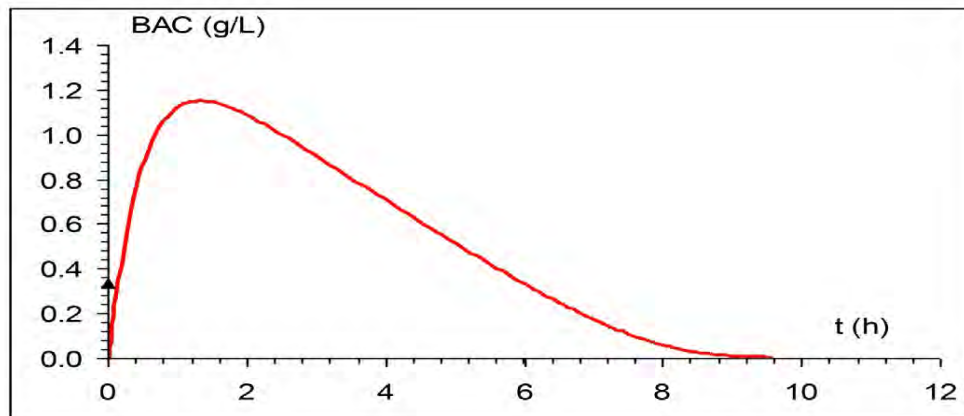
Εικόνα 1.1 Οξειδωτικός μεταβολισμός αιθανόλης (Kintz, 2014)



Εικόνα 1.2 Μη οξειδωτικός μεταβολισμός αιθανόλης (Kintz, 2014)

## Pharmacokinetic of ethanol

Example: consumption of 60g of ethanol (about 6 glasses)



Εικόνα 1.3 Σχηματικό διάγραμμα μοντέλου Widmark's κινητικής της αιθανόλης (Kintz, 2014)

### **1.2.3 Ανεπιθύμητες ενέργειες**

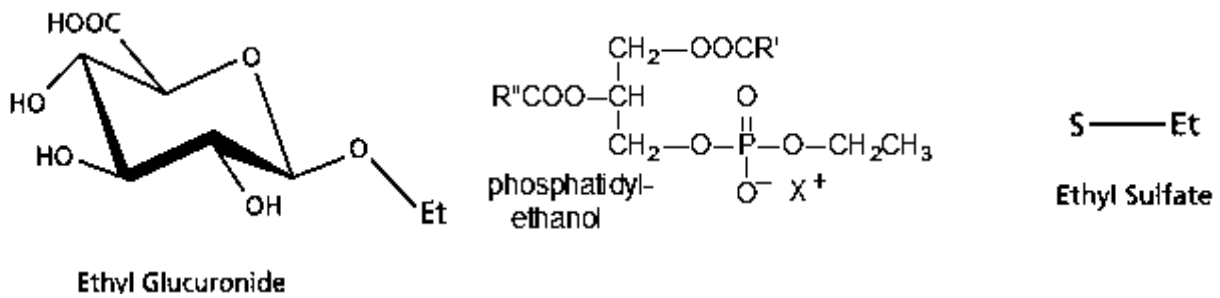
Η αιθανόλη εάν ληφθεί σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να προκαλέσει δυσκολία στην αντίληψη, θόλωση της όρασης, αύξηση του χρόνου αντίδρασης, δυσκολία στην κρίση των πραγμάτων(κριτική ικανότητα), εξασθένηση της μνήμης, απώλεια της ισορροπίας. Το γ-αμινοβουτυρικό οξύ (GABA) σχηματίζεται από το L-γλουταμινικό οξύ, το οποίο είναι ένας άλλος σημαντικός νευροδιαβιβαστής και είναι υπεύθυνος για τη διάνοιξη καναλιών ασβεστίου στα νευρικά κύτταρα. Αυτά δρουν διεγερτικά στη μετάδοση του σήματος, και παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης και της μνήμης. Έτσι, καταστέλλοντας τη λειτουργία του GABA, η αιθανόλη εμποδίζει και τη δράση του L-γλουταμινικού οξέος, και έτσι παίζει ανασταλτικό ρόλο στη μάθηση και τη μνήμη. Αυτό εξηγεί τα κενά μνήμης που εμφανίζονται κατά τη χρήση του. Μπορεί επίσης να προκληθούν και άλλες παρενέργειες, όπως αγγειοδιαστολή, πτώση της πίεσης, συχνοουρία, υπερέκκριση γαστρικών υγρών στο στομάχι. Λήψη υπερβολικά μεγάλης ποσότητας αιθανόλης, μπορεί να οδηγήσει σε λιποθυμία, κώμα, ακόμα και θάνατο. Μακροχρόνια λήψη αιθανόλης μπορεί να προκαλέσει εξάρτηση. Εξαρτημένα άτομα που σταματούν απότομα την λήψη αιθανόλης, παθαίνουν σύνδρομο στέρησης, το οποίο είναι δριμύτατο και μπορεί να οδηγήσει στον θάνατο.

### **1.2.4 Προσδιορισμός συγκέντρωσης στο αίμα (BAC) και στα ούρα (UAC)**

Η μέθοδος που εκτελείται σε αυτές τις περιπτώσεις είναι η αέρια χρωματογραφία με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (GC-FID). Ο συγκεκριμένος ανιχνευτής είναι πολύ χρήσιμος για ανάλυση των περισσότερων οργανικών δειγμάτων, περιλαμβανόμενων και εκείνων που έχουν μολυνθεί με ύδωρ και με οξείδια του αζώτου και του θείου. Προκειμένου να αποφευχθούν παραπλανητικά αποτελέσματα, να σχηματιστούν για παράδειγμα κορυφές παρόμοιες με αυτήν της αιθανόλης, χρησιμοποιείται αεριοχρωματογράφος που μπορεί να συζευχθεί με φασματογράφο μάζας (GC-MS) (Kintz 2014).

### 1.2.5 Βιοδείκτες (Kintz 2014)

Σε αυτό το σημείο θα μελετηθούν οι άμεσοι βιοδείκτες της αιθανόλης, οι ενώσεις δηλαδή που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια του μεταβολισμού της, όπως είναι το αιθυλο-γλυκουρονίδιο (EtG), το αιθυλο-σουλφονικό οξύ (EtS), αιθυλικοί εστέρες λιπαρών οξέων (FAEEs) και η φωσφατιδυλ αιθανόλη (PEth), και μπορούν να ανιχνευθούν σε βιολογικά υγρά. Τα συστατικά των αλκοολούχων ποτών και τα παραπροϊόντα αποτελούν τους έμμεσους βιοδείκτες.



#### Ethyl palmitate

Εικόνα 1.4 Συντακτικοί τύποι βιοδεικτών της αιθανόλης

**Αιθυλο-γλυκουρονίδιο (EtG):** Παράγεται κατά τη διάρκεια του μη-οξειδωτικού μεταβολισμού, στο ήπαρ, μέσω μίας αντίδρασης που καταλύεται από τα ισοένζυμα UDP-

γλυκουρονυλ-τρανσφεράσες (UGTs). Ανιχνεύεται κυρίως στα ούρα, στο ήπαρ, στη χοληδόχο κύστη και στο αίμα. Ωστόσο, μπορεί να ανιχνευθεί σε πολύ μικρότερες ποσότητες και στην τρίχα.

Το EtG εμφανίζεται στο αίμα λιγότερο από 45 λεπτά μετά την κατανάλωση αλκοόλ και η μέγιστη συγκέντρωση επιτυγχάνεται μετά από 3,5 έως 5,5 ώρες. Ανιχνεύεται στο αίμα μέχρι και 17 ώρες μετά την κατανάλωση αλκοόλ. Το EtG εμφανίζεται στα ούρα λιγότερο από 60 λεπτά μετά την κατανάλωση αλκοόλ και επιτυγχάνεται η μέγιστη συγκέντρωση μετά από 5,5 ώρες. Αυτές οι τιμές είναι παρόμοιες με εκείνες στο αίμα, αλλά το EtG μπορεί να ανιχνεύεται στα ούρα μέχρι και 24 ώρες μετά την κατανάλωση μικρών ποσοτήτων αιθανόλης και περισσότερο από 5 ημέρες μετά την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων αιθανόλης. Λόγω του μεγαλύτερου χρόνου παραμονής στα ούρα, σε περιπτώσεις εγκλημάτων, όπου η κατανάλωση αλκοόλ έχει αποδεδειγμένα βοηθήσει στην πραγματοποίησή τους, η ανάλυση δείγματος ούρων για τον προσδιορισμό EtG είναι προτιμότερη. Η συνηθέστερη και πιο ακριβής μέθοδος ανάλυσης δείγματος ούρων για την ποσοτικοποίηση του EtG είναι η LC-MS(υγρή χρωματογραφία σε σύζευξη με φασματομετρία μάζας).

Το EtG μπορεί να ανιχνεύεται στις τρίχες για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ό,τι στα παραπάνω βιολογικά υγρά. Ωστόσο, σε αυτήν την περίπτωση απαιτούνται πολύ πιο ευαίσθητες αναλυτικές τεχνικές, καθώς οι συγκεντρώσεις στην τρίχα βρίσκονται στην κλίμακα pg/mg. Η συνηθέστερη μέθοδος είναι η GC-MS.

**Αιθυλο-σουλφονικό οξύ (EtS):** Οι χρόνοι ανίχνευσης είναι παρόμοιοι με αυτούς του EtG με τη διαφορά ότι το EtS δεν ανιχνεύεται στην τρίχα.

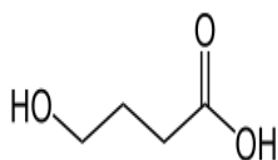
**Φωσφατιδύλ αιθανόλη (PEth):** Οι αναλυτικές μέθοδοι για τον προσδιορισμό της είναι:

- TLC (Χρωματογραφία λεπτής στοιβάδος)
- CE (Τριχοειδής ηλεκτροφόρηση)
- GC-MS
- HPLC με εξατμιστικό ανιχνευτή σκέδασης ακτινοβολίας (ELSD)
- Ανοσοχημικές τεχνικές
- HPLC-MS



**Αιθυλικοί εστέρες λιπαρών οξέων (FAEEs):** Παράγονται κατά τον μη-οξειδωτικό μεταβολισμό της αιθανόλης και μπορούν να προσδιοριστούν στην τρίχα με τις τεχνικές GC-MS και SPME (Μικροεκχύλιση στερεάς φάσης).

### 1.3 γ-Υδροξυβουτυρικό οξύ (GHB)



Το γ-υδροξυβουτυρικό οξύ, ευρέως γνωστό ως GHB είναι ανασταλτικό του κεντρικού νευρικού συστήματος που χρησιμοποιείται ως γενικό αναισθητικό. Στη δεκαετία του '90 έγινε γνωστό εξαιτίας της εκτεταμένης ανάμιξής του με ποτά. Σήμερα είναι η πιο γνωστή ουσία που χρησιμοποιείται πριν από μια σεξουαλική επίθεση, διότι είναι υγρό άχρωμο, άοσμο και έχει ελαφρώς αλμυρή γεύση αλλά δεν αλλοιώνει τη γεύση του ποτού αν αναμιχθεί με αυτό. Είναι γνωστό και με τις ονομασίες Bedtime Scoop και G-Juice. Δεσμεύεται στους μεταβολοτροπικούς υποδοχείς του γ-αμινοβουτυρικού οξέος GABA-B. Οι επιδράσεις του στον οργανισμό εξαρτώνται από τη δόση: από του στόματος ή από ενδοφλέβια χορήγηση 10 mg/kg προκαλείται αμνησία και υποτονία. Δόσεις 20 - 30 mg / kg προκαλούν ύπνο και δόσεις των 50 mg / kg ή υψηλότερες προκαλούν αναισθησία (Kintz 2014). Ενδείκνυται για τη θεραπεία της υπερβολικής υπνηλίας κατά τη διάρκεια της ημέρας σε ασθενείς με ναρκοληψία. Είναι αποτελεσματικό για την πρόκληση ή τη διατήρηση της γενικής αναισθησίας σε χειρουργικές επεμβάσεις σε συνδυασμό με βαρβιτουρικά και οπιοειδή. Η πιο συχνά αναφερόμενη ανεπιθύμητη ενέργεια είναι ο παροδικός ίλιγγος. Η παροδική αμνησία έχει συσχετιστεί με κατάποση GHB, γεγονός το οποίο επίσης το καθιστά ιδανικό ναρκωτικό σε περιπτώσεις βιασμού. Αναταραχή, άγχος, παράνοια, παραισθήσεις, κρίση πανικού, ψύχωση και υπνηλία έχουν ήδη αναφερθεί σε ασθενείς που λαμβάνουν άλας GHB. Σε μεγάλες δόσεις μπορεί να προκαλέσει αποπροσανατολισμό, ναυτία, εμετό, και μυϊκούς σπασμούς (Kintz 2014). Χρησιμοποιείται

επίσης σε κοινωνικές εκδηλώσεις καθώς προκαλεί ανάλογες παρενέργειες με αυτές του αλκοόλ. Αρχικά ήταν δημοφιλές στους bodybuilders, οι οποίοι το χρησιμοποιούσαν μετά την προπόνηση γιατί θεωρούσαν ότι οδηγούσε στην ανάπτυξη των μυών. Είναι σημαντικό να σημειωθεί για τους τοξικολόγους ότι πολλά ζυμωμένα προϊόντα όπως η μπύρα, το κρασί και το ξύδι περιέχουν συχνά ίχνη άλατος GHB.

Για την συγκεκριμένη ναρκωτική ουσία, όπου είναι ευρέως γνωστή και στην χώρα μας ως ‘το σιρόπι του βιασμού’, ο κ. Νίκος Κατσαρός, πρώην πρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Χημικών αναφέρει: «Αρκούν μερικές σταγόνες στο ποτό ή το αναψυκτικό μιας νεαρής κοπέλας για να κάμψει τις αντιστάσεις της με απώλεια συνείδησης ,χωρίς να μπορεί να αντιδράσει σε περίπτωση βιασμού της και στην συνέχεια το θύμα δεν θυμάται τίποτα και δεν μπορεί να βοηθήσει στην σύλληψη του δράστη. Η δράση του συγκεκριμένου ναρκωτικού ξεκινά 10- 20 λεπτά μετά την χρήση του και διαρκεί έως και 4 ώρες ανάλογα με την δόση ,ενώ σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να αποδειχθεί ακόμη πιο επικίνδυνο ,αφού μπορεί να επιφέρει ακόμα και θάνατο όπως συνέβη σε αρκετές περιπτώσεις πρόσφατα σε Σουηδία και Αγγλία. όπου κορίτσια ήπιαν εν αγνοία τους ποτό με την εν λόγω ουσία. Το σιρόπι του βιασμού περιέχει την ουσία γ-υδροξυ-βουτυρικό οξύ ( γ-Hydroxy-Butyricacid, GHB). Το GHB προκαλεί πονοκεφάλους, έντονη ζαλάδα, υπνηλία, τάση προς έμετο, σύγχυση, μείωση καρδιακών παλμών και αναπνοής προσωρινά απώλεια συνείδησης και μνήμης. Σε συστηματική χρήση προκαλεί βλάβες στο συκώτι, τα νεφρά και το κεντρικό νευρικό σύστημα. Δεν προκαλεί εξάρτηση είναι όμως εθιστική και παρασύρει τον χρήστη να το καταναλώνει με άλλα ναρκωτικά ή και τον παρασύρει να χρησιμοποιήσει πιο σκληρά ναρκωτικά. Το GHB αποβάλλεται γρήγορα από τον οργανισμό για τον λόγο αυτό είναι δύσκολο να διαγνωσθεί η χρήσης της με αναλύσεις αίματος. Είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό το γεγονός ότι πρόκειται για πολύ φτηνό ναρκωτικό αφού 1 γραμμάριο κοστίζει λιγότερο από δέκα ευρώ . Κυκλοφορεί σε υγρή μορφή αλλά και σε σκόνη. Το πλέον ανησυχητικό στην περίπτωση αυτή είναι ότι διακινούνται κυρίως μέσω διαδικτύου όπου είναι δύσκολος ο εντοπισμός τους. Παράλληλα το GHB στις περισσότερες περιπτώσεις είναι πολύ επικίνδυνη όχι από την ουσία GHB αυτή καθ’ αυτή αλλά από τις προσμίξεις που το συνοδεύουν την παραγωγή του. Στα παράνομα εργαστήρια όπου παράγεται ούτε οι κατάλληλες συσκευές χρησιμοποιούνται ούτε εξειδικευμένο προσωπικό χρησιμοποιείται. Έτσι πρώτες ύλες περιέχουν επικίνδυνες προσμίξεις και το τελικό προϊόν δεν καθαρίζεται χημικά. Στην διάρκεια της ερευνητικής μου σταδιοδρομίας

ασχολήθηκα με μία συγγενή χημική ουσία του GHB, το β-υδροξυ-βουτυρικό οξύ ( β-Hydroxy –Butyric acid, BHB) και γνωρίζω τις συνθήκες παραγωγής του.>>>.

### **1.3.1 Φαρμακοκινητική**

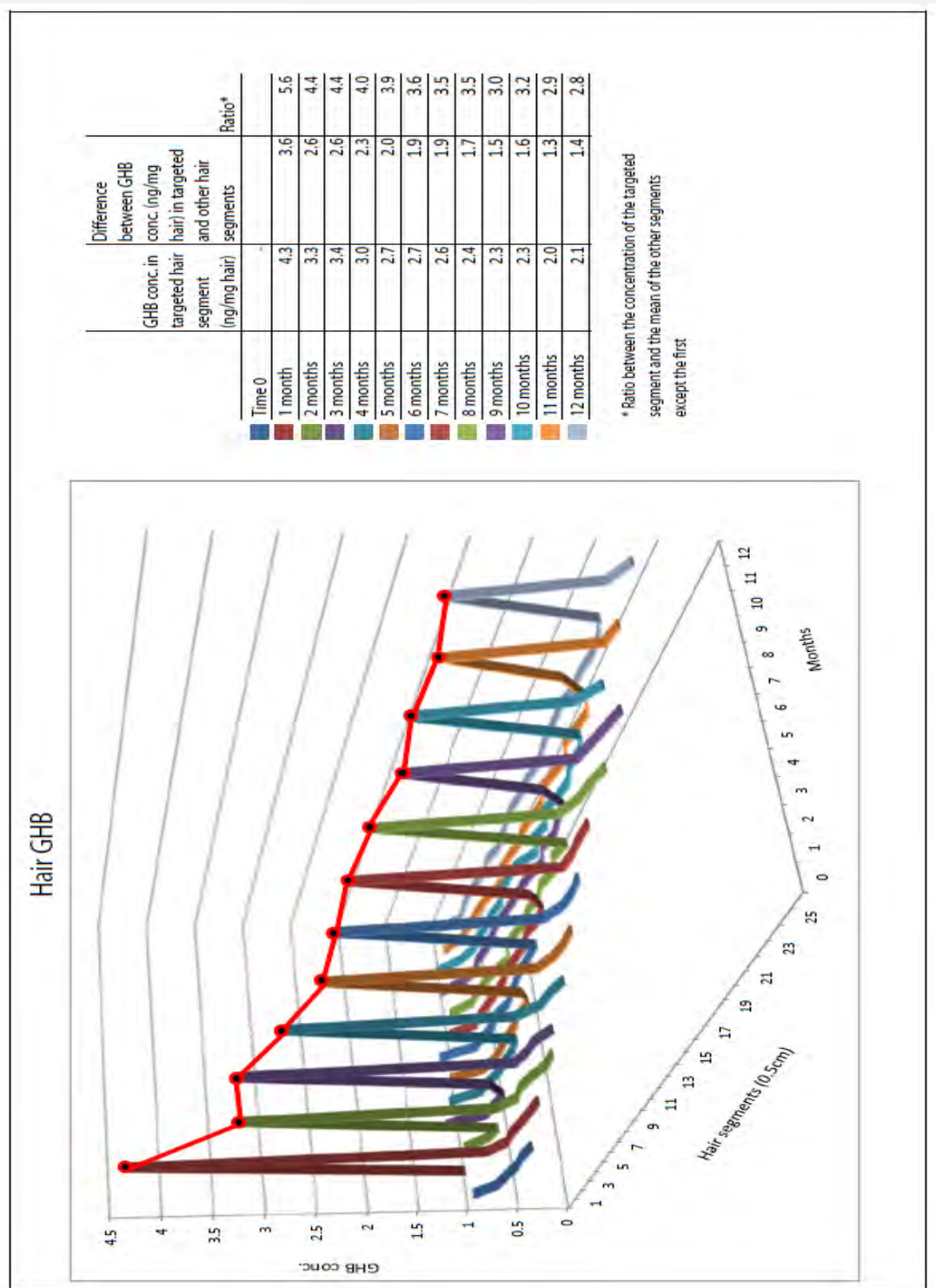
Το GHB απορροφάται εύκολα μετά την από του στόματος χορήγηση με βιοδιαθεσιμότητα περίπου 27% . Ο χρόνος έως τη μέγιστη συγκέντρωση μετά από χορήγηση από το στόμα είναι 25 λεπτά έως 2 ώρες. Μεταβολίζεται γρήγορα στο ήπαρ από την GHB δεϋδρογενάση σε ηλεκτρικό οξύ ή με β-οξειδωση με επακόλουθο μεταβολισμό σε διοξείδιο του άνθρακα στον κύκλο Krebs που αποβάλλεται με την εκπνοή. Λιγότερο από 5% η από του στόματος δόση αποβάλλεται αμετάβλητη στα ούρα σε 6 έως 8 ώρες, με την ουσία να μην γίνεται ανιχνεύσιμη μετά από 12 ώρες. Ο τελικός χρόνος ημίσειας ζωής του GHB είναι 20 λεπτά έως 1 ώρα. (Kintz2014)

### **1.3.2 Παράδειγμα μεθόδου ανίχνευσης (Busardo et al., Twelve months monitoring of hair GHB decay following a single dose administration in a case of facilitated sexual assault)**

Στην παρακάτω έρευνα που βρέθηκε στην βιβλιογραφία (doi: 10.1002/dta.2100) φαίνονται οι συγκεντρώσεις GHB σε δείγματα τρίχας από άτομο που είχε καταναλώσει την ουσία σε διάστημα δώδεκα μηνών. Συλλέχθηκαν δεκατρία δείγματα. Το πρώτο περίπου δύο ημέρες μετά την υποτιθέμενη πρόσληψη GHB, το δεύτερο μετά από 28 ημέρες και μετά ένα δείγμα ανά μήνα έως και 12 μήνες. Το χρώμα των μαλλιών ήταν φυσικό καφέ και το μήκος του πρώτου δείγματος ήταν 3,2 cm. Η ανάπτυξη των τριχών ήταν 1 cm / μήνα ± 0,5 mm, όπως μετράται κάθε μήνα από την περιοχή των κορυφών.

Τα δείγματα των μαλλιών εκπλύθηκαν δύο φορές χρησιμοποιώντας 5mL μεθυλενοχλωριδίου για 2 λεπτά, ξηράθηκαν, διαιρέθηκαν σε τμήματα των 5mm το καθένα, και κάθε τμήμα αλέστηκε σε σκόνη. Το τελευταίο διάλυμα πλύσης συμπυκνώθηκε και αναλύθηκε με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης σε σύζευξη με φασματοσκοπία μάζας (HPLC-MS / MS) για τον έλεγχο της απουσίας GHB. Μετά από προσθήκη 0,5 mL 1 M NaOH παρουσία δευτεριωμένου GHB ως εσωτερικού προτύπου, οξίνιση με 0,6 mL 1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> και εκχύλιση υγρού-υγρού με 3 mL οξικού αιθυλεστέρα το GHB ταυτοποιήθηκε και ποσοτικοποιήθηκε με HPLC συνδυασμένη με LC-MS.

Στον πρώτο μήνα, το δεύτερο τμήμα έδειξε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση GHB (4,3 ng/mg) σε σύγκριση με τα άλλα τμήματα, με τη διαφορά μεταξύ της συγκέντρωσης στο τμήμα-στόχο και του μέσου όρου των άλλων να είναι 3,6 ng/mg, με αναλογία 5.6. Στον δωδέκατο μήνα, το εικοστό τέταρτο τμήμα έδειξε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση GHB 2,1 ng/mg με διαφορά 1,36 ng/mg με τη μέση τιμή στα άλλα τμήματα και με αναλογία 2,84.



**Εικόνα 1.5** Οι συγκεντρώσεις GHB στην ανθρώπινη τρίχα μετά από κατανάλωση μιας δόσης που παρακολουθείται σε περίοδο δώδεκα μηνών. Στον πίνακα που βρίσκεται στα δεξιά του σχήματος αναφέρονται: οι συγκεντρώσεις GHB στα στοχευμένα δώδεκα τμήματα τρίχας, η διαφορά μεταξύ της συγκέντρωσης GHB στα στοχευμένα και σε άλλα τμήματα μαλλιών και οι λόγοι μεταξύ της συγκέντρωσης του στοχευμένου τμήματος και του μέσου όρου των άλλων τμημάτων εκτός του πρώτου. (Busardo et al.)

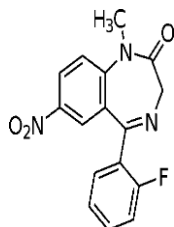
## 1.4 Βενζοδιαζεπίνες

Η δομή των βενζοδιαζεπινών αποτελείται από έναν αρωματικό δακτύλιο (βενζολικό) και από έναν διαζεπινικό δακτύλιο που αποτελείται από επτά άτομα: πέντε άτομα άνθρακα και δυο αζώτου με μια φαινυλική ρίζα στη θέση 5. Οι βενζοδιαζεπίνες χρησιμοποιούνται ως μυοχαλαρωτικά ή αναισθητικά φάρμακα, λόγω της υπνωτικής, αγχολυτικής, μυοχαλαρωτικής και αντισπασμωδικής δράσης τους. Επιδρούν στους υποδοχείς GABA του εγκεφάλου, ενισχύοντας τη δράση του χημικού GABA (Γ-αμινοβουτυρικό οξύ). Πρόκειται για έναν νευροδιαβιβαστή που μεταφέρει μηνύματα από τον ένα νευρώνα του εγκεφάλου στον άλλον. Το GABA είναι ουσιαστικά το φυσικό ηρεμιστικό του ανθρώπινου οργανισμού. Τα ευρέως γνωστά φάρμακα που περιέχουν βενζοδιαζεπίνες είναι:

- Xanax (αλπραζολάμη)
- Tavor (λοραζεπάμη)
- Stedon –Valium (διαζεπάμη)
- Rivotril – Klonopin (κλοναζεπάμη)
- Lexotanil (βρωμαζεπάμη) και πολλά άλλα.

Πιο συγκεκριμένα, θα εξεταστεί η φθοριονιτραζεπάμη, όπου χρησιμοποιείται πιο συχνά σε περιπτώσεις βιασμών, υποβοηθούμενων από ναρκωτικές ουσίες, καθώς και πώς ανιχνεύεται με τη χρήση της φασματοσκοπίας Raman.

### 1.4.1 Φθοριονιτραζεπάμη (Rohypnol)



Είναι ένα από τα πλέον συνήθη ναρκωτικά ‘βιασμού’ και είναι κοινώς γνωστό ως Rohypnol, LA Rochas, Mexican Valium, roofies, ή ‘forget pill’. Κλινικά, χρησιμοποιείται σε σοβαρές περιπτώσεις διαταραχών ύπνου και στην ολική αναισθησία (Esam, 2016). Όπως όλες οι βενζοδιαζεπίνες παρουσιάζει αγχολυτική, αντισπασμωδική και κατασταλτική δράση, μειώνει την ψυχοκινητική λειτουργία, προκαλεί αμνησία, μυϊκή χάλαση και επαγωγή του ύπνου.

Μετά την κατανάλωση της ουσίας, χρειάζονται 20-30 λεπτά για να δράσει και τα αποτελέσματα διαρκούν από 8 έως 24 ώρες (Esam, 2016).

Στη Νότια Αμερική το Rohypnol χρησιμοποιούνται σε ληστείες ανθρώπων. Μπήκε στην αγορά 160 χωρών, όμως η χρήση του δεν εγκρίθηκε ποτέ στις ΗΠΑ. Είναι 10 φορές πιο δυνατό από το Βάλιουμ, και μπορεί να προκαλέσει παράλυση, απώλεια αισθήσεων και βραχυπρόθεσμη αμνησία, που σημαίνει πως όποιος το καταναλώσει μπορεί να μη θυμάται τι έγινε τις επόμενες ώρες.

#### **1.4.2 Παρενέργειες**

Το Rohypnol καθιστά το θύμα ανίκανο να αντισταθεί. Οι χρήστες του Rohypnol περιγράφουν συχνά τα αποτελέσματά του ως "παράλυση". Ένα άτομο που έχει καταναλώσει την ουσία μπορεί να είναι τόσο ανίκανο που καταρρέει. Βρίσκεται στο πάτωμα, με τα μάτια ανοιχτά, είναι σε θέση να παρατηρεί γεγονότα αλλά εντελώς αδύνατον να κινηθεί. Στη συνέχεια, η μνήμη είναι μειωμένη και δεν μπορεί να ανακαλέσει τίποτα από ό,τι συνέβη. Παρουσιάζει απώλεια μυϊκού ελέγχου, σύγχυση, υπνηλία και αμνησία.

#### **1.4.3 Φαρμακοκινητικές παράμετροι (Kintz, 2014)**

Βιοδιαθεσιμότητα:

- Πολύ καλή απορρόφηση όταν η χορήγηση είναι ενδομυϊκή
- 80%-90% από του στόματος απορρόφηση
- 50% από χορήγηση μέσω ορθικής οδού

Απέκκριση:

- 87% της δόσης απεκκρίνεται από τα ούρα ως μεταβολίτες

Χρόνος ημιζωής:

- 10-35 ώρες

Μέγιστη συγκέντρωση στο αίμα:

- 0,5-3,0 µg/L

#### 1.4.4 Αναλυτικές μέθοδοι ανίχνευσης

Η φασματοσκοπία Raman έχει αποδειχθεί πρόσφατα ότι είναι αποτελεσματική τεχνική για πολλές εγκληματολογικές εφαρμογές. Είναι μία μέθοδος μη-ελαστικής σκέδασης φωτός, η οποία παίρνει το όνομά της από το αντίστοιχο φαινόμενο. Κατά το φαινόμενο Raman, όταν κάποιο υλικό σύστημα (αέριο, υγρό, στερεό, άμορφο ή κρυσταλλικό) ακτινοβολείται με μονοχρωματική ακτινοβολία (συνήθως, από την περιοχή του ορατού φάσματος), τότε η διάχυτη ακτινοβολία, που σκεδάζεται, (σε διευθύνσεις, γενικά, διαφορετικές από τη διεύθυνση πρόσπτωσης, διέλευσης ή ανάκλασης, αλλά όχι απαραίτητα), περιέχει νέες φασματικές περιοχές, (σε συχνότητες, δηλαδή, διαφορετικές από εκείνη της προσπίπτουσας-διεγείρουσας ακτινοβολίας).

Μια τυπική φασματοσκοπική τεχνική Raman αποτελείται από τις εξής συνιστώσες:

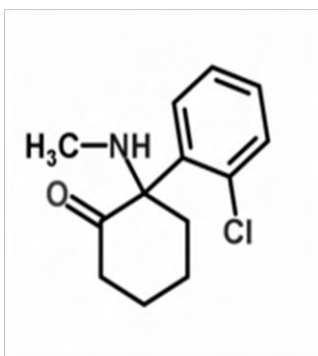
- Μονοχρωματική πηγή ακτινοβολίας (συνήθως LASER συνεχούς ακτινοβολίας).
- Σύστημα κατεύθυνσης, προσανατολισμού και πόλωσης της ακτινοβολίας.
- Υποδοχή τοποθέτησης του υπό μελέτη δείγματος (οπτικός φούρνος ή κρυστάτης).
- Ένας διπλός ή τριπλός μονοχρωμάτορας για την ανάλυση του σκεδαζόμενου φωτός.
- Ηλεκτρονικό σύστημα ανίχνευσης, ενίσχυσης και καταγραφής του σήματος

Η φασματοσκοπία Raman μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά για την αναγνώριση της φθοριονιτραζεπάμης, η οποία μπορεί να έχει προστεθεί σε νερό και σε πολλά



αλκοολούχα ποτά. Μπορούν να ληφθούν φάσματα Raman του ναρκωτικού μέσα σε 10 δευτερόλεπτα. Η μέθοδος προτιμάται σε περιπτώσεις ανίχνευσης εγκληματολογικού ενδιαφέροντος καθώς δεν περιλαμβάνει προηγούμενη χημική επεξεργασία ή εκχύλιση του αναλύτη από τα δείγματα (Esam,2016).

## 1.5 Κεταμίνη



Η κεταμίνη,  $C_{13}H_{16}ClNO$ , χρησιμοποιείται για ιατρικούς σκοπούς, γιατί τα πολύ μικρά παιδιά και οι ηλικιωμένοι φαίνεται να επηρεάζονται λιγότερο από τις παραισθησιογόνες επιδράσεις της απ' όσο οι υπόλοιποι ασθενείς. Χρησιμοποιείται επίσης στην κτηνιατρική χειρουργική. Είναι γνωστή ως ένα διασχιστικό αναισθητικό, που σημαίνει ότι οι ασθενείς νιώθουν αποστασιοποιημένοι και απόμακροι από το άμεσο περιβάλλον τους. Δρα σε υποδοχείς του εγκεφάλου, που ονομάζονται NMDA, αναστέλλοντας τη λειτουργία τους. Αυτοί οι υποδοχείς ρυθμίζουν την είσοδο και έξοδο ιόντων στο νευρικό κύτταρο και εμπλέκονται κυρίως σε διαδικασίες μάθησης και μνήμης. Η κεταμίνη χρησιμοποιείται ως παράνομο ναρκωτικό με τα ονόματα Black Hole, Bump, Cat Valium, K, Ket, Special K, Super acid, Super C, Spesh, Vitamin K, Smack K, Kit-kat, Keller, Barry Keddle, HOSS, The Hoos, Hossalar, Kurdamin, Kiddie, Wonk, Regreta, και Tranq.

### 1.5.1 Φαρμακοκινητική (Kintz 2014)

Απορρόφηση: η βιοδιαθεσιμότητα μετά από χορήγηση από το στόμα είναι 16%. Η βιοδιαθεσιμότητα μετά από ενδομυϊκή χορήγηση είναι πάνω από το 90%.

**Κατανομή:** το φάρμακο κατανέμεται αρχικά σε ιστούς με υψηλό ρυθμό διάχυσης (εγκέφαλος, καρδιά, πνεύμονες) με επίπεδα που μπορεί να είναι τέσσερις έως πέντε φορές υψηλότερα από τα αντίστοιχα επίπεδα συγκέντρωσης στο πλάσμα. Στη συνέχεια, η κεταμίνη ανακατανέμεται στους μυς και τους περιφερειακούς ιστούς και τελικά τον λιπώδη ιστό.

**Μεταβολισμός:** καθίσταται δυνατός κυρίως μέσω του συστήματος του κυτοχρώματος P450 και έχει ως προϊόν την νορκεταμίνη (η οποία και αυτή έχει ψυχοτρόπο δράση) και στην συνέχεια την δεϋδρονορκεταμίνη. Ο μεταβολισμός της ουσίας στα παιδιά είναι ταχύτερος από τον μεταβολισμό στους ενήλικες.

**Απέκκριση:** το μεγαλύτερο μέρος μιας δόσης εμφανίζεται στα ούρα ως υδροξυλιωμένοι και συζευγμένοι μεταβολίτες. Το 4% απεκκρίνεται αμετάβλητο ή ως νορκεταμίνη. Λιγότερο από 5% απεκκρίνεται στα κόπρανα. Ο χρόνος ημιζωής της απέκκρισης είναι 2 έως 3 ώρες.

### **1.5.2 Παρενέργειες**

Η κεταμίνη είναι αρκετά δυνατή και οι επιδράσεις της ξεκινούν λίγα λεπτά αφού την πάρει κανείς. Γενικά, προκαλεί ένα ανάλαφρο συναίσθημα, ζαλάδα, αδεξιότητα στις κινήσεις, αργά αντανακλαστικά. Σε υψηλές δόσεις, οι χρήστες βιώνουν μια παρενέργεια που αναφέρεται ως «Κ-άνοιγμα», μια εμπειρία «εκτός σώματος» ή «επικείμενου θανάτου». Λόγω της κατάστασης αποσύνδεσης ή της ονειρώδους κατάστασης που δημιουργεί, κατά την οποία ο χρήστης δυσκολεύεται να κινηθεί, η κεταμίνη χρησιμοποιήθηκε ως ναρκωτικό για «χάπι βιασμού». Άλλες παρενέργειες είναι: ψευδαισθήσεις, καταστολή, ίλιγγος, σχιζοφρενικά συμπτώματα, μανιακά συμπτώματα, συμπτώματα κατάθλιψης, παραλήρημα, αμνησία που διαρκεί συνήθως μία ώρα, θολή όραση, έλλειψη συντονισμού (που συμβαίνει όταν μειώνεται η δόση ή διακόπτεται η χρήση), οπτικές ψευδαισθήσεις, ανεξέλεγκτο γέλιο, δυσκολία στο βάδισμα, μούδιασμα, ζάλη, ναυτία, σπασμοί, συσπάσεις, δυσκολία προσοχής, μειωμένη σημασιολογική μνήμη και μειωμένη μαθησιακή ικανότητα.

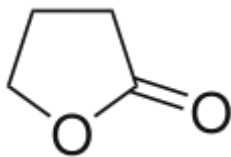
Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι παρενέργειες, που έχουν αναφερθεί (Han et al. 2016), στα όργανα του ανθρώπινου σώματος:

- Εγκέφαλος: ενδοκρανιακή υπέρταση, γνωστικές διαταραχές, μείωση του όγκου της ‘γκρίζας ύλης’ του εγκεφάλου, χρόνιες βλάβες στην επεισοδιακή μνήμη, νευρογένεση από προγονικά βλαστικά κύτταρα, νευροεκφυλισμός, νευροαποπτωτικός κυτταρικός θάνατος.
- Καρδιά: υπέρταση, ταχυκαρδία, αυξημένη καρδιακή παροχή (καρδιακή παροχή = καρδιακή συχνότητα X όγκος παλμού)
- Νεφρά: δυσλειτουργία της ουροδόχου κύστης, διαβρωτική κυστίτιδα, φλεγμονή του ουρητήρα με υδρονέφρωση και νεφρική δυσλειτουργία.
- Ήπαρ: μη φυσιολογική ηπατική δυσλειτουργία.
- Αναπνευστική οδός: αναπνευστική καταστολή.

### **1.5.3 Αναλυτικές μέθοδοι ανίχνευσης:**

- Δείγμα ούρων: Αέρια χρωματογραφία GC, αέρια χρωματογραφία-φασματομετρία μάζας GC-MS (με ιονισμό θετικών ιόντων), υγρή χρωματογραφία LC, τριχοειδής ηλεκτροφόρηση CE .
- Δείγμα τριχών: LC-MS (πιο ακριβή μέθοδος από την GC-MS), GC-MS (περισσότερο ευαίσθητη για χαμηλές συγκεντρώσεις της ουσίας με ιονισμό αρνητικών ιόντων), GC-MS-MS. Το δείγμα πρέπει να πλένεται προσεκτικά για την απομάκρυνση των περιβαλλοντικών προσμίξεων.

## 1.6 GBL (Γάμα –Βουτυρολακτόνη)



Η GBL (γ-βουτυρολακτόνη, C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) αποτελεί πρόδρομη ουσία του GHB (Γάμα-Υδροβουτυρικό οξύ) και χρησιμοποιείται σε βαφές, εντομοκτόνα, πλαστικά και μελάνια. Είναι παράνομο φάρμακο με σοβαρές ψυχιατρικές επιδράσεις. Μέσα στο ανθρώπινο σώμα, η GBL μετατρέπεται ταχέως στο γνωστό γ-υδροξυβουτυρικό οξύ (GHB) και τα αποτελέσματά της είναι τα ίδια. Εξαιρετικά ισχυρή, μόνο 1 ml της χημικής ουσίας μπορεί να είναι αρκετό για να προκαλέσει ευφορία και αδυναμία αντίστασης. Υπερβολική δόση μπορεί να προκαλέσει κώμα, επιβραδυμένο καρδιακό παλμό ή υποθερμία (Hinds 2015). Είναι επίσης γνωστή σε κύκλους εμπόρων και βιαστών με τα ονόματα revivarent G, blue nitro, blue nitro vitality, blue moon, BLO, blow, gamma G, rem-force, longevity, GH revitalizer, insom-X, firewater, invigorate, G3, GH-gold (GHG), genx (genex), verve (verv), liquid gold, N-force, pure raine, reactive, rejoon, rejuv+nite, regenerate, remedy GH, thunder και X-12. Ωστόσο χρησιμοποιείται παγκοσμίως για την παρασκευή πολλών βιομηχανικών προϊόντων. Τα προϊόντα που περιέχουν GBL πωλούνται παράνομα σε καταστήματα υγιεινής διατροφής ως συμπληρώματα διατροφής και προωθούνται με τους ψευδείς ισχυρισμούς ότι είναι κατάλληλα για τη δημιουργία μυών, τη βελτίωση της σωματικής και αθλητικής απόδοσης, τη μείωση του στρες και της κατάθλιψης και την απελευθέρωση της αυξητικής ορμόνης. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) των ΗΠΑ έχει καθορίσει ότι τα διαιτητικά συμπληρώματα που περιέχουν αυτές τις χημικές ουσίες είναι μη εγκεκριμένα φάρμακα εξαιτίας των επιβλαβών και απειλητικών για τη ζωή επιπτώσεών τους. Ωστόσο οι κατασκευαστές πολλών από τα προϊόντα που είχαν πωληθεί προηγουμένως ως συμπληρώματα διατροφής άλλαξαν το όνομα ή την προοριζόμενη χρήση του προϊόντος με σκοπό να αποφύγουν τις νομικές συνέπειες.

### 1.6.1 Παρενέργειες

- Ψυχικές: καταστροφική επίδραση στη χημεία του εγκεφάλου, υπνηλία, κατάθλιψη, χαλαρές αναστολές, επιθετική συμπεριφορά, εξωσωματικές εμπειρίες, ανεξέλεγκτες κινήσεις του σώματος, αίσθημα ζάλης, ψευδαισθήσεις, απώλεια μνήμης.

- Σωματικές: χαμηλή αρτηριακή πίεση ή καρδιακός ρυθμός, χαμηλή θερμοκρασία σώματος, ναυτία, έμετος, επιβράδυνση αναπνοής, αναπνευστική καταστολή, κώμα και θάνατος (όσο μεγαλύτερη είναι η δόση, τόσο πιο συχνές και σοβαρές είναι οι συνέπειες).

### 1.7 Άλλες ουσίες

Πέραν των ουσιών που αναφέραμε προηγουμένως, έχουν καταγραφεί και μελετηθεί περιπτώσεις όπου χρησιμοποιήθηκαν, λιγότερο συχνά, άλλες ναρκωτικές ουσίες, οι οποίες προκάλεσαν τις επιθυμητές από τους δράστες παρενέργειες στα θύματά τους. Μερικές από αυτές θα αναφερθούν παρακάτω.

Το 2013, στο Τοξικολογικό τμήμα του Πανεπιστημίου του Μαϊάμι, αναλύθηκαν δείγματα ούρων θυμάτων που είχαν αναφέρει ότι είχαν υποστεί σεξουαλική επίθεση και διαπιστώθηκε ότι ένα πολύ δημοφιλές ναρκωτικό ήταν η μεθυλόνη. Οι χρήστες συνθετικής καθιόνης αναφέρουν παρενέργειες, παρόμοιες με εκείνες των αμφεταμινών (MDMA). Αναφέρουν συγκεκριμένα μια ποικιλία ψυχεδελικών αποτελεσμάτων, συμπεριλαμβανομένης μιας αίσθησης ευημερίας, βαθιάς διορατικότητας και ενδοσκόπησης. Επιδράσεις στο σώμα περιλαμβάνουν αυξημένη αρτηριακή πίεση, θολή όραση, αφυδάτωση, ναυτία, έμετο, διασταλμένες κόρες και ταχυκαρδία. Αν και τα διεγερτικά φάρμακα δεν συσχετίζονται συνήθως με τα περιστατικά βιασμού, η μεθυλόνη, που έχει παρόμοια αποτελέσματα με εκείνα των αμφεταμινών, μπορεί να δημιουργήσει μια ψυχική κατάσταση σύγχυσης, ειδικά αν καταναλωθεί με αλκοόλ ή άλλες ουσίες (Hagan 2015).

Το 2016, μετά από καταγγελία, εξετάστηκε μία υπόθεση στο Νορβηγικό Ινστιτούτο Δημόσιας Υγείας, στην οποία το θύμα ισχυρίστηκε ότι είχαν χορηγήσει ουσίες στο ποτό (μπύρα) που κατανάλωσε το προηγούμενο βράδυ. Στο δείγμα αίματος που αναλύθηκε, ανιχνεύθηκαν χαμηλές συγκεντρώσεις κωδεΐνης και ακεταμινοφαΐνης. Οι οπιούχες ουσίες (στις οποίες ανήκει και η κωδεΐνη) προκαλούν σε μικρό βαθμό υπνηλία, μύση και βραδύπνοια (λόγω καταστολής του αναπνευστικού κέντρου). Ωστόσο, μετά από μελέτες,

διαπιστώθηκε ότι η κωδεΐνη, ενώ διαλύεται εύκολα στην μύρα, αλλάζει το χρώμα της αισθητά και αλλοιώνει τη γεύση της (πολύ πικρή γεύση). Αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να γίνουν εύκολα αντιληπτά. Βέβαια, ο συνδυασμός κατανάλωσης της ουσίας με αλκοόλ επιταχύνει τις παρενέργειες (Havig et al. 2016).

Η κοκαΐνη είναι ένα διεγερτικό ναρκωτικό, που παρασκευάζεται από τα φύλλα του της κόκας, έναν θάμνο που ενδημεί στις ορεινές περιοχές της Νότιας Αμερικής, ιδιαίτερα στο Περού, την Κολομβία και τη Βολιβία. Προκαλεί ταχυκαρδία, υπερκινητικότητα και ανησυχία, ευφορία, αυξημένη ενέργεια, καταστολή της όρεξης, αυξημένη αυτοπεποίθηση και λίμπιντο.

Η κάνναβη είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο παράνομο ναρκωτικό παγκοσμίως. Το όνομά της ακούγεται πολύ έντονα τα τελευταία χρόνια, καθώς έρευνες δείχνουν και αποδεικνύουν ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους θεραπευτικούς σκοπούς (Wong et al. 2017). Φυσικά, δεν πρέπει να παραλείψουμε τους παράγοντες που μετατρέπουν μία ναρκωτική ουσία, από ωφέλιμο φάρμακο σε ένα προϊόν με ύπουλες και καταστροφικές συνέπειες. Η Δ9-τετραϋδροκανναβινόλη δρα στο ΚΝΣ (Κεντρικό Νευρικό Σύστημα) και τα αποτελέσματά της ποικίλλουν ανάλογα με την ποσότητα της δόσης, τον τρόπο με τον οποίο χορηγείται, το πόσο ευπαθής είναι ο οργανισμός σε ψυχοτρόπες ουσίες και την εμπειρία και συχνότητα κατανάλωσης του χρήστη.

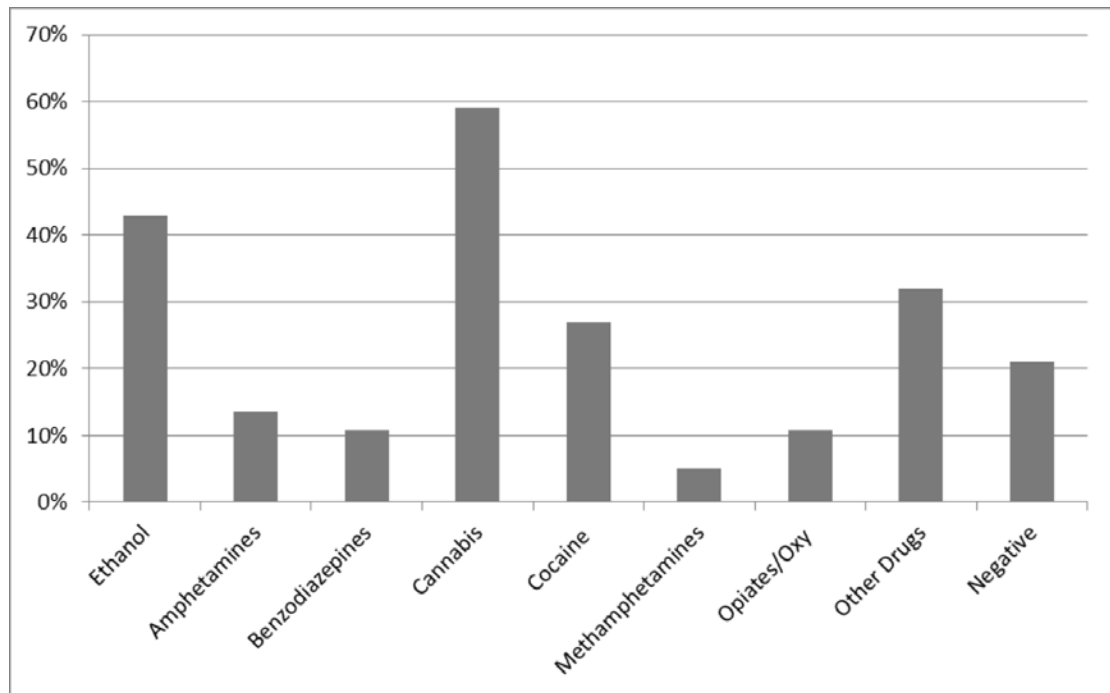
Η MDMA είναι ευρύτερα γνωστή με τις ονομασίες molly, mandy (καθαρή MDMA) και ecstasy (μεθυλένιο-διοξυ-αμφεταμίνη, συνθετική ουσία). Το επιχείρημα ότι η MDMA είναι ουσία υποβοήθησης βιασμού βασίζεται σε ισχυρισμούς ότι το φάρμακο προκαλεί απώλεια αντίστασης και ενεργοποιημένη σεξουαλικότητα και ότι αυτό καθιστά ένα άτομο ευάλωτο σε εκμετάλλευση (Jansen et al. 2006). Ωστόσο, χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον ουσίες που προκαλούν αμνησία ή νάρκωση. Η MDMA δε σχετίζεται με το φαινόμενο δημιουργίας πρόδρομης αμνησίας, όμως αν καταναλωθεί με αλκοόλ δημιουργείται και αυτό το σύμπτωμα (Eiden 2013).

Τα αντιψυχωσικά φάρμακα προκαλούν υπνηλία και ζάλη και για το λόγο αυτό έχουν επιλεγεί κάποιες φορές από δράστες οι οποίοι θέλουν να τις προκαλέσουν στο θύμα τους για εγκληματικούς σκοπούς. Ωστόσο, δεν επιλέγονται συχνά, λόγω του μεγάλου χρόνου ημιζωής που έχουν κατά το μεταβολισμό τους και κατά συνέπεια της ευκολίας τους στην τοξικολογική ανίχνευση (Kintz, 2014).

Πίνακας 1.1 Περιπτώσεις αντίληψης MDMA ως ουσία υποβοήθησης βιασμού (Eiden 2013)

**Cases Involving MDMA as a Date Rape Drug in Drug-Facilitated Sexual Assault**

Country	Study	Drug-Facilitated Sexual Assault Study Period	Number of Cases	Main Detected Drugs	Cases of Involuntary MDMA Intake
Australia	Hurley Parker & Wells 2006	05/2002 to 04/2003	76 cases/ 22 cases of involuntary intake	Alcohol	No case
France	Djezzar et al. 2009	10/2003 to 12/2007	79 cases	Benzodiazepines (clonazepam> zoldipem> bromazepam)	4 cases
UK	Scott-Ham & Burton 2005	01/2000 to 12/2002	1014 cases/ 21 cases of involuntary intake	Alcohol (either alone or with a substance) (46%) Cannabis (26%) Cocaine (11%)	3 cases
Canada	Du Mont et al. 2010	06/2005 to 04/2007	184 cases / 87 cases of involuntary intake	Cannabinoids Alcohol Cocaine	8 cases

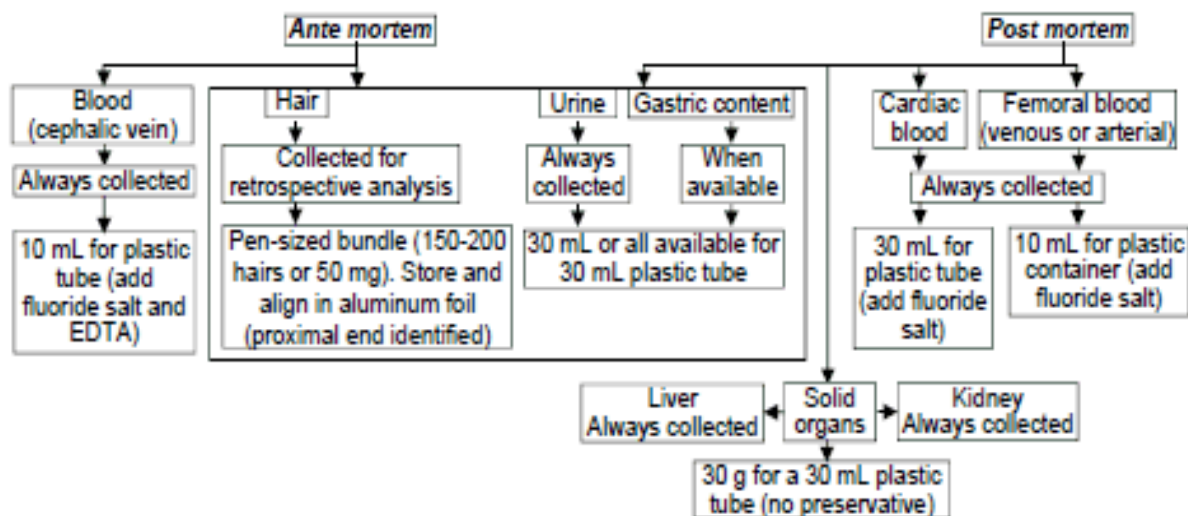


Εικόνα 1.6 Γραφική παράσταση χρησιμοποιούμενων ουσιών σε περιπτώσεις βιασμού το έτος 2013 (Πανεπιστήμιο Miami) (Hagan 2015)



<i>Forensic laboratory logotype</i>	<b>TOXICOLOGICAL REQUEST IN DFSA</b>	Using capital letter, fill the request in a complete and accurate way <i>Ante mortem</i> <input type="checkbox"/> <i>Post mortem</i> <input type="checkbox"/>		
Name of the requesting entity: _____		Telephone: _____		
Request number/samples transport code: _____		Judicial proceeding number: _____		
<b>VICTIM IDENTIFICATION</b>				
Name: _____		Birth date/Nationality: _____ Male <input type="checkbox"/> Female <input type="checkbox"/>		
Weight: _____ Height: _____		Profession: _____ Is victim menstruating: Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
<b>INFORMATIONS ABOUT DFSA</b>				
Date and time of administration (if known): _____		Place of the administration: _____		
Bar / Disco <input type="checkbox"/> Victim house <input type="checkbox"/> Perpetrator house <input type="checkbox"/> Car <input type="checkbox"/> Other <input type="checkbox"/> , if yes, give brief details: _____				
Date and time of the assault (if known): _____				
Place of the assault: Bar / Disco <input type="checkbox"/> Victim house <input type="checkbox"/> Perpetrator house <input type="checkbox"/> Car <input type="checkbox"/> Other <input type="checkbox"/> , if yes, give brief details: _____				
<b>VICTIM HISTORY</b>				
Source of information: Victim <input type="checkbox"/> Witnessed <input type="checkbox"/> if yes, give brief details: _____ Both <input type="checkbox"/>				
Onset of symptoms/signs: _____ Aggressive behavior <input type="checkbox"/> Ataxia <input type="checkbox"/>				
Confusion <input type="checkbox"/> Delirium <input type="checkbox"/> Dizziness <input type="checkbox"/> Diarrhea <input type="checkbox"/> Dissociation <input type="checkbox"/> Drowsiness <input type="checkbox"/> Excitability <input type="checkbox"/> Hallucinations <input type="checkbox"/>				
Incontinence urinary <input type="checkbox"/> or fecal <input type="checkbox"/> Loss of consciousness <input type="checkbox"/> Loss of inhibition <input type="checkbox"/> Memory loss <input type="checkbox"/> Miosis <input type="checkbox"/>				
Mydriasis <input type="checkbox"/> Muscle relaxation <input type="checkbox"/> Nausea <input type="checkbox"/> Paralysis <input type="checkbox"/> Sedation <input type="checkbox"/> Seizures <input type="checkbox"/> Sexual desire <input type="checkbox"/> Slurred speech <input type="checkbox"/>				
Stupor <input type="checkbox"/> Vomiting <input type="checkbox"/> Weakness <input type="checkbox"/> Hypotension <input type="checkbox"/> Bradycardia <input type="checkbox"/> Respiratory depression <input type="checkbox"/>				
<b>VICTIM PAST OR RECENT MEDICAL HISTORY</b>				
Detail any recent history of illness/disease: _____				
Drugs administered (recreational, prescribed or over the counter) and date/time: _____				
Are the specimens likely to be infected with HIV, tuberculosis, hepatitis or any other serious disease? Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> If yes, give details: _____				
<b>SAMPLES FOR ANALYSIS</b>				
	Sample	Number	Date	Quantity
Blood (grey-top tube)	Peripheral			
	Cardiac			
	Other			
Urine: First void? <input type="checkbox"/> if no, void n° _____				
Hair _____				
Gastric content (e.g. vomit, gastric lavage or aspirate) _____				
Others: if yes, give details _____				
<b>REQUESTED ANALYSIS</b>				
Was any toxicological analyses performed before? Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> If yes, give details of the results: _____				
If there is a suspect, what xenobiotics he or she has access? _____				
Xenobiotics requested: Ethanol <input type="checkbox"/> how much consumed: _____ Benzodiazepines (e.g., flunitrazepam) <input type="checkbox"/>				
Cannabis derivatives <input type="checkbox"/> Opioids <input type="checkbox"/> Amphetamines derivatives (e.g., "ecstasy") <input type="checkbox"/> Non-benzodiazepine hypnotics (zolpidem and zopiclone) <input type="checkbox"/>				
Barbiturates <input type="checkbox"/> GHB, GLB or 1,4-BD <input type="checkbox"/> Over-the-counter (diphenhydramine, dextromethorphan) <input type="checkbox"/>				
Ketamine <input type="checkbox"/> Phencyclidine <input type="checkbox"/> Antihistamines <input type="checkbox"/> Other <input type="checkbox"/> if yes, give details: _____				

Εικόνα 1.7 Φόρμα αίτησης σε περιπτώσεις σεξουαλικής επίθεσης υποβοηθούμενης από ναρκωτικές ουσίες. (Dinis-Oliveira 2013)



**Εικόνα 1.8** Αλγόριθμος συλλογής δειγμάτων για τοξικολογική ανάλυση σε περιπτώσεις σεξουαλικής επίθεσης υποβοηθούμενης από ναρκωτικές ουσίες. (Dinis-Oliveira 2013)

### 1.8 Εξασθένηση μνήμης

Οι ουσίες υποβοήθησης των σεξουαλικών επιθέσεων, πέραν της διευκόλυνσης που προσφέρουν στο δράστη κατά τη διάρκεια της επίθεσης, προκαλούν εξασθένηση της μνήμης του θύματος. Ως εκ τούτου, πολλά θύματα δεν αναφέρουν το γεγονός, ενώ άλλα αποδίδουν την απώλεια μνήμης που παθαίνουν, το γνωστό «μπλακ άουτ», στην υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ. Αξίζει σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε κάποιες πληροφορίες που συλλέχθηκαν, καθώς αυτό το φαινόμενο κυρίως αναζητούν οι δράστες στις ουσίες που χρησιμοποιούν.

Υπάρχουν πολλά είδη μνήμης, τα οποία εξυπηρετούν διαφορετικές λειτουργίες και αντιπροσωπεύονται σε διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου:

- Μνήμη εργασίας (working memory): αποτελεί το μικρότερο σε διάρκεια είδος μνήμης, καθώς αποθηκεύει πληροφορίες διάρκειας δευτερολέπτων ή λεπτών.
- Επεισοδιακή μνήμη (Episodic memory): αποτελεί το είδος μνήμης που μας επιτρέπει να θυμόμαστε πράγματα που μας συνέβησαν. Είναι στην ουσία η ικανότητά μας να διατηρούμε μια προσωπική «νοητική αυτοβιογραφία». Μπορεί να είναι βραχείας (λεπτά ή ημέρες) ή μακράς (μήνες ή χρόνια) διάρκειας.
- Σημασιολογική μνήμη (Semantic memory): είναι το είδος μνήμης που αντιπροσωπεύει τις γενικότερες (μη αυτοβιογραφικές) γνώσεις μας, όπως, για παράδειγμα, η γνώση της χρησιμότητας ενός αντικειμένου ή η γνώση ιστορικών γεγονότων.
- Διαδικαστική μνήμη (Procedural memory): είναι το είδος της μνήμης που μας επιτρέπει να αποκτούμε καινούριες δεξιότητες. Στην αρχή, γίνεται μία συνειδητή προσπάθεια εκμάθησης της δεξιότητας και στη συνέχεια, οι κινήσεις εκτελούνται υποσυνείδητα. Είναι ένα είδος «κινητικής» μνήμης.

Ο ιππόκαμπος είναι μία περιοχή του εγκεφάλου που αποτελείται από ειδικά κύτταρα τα οποία τα χρησιμοποιεί προκειμένου να καταγράψει μνημονικά την καθημερινότητα. Οι δύο θέσεις του ιππόκαμπου, αριστερά και δεξιά του εγκεφάλου, συντονίζονται έτσι ώστε να «παράγεται» η καθημερινή επεισοδιακή μνήμη. Ο ιππόκαμπος είναι αυτός που βοηθά τον άνθρωπο να «πλοηγείται» στο χώρο. Συμμετέχει στη μεταφορά πληροφοριών από τη βραχυπρόθεσμη μνήμη στη μακροπρόθεσμη. Ο ιππόκαμπος είναι γνωστός για το ότι σχετίζεται με την ενοποίηση της επεισοδιακής μνήμης που είναι οι αναμνήσεις από περιστατικά για τα οποία έχουμε προσωπική εμπειρία και τα συναφή συναισθήματα που προκύπτουν από αυτά τα βιώματα. Σε αντίθεση με τις σημασιολογικές μνήμες των αφηρημένων στοιχείων και των ενώσεών τους, η επεισοδιακή μνήμη μπορεί να παρουσιαστεί ως ιστορία. Τυχόν βλάβη στον ιππόκαμπο έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία σχηματισμού νέας μακροπρόθεσμης επεισοδιακής μνήμης, παρόλο που οι νέες διαδικαστικές μνήμες, όπως οι ακολουθίες κίνησης για να γίνουν οι καθημερινές εργασίες μπορούν ακόμα και τότε να μαθαίνονται. Ως εκ τούτου, οι διαταραχές μνήμης έχουν κυρίως συσχετιστεί με μειωμένη δράση ή βλάβες του ιππόκαμπου.

Υπάρχουν δύο είδη αμνησίας: η πρόδρομη και η παλίνδρομη αμνησία. Στην κατάσταση της πρόδρομης αμνησίας, ο οργανισμός αδυνατεί να ‘συνθέσει’ νέες μνήμες-αναμνήσεις γεγονότων, ενώ οι παλαιότερες αναμνήσεις παραμένουν ανεπηρέαστες. Τα γεγονότα που μπορούν να οδηγήσουν σε πρόδρομη αμνησία είναι η καρδιακή ανακοπή, η ασφυξία, κάποιος τραυματισμός στο κρανίο, καθώς και πολλά φαρμακευτικά προϊόντα συμπεριλαμβανομένων των κατασταλτικών-υπνωτικών φαρμάκων, μερικοί ανταγωνιστές ισταμίνης H1, νευροληπτικά, αναισθητικά όπως γ-υδροξυβουτυρικό οξύ (GHB) ή κεταμίνη κλπ. (Kintz, 2014) Κατά την παλίνδρομη αμνησία, ο οργανισμός αδυνατεί να ανακαλέσει μνήμες του σύντομου παρελθόντος. Στις περιπτώσεις που ο δράστης επιθυμεί να προκαλέσει αμνησία στο θύμα του και έχουν καταναλωθεί φαρμακευτικές- ναρκωτικές ουσίες, προκαλείται το φαινόμενο της πρόδρομης αμνησίας (Kintz 2014). Υπό αυτές τις συνθήκες, το θύμα καθυστερεί να απευθυνθεί σε αρμόδιους φορείς, με αποτέλεσμα η ανάλυση ενδεχόμενων βιολογικών υγρών να μην οδηγεί σε διαλεύκανση μίας υπόθεσης βιασμού, καθώς και οι χρόνοι ημιζωής των περισσότερων ουσιών στα ούρα και στο αίμα είναι σχετικά μικροί. Σε προηγούμενες υποενότητες αναφέρθηκαν οι ουσίες, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν αυτήν την πρόδρομη αμνησία και σε συνδυασμό με άλλες παρενέργειες, να οδηγήσουν το θύμα σε μία κατάσταση ανικανότητας να αντισταθεί κατά τη διάρκεια, αλλά και να αντιληφθεί εγκαίρως το τι ακριβώς συνέβη.

## 2. Τοξικολογική ανάλυση τριχών



### 2.1 Εισαγωγή

Στις περισσότερες περιπτώσεις βιασμών, επιλέγονται και χρησιμοποιούνται ουσίες με κοινές ‘επιθυμητές’ φαρμακολογικές ιδιότητες, όπως μικρό χρόνο ημιζωής και χαμηλές συγκεντρώσεις στο αίμα, ώστε να μην ανιχνεύονται σε πιθανούς τοξικολογικούς ελέγχους. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται πολύ συχνά οι βενζοδιαζεπίνες, καθώς έχουν αυτές τις ιδιότητες και επιπλέον προκαλούν πρόωρη αμνησία, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα.

Πέραν της ανάλυσης και ανίχνευσης στα ούρα και στο αίμα των ουσιών που εξετάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, σε πολλές περιπτώσεις συμβάντων που διαπράττονται, είναι απαραίτητη η τοξικολογική ανάλυση τριχών της κεφαλής. Αυτό εξηγείται από το γεγονός, ότι σε κάποιες από τις περιπτώσεις αυτές μεσολαβεί μεγάλο χρονικό διάστημα από τη στιγμή του συμβάντος (χορήγηση της ναρκωτικής ουσίας), μέχρι τη λήψη δείγματος για ανίχνευση και περαιτέρω ανάλυση. Οι περιοχές συγκεντρώσεων που ανιχνεύονται οι διάφορες ουσίες στην τρίχα, όπως είδαμε σε προηγούμενο πίνακα είναι της τάξεως  $\mu\text{g}/\text{mg}$ . Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται πολύ ευαίσθητες τεχνικές ανάλυσης (GC ή LC-MS/MS)

### 2.2 Φυσιολογία και ανάπτυξη τρίχας

Κάτω από την επιφάνεια του δέρματος βρίσκεται ένα όργανο που μεγαλώνει, διατηρεί και πολλαπλασιάζει μια τρίχα. Τα μαλλιά θρέφονται από την κυκλοφορία του αίματος και συνδέονται με νευρικούς ιστούς, λιπαρούς αδένες και μικροσκοπικούς μύες. Η τρίχα εξέρχεται από έναν πόρο στο δέρμα, κάποιες φορές μοιράζεται αυτό τον πόρο του δέρματος, με άλλες τέσσερις περίπου τρίχες, και συνεχίζει τον κύκλο της ζωής της που διαρκεί 2-6 χρόνια.

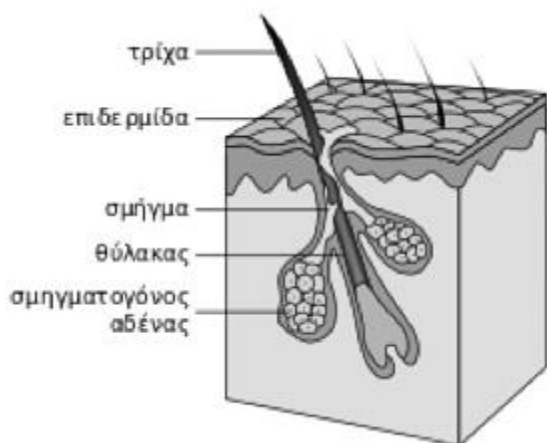
**Η τρίχα αποτελείται από τα εξής δύο τμήματα:**

**A) Ρίζα**

Η ρίζα είναι το μη ορατό τμήμα της τρίχας το οποίο βρίσκεται στο εσωτερικό του τριχοθυλακίου. Το κατώτερο σημείο του τριχοθυλακίου ονομάζεται βολβός και ο ρόλος του είναι ζωτικής σημασίας ως προς την τελική δομή του συνόλου της τρίχας. Εντός του βολβού παρατηρείται πλήθος αιμοφόρων αγγείων, τα οποία εξασφαλίζουν τη θρέψη και την οξυγόνωση του βολβού. Η μελανίνη και η κερατίνη παράγονται στην ρίζα της τρίχας. Η κερατίνη διαδραματίζει κύριο ρόλο στη δομή της τρίχας ενώ η μελανίνη συντελεί στον καθορισμό του χρώματος των μαλλιών. Τα θυλάκια τρίχας είναι ενσωματωμένα στο επιδερμικό επιθήλιο του δέρματος, 3 έως 5 mm κάτω από την επιφάνεια του δέρματος και περιλαμβάνουν τους σμηγματογόνους και τους απεκκριτικούς αδένες. Οι σμηγματογόνοι αδένες βρίσκονται σε ολόκληρη την περιοχή του σώματος ενώ οι απεκκριτικοί αδένες εντοπίζονται στα βλέφαρα, τις μασχάλες, τον εξωτερικό ακουστικό πόρο και την περιγεννητική περιοχή.

**B) Στέλεχος της τρίχας**

Το Στέλεχος της Τρίχας είναι το μέρος που μπορούμε να δούμε. Το στέλεχος αποτελείται από 3 μέρη τις περισσότερες φορές. Το πρώτο μέρος είναι η επιδερμίδα της τρίχας το οποίο αποτελείται από διάφανα κύτταρα σε κυματοειδή διάταξη. Προχωρώντας στο εσωτερικό βρίσκουμε φλοιό της τρίχας, αυτό το τμήμα αποτελείται κυρίως από κερατίνη η οποία είναι και η πρωτεΐνη η οποία επιτρέπει στο στέλεχος να αναπτυχθεί. Επίσης ο φλοιός είναι το τμήμα της τρίχας που καθορίζει τόσο το χρώμα όσο και τον κυματισμό της τρίχας. Τέλος στις τρίχες μεγάλης διαμέτρου υπάρχει και ο μυελός της τρίχας όπου αποτελεί την καρδιά του στελέχους της τρίχας. Υπάρχουν 3 είδη τρίχας, το εμβρυικό χνούδι το οποίο αναπτύσσεται και συνήθως αποβάλλεται πριν από την γέννηση, το χνούδι το οποίο είναι απαλό και δυσδιάκριτο καθώς δεν έχει καθόλου χρωστική ή περιέχει πολύ λίγη και τέλος η ολοκληρωμένη τρίχα η οποία είναι η εμφανής τριχοφυΐα στο σώμα και το τριχωτό της κεφαλής και τα τριχοθυλάκια της έχουν σμηγματογόνους αδένες.



Εικόνα 2.1 Δομή της τρίχας

Η ζωή της τρίχας ακολουθεί έναν κύκλο τριών φάσεων (Kintz, 2014):

- Αναγενής φάση: περίπου το 85% των τριχών στο ανθρώπινο τριχωτό της κεφαλής εμπλέκονται σε αυτό το στάδιο, κατά τη διάρκεια όπου αυξάνεται η μεταβολική δραστηριότητα, η κυτταρική διαίρεση και η ανάπτυξη. Αυτή η φάση μπορεί να διαρκέσει από 4 έως 8 έτη.
- Καταγενής φάση: αφορά λιγότερο από το 1% των τριχών του ανθρώπινου τριχωτού της κεφαλής. Η κυτταρική διαίρεση σταματά, ο άξονας των μαλλιών γίνεται πλήρως κερατινοποιημένος και ο βολβός αρχίζει να εκφυλίζεται. Αυτή η φάση διαρκεί γενικά μερικές εβδομάδες.
- Τελογενής φάση: μπορεί να διαρκέσει από 4 έως 6 μήνες, και η διάρκεια αυτής της φάσης εξαρτάται από τον τύπο της τρίχας και αυξάνεται με την ηλικία. Στο στάδιο της τελογένεσης τα τριχοθυλάκια αδρανούν, παύουν να αναπτύσσονται και αποπίπτουν.

Η αναλογία των αναγεννητικών/τελογενών τριχών ποικίλλει ανάλογα με τις ανατομικές θέσεις, τη φυλή, το φύλο, την ηλικία και την κατάσταση της υγείας. Η τριχοφυΐα κυμαίνεται από 0,6 έως 3,36 cm ανά μήνα, με ένα μέσο ρυθμό ανάπτυξης 1 cm και χρειάζονται 7 με 10 ημέρες για την ανάπτυξη των μαλλιών να φτάσουν στην επιφάνεια του τριχωτού της κεφαλής. Τα μαλλιά που λαμβάνονται από την περιοχή των κορυφών του τριχωτού της κεφαλής συνιστώνται για τοξικολογικές έρευνες, λόγω της ταχύτερης

ανάπτυξης και της υψηλότερης αναλογίας θυλακίων στην αναγενή φάση στην περιοχή αυτή.

Οι κύριες οδοί ενσωμάτωσης ναρκωτικών ουσιών στην τρίχα είναι από την παροχή αίματος, από την παθητική διάχυση από τριχοειδή αγγεία σε αναπτυσσόμενα κύτταρα, καθώς και στο σμήγμα και στον ιδρώτα (Tobin, 2005). Έχει αποδειχθεί ότι ο ιδρώτας και το σμήγμα που περιέχουν ναρκωτικές ουσίες συμβάλλουν στην ενσωμάτωση στην τρίχα. Η εξωτερική παθητική μόλυνση μπορεί να προκύψει από το να βρισκόμαστε στο ίδιο περιβάλλον με τα άτομα που καταναλώνουν τις ουσίες, από την ατμόσφαιρα ή αγγίζοντας τις επιφάνειες που έχουν μολυνθεί. Επιπλέον, το έμβρυο μπορεί επίσης να εκτεθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών της κύησης εάν η μητέρα εξακολουθεί να χρησιμοποιεί τα ναρκωτικά κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης.

Το χρώμα των μαλλιών παίζει επίσης ρόλο στην ενσωμάτωση της ουσίας και οι μηχανισμοί δέσμευσης μπορεί να διαφέρουν για κάθε περίπτωση. Εδώ παίζει ρόλο, σε μεγάλο βαθμό, η συγγένεια της μελανίνης με την δομή της εκάστοτε ουσίας.

Οι ουσίες (χημικές ενώσεις) που ενσωματώνονται στα μαλλιά παραμένουν σχετικά σταθερές για μήνες και ακόμη και χρόνια, σε αντίθεση με το αίμα, τα ούρα ή άλλα βιολογικά υγρά που χρησιμοποιούνται στην εγκληματολογική τοξικολογία. Τα επίπεδα συγκέντρωσης στα μαλλιά μπορεί να εξαρτώνται από το περιβάλλον στο οποίο εκτίθενται. Αν και το σαμπουάν δεν επηρεάζει σημαντικά τις συγκεντρώσεις στην τρίχα, υπάρχει περίπτωση οι υδρόφιλες ενώσεις (π.χ. αιθυλο-γλυκουρονίδιο) να επηρεαστούν.

### **2.3 Τοξικολογική ανάλυση τριχών (Kintz, 2014)**

Για την στρατηγική που πρέπει να ακολουθηθεί στην τοξικολογική ανάλυση τριχών, θα πρέπει αρχικά να λαμβάνεται υπόψη το ιστορικό της εκάστοτε περίπτωσης, καθώς και ο χρόνος που έχει παρέλθει μεταξύ του συμβάντος και της αναφοράς επί αυτού.

Σε περιπτώσεις χορήγησης ναρκωτικών ουσιών, πριν αρχίσει η ανάλυση για την ανίχνευσή τους, θα πρέπει να ληφθούν και να καταγραφούν οι εξής πληροφορίες:

- συνοπτική περιγραφή της υπόθεσης (ημερομηνία, περιστάσεις, τύπος και διάρκεια παρενέργειας)
- ερωτήσεις, που πρέπει να απαντηθούν από την ανάλυση
- ημερομηνία, κατά την οποία υποψιάζεται το θύμα ότι του έχουν χορηγηθεί ουσίες
- ουσία/ες, που υποψιάζεται το θύμα ή ο τοξικολόγος ότι θα ανιχνευθούν



- οποιαδήποτε άλλη λήψη ή θεραπεία με φάρμακα και οποιαδήποτε καλλυντική θεραπεία στην οποία έχει υποβληθεί το θύμα
- ημερομηνία λήψης δειγμάτων

Η συλλογή δειγμάτων μαλλιών μπορεί να θεωρηθεί ως μια εύκολη διαδικασία. Δεν απαιτεί εξειδικευμένες εγκαταστάσεις. Επίσης, δεν είναι απαραίτητο για τη λήψη να πραγματοποιείται από νοσοκόμα, γιατρό ή βιολόγο. Επιπλέον, τα φάρμακα/ουσίες είναι σχετικά σταθερά στα μαλλιά και οι συνθήκες αποθήκευσης των μαλλιών δεν απαιτούν ψυγείο ή καταψύκτη. Παρ'όλα αυτά, λόγω της ειδικής φύσης των δοκιμών, προτείνεται, όπου είναι εφικτό, τα δείγματα να συλλέγονται από το προσωπικό του εκάστοτε εργαστηρίου, καθώς χρειάζεται προσοχή και υπάρχει ακόμη και κίνδυνος αντικατάστασης, εσκεμμένης ή μη, των δειγμάτων.

Συνήθως συλλέγονται τρίχες της κεφαλής από το πίσω μέρος του κεφαλιού, που ονομάζεται οπίσθια κορυφή. Σε σύγκριση με άλλες περιοχές του κεφαλιού, αυτή η περιοχή παρουσιάζει περιορισμένη μεταβλητότητα στον ρυθμό ανάπτυξης των μαλλιών. Η ποσότητα των τριχών που θα ληφθούν, πρέπει να έχει το πάχος ενός μολυβιού και θα πρέπει να είναι επαρκής, σε περίπτωση που χρειαστεί ακόμη μία δοκιμή επιβεβαίωσης από άλλο εργαστήριο. Απομονώνεται, λοιπόν, μία τούφα διαμέτρου 2-3 mm και στη συνέχεια κόβεται προσεκτικά όσο πιο κοντά γίνεται στο δέρμα της κεφαλής με πολύ καλά απολυμασμένο ψαλίδι. Το δείγμα τρίχας, αφού ευθυγραμμιστεί, μπορεί να αποθηκευτεί σε θερμοκρασία δωματίου σε αλουμινόχαρτο και στη συνέχεια σε επισημασμένο φάκελο. Στη συνέχεια, αποστέλλεται στο εκάστοτε εργαστήριο. Τα δείγματα τρίχας πρέπει να αποθηκεύονται σε θερμοκρασία δωματίου, σε ξηρό και σκοτεινό περιβάλλον και μακριά από το άμεσο ηλιακό φως. Δεν πρέπει να αποθηκεύονται σε χαμηλές θερμοκρασίες (ψυγείο ή καταψύκτη) καθώς μπορεί να εμφανιστεί διόγκωση σε τέτοιες συνθήκες και να μειωθεί η συγκέντρωση της ουσίας στις τρίχες. Επιπλέον, τα δείγματα τρίχας που είναι υγρά κατά τη διάρκεια συλλογής πρέπει να ξηρανθούν πριν την αποθήκευση.

1. Στάδιο απολύμανσης-ξήρανσης: Τα δείγματα που συλλέγονται πρέπει να υφίστανται πλύση, για να αφαιρεθούν οι εξωτερικές μολύνσεις από φάρμακα/ουσίες και για να απομακρυνθούν τα κατάλοιπα από προϊόντα περιποίησης των μαλλιών. Παρακάτω παρουσιάζεται πίνακας με διαδικασίες απολύμανσης, ο οποίος βρέθηκε στη βιβλιογραφία:

Πίνακας 2.1 Διαδικασίες απολύμανσης τριχών

<b>Hair Decontamination Procedure</b>
Hair samples were decontaminated twice with 5 ml of methylene chloride, for 2 min, at room temperature
Decontamination bath in warm water (5 min) and twice with acetone (1 min)
None
Decontamination using 1 mL of 0.1% sodium dodecyl sulfate for 1 min under ultrasonication, and three 1 min distilled water baths under ultrasonication
Decontamination with 2 mL of isopropanol, three times with 2 mL of 0.01 M phosphate buffer (pH 6.0), and finally with 2 mL of isopropanol, for 15 min each time in a heated water bath (37_C) with an orbital shaker
Hair samples were decontaminated twice with dichloromethane
Hair samples were decontaminated twice with methylene chloride (5 mL for 2 min)
Hair samples were decontaminated twice with dichloromethane, once with water, and once with methanol, 15 min each, under ultrasonication
Decontamination using water (5 mL), distilled and then deionized, and ethanol (3 mL)
Decontamination with 1 mL of 0.1% sodium dodecyl sulfate, 231 mL of deionized water, and then 231 mL dichloromethane, 10 min each, under ultrasonication
Decontamination with 1 mL of 0.1% aqueous sodium dodecyl sulfate, 231 mL deionized water and 231 mL dichloromethane, 10 min each, under ultrasonication
Decontamination baths with methanol
Hair samples were decontaminated twice with distilled water, and methanol
Decontamination with 2 mL of iso-octane followed by 2 mL of acetone
Decontamination using 2 mL methanol, 2 mL distilled water and 2 mL methanol (twice)
Decontamination with 10 mL of a 10% (w/v) aqueous solution of sodium dodecyl sulfate, 10 mL of water (twice) and 10 mL of acetone for 3 min each

Decontamination with water and two times with acetone, 1 min each
Decontamination with dichlormethane and methanol
Hair samples were decontaminated twice with dichloromethane (3 mL, vortex mixed for 3 min)
Three consecutive 2 mL dichloromethane baths, for 2 min each
Decontamination using 0.1% sodium dodecylsulfate, water, methanol and water (three times)

Μετά το στάδιο της απολύμανσης, τα δείγματα πρέπει να ξηραίνονται-στεγνώνονται σε θερμοκρασία δωματίου.

2. Διαχωρισμός δείγματος σε τμήματα: Για τον διαχωρισμό του δείγματος, λαμβάνεται υπόψη το χρονικό διάστημα μεταξύ της ημέρας του συμβάντος και της λήψης του. Ο υπολογισμός του μήκους του δείγματος που χρήζει ανάλυσης γίνεται με βάση την ημερομηνία του φερομένου αδικήματος καθώς και το μέσο ρυθμό ανάπτυξης των τριχών της ανθρώπινης κεφαλής, που είναι περίπου 1 cm / μήνα (κυμαίνεται από 0,7 έως 1,4 cm/μήνα με μέσο όρο περίπου 1 cm / μήνα αποδεκτό από την επιστημονική κοινότητα).

Συνήθως αναλύονται οι τρίχες που συλλέγονται 4 έως 6 εβδομάδες μετά το αδίκημα. Όπως αναφέρθηκε, οι τρίχες κόβονται όσο πιο κοντά γίνεται στο κρανίο, κόβονται τα πρώτα 2 cm και 10 έως 50 mg ζυγίζονται με ακρίβεια πριν από την ανάλυση, αφού κονιοποιηθούν σε σκόνη ή κοπούν σε μικρότερα τμήματα.

3. Στάδιο εκχύλισης: Πραγματοποιείται εκχύλιση, αφού έχει τοποθετηθεί εσωτερικό πρότυπο στο δείγμα, με σκοπό να εξαχθεί η προς ανάλυση ουσία. είναι σημαντικό να εξεταστεί η επιβλαβής επίδραση στην ουσία κατά την επιλογή της μεθόδου εκχύλισης, ιδιαίτερα στην περίπτωση των βενζοδιαζεπινών. Συγκεκριμένα, είναι επιτακτική η ανάγκη ελέγχου της θερμοκρασίας λόγω του κινδύνου in vitro αποικοδόμησης αυτών των ουσιών.

Παρακάτω παρουσιάζεται πίνακας με μεθόδους εκχύλισης, όπως αναφέρονται στη βιβλιογραφία.

Πίνακας 2.2 Μέθοδοι εκχύλισης

Extraction	Clean-up
Soerensen buffer (pH 7.6)	Liquid-liquid extraction (diethyl ether-chloroform)
Acetate buffer (pH=4) 1βetaglucuronidase/arylsulfatase for 2 h at 40 °C	Solid-phase extraction (Chromabond C18ec columns)
Methanol (3 mL) under ultrasonication for 1 h	Solid-phase extraction (mixed-mode isolate HXC columns)
Soerensen buffer (pH 7.6) 14 h at 56 °C	Liquid-liquid extraction (dichloromethane/ether)
Phosphate buffer (pH 8.4), overnight	Liquid-liquid extraction (methylene chloride/diethylether)
Trifluoroacetic acid 1methanol, 18 h at room temperature	Liquid-liquid extraction (phosphate buffer/dichloromethane)
Phosphate buffer (pH 8.4), overnight	Liquid_liquid extraction (methylene chloride/diethylether)
Methanol at 38 °C for 16 h	Solid-phase extraction (Clean Screen column)
Phosphate buffer (pH 8.4), under ultrasonication for 1 h	Liquid-liquid extraction (dichloromethane-diethylether)
Acetonitrile at 50 °C overnight.	Liquid-liquid extraction (hexane: ethyl acetate) +solid-phase extraction (Strata-X cartridges)
Methanol/acetonitrile/H <sub>2</sub> O/ammonium formate, for 18 h at 37 °C	None
Methanol/acetonitrile/formiate buffer (pH 3), 18 h in an orbital shaker	None
Water/acetonitrile/trifluoroacetic acid, using a 5 min simultaneous pulverization/extraction step	None
Methanol at 38 °C for 16 h	None

4. Ανίχνευση-Ποσοτικοποίηση: Στις περιπτώσεις ανάλυσης τρίχας για εγκλήματα που σχετίζονται με υποβοήθηση ναρκωτικών ουσιών, η ποσότητες που ανιχνεύονται είναι της κλίμακας pg/mg. Εδώ λοιπόν χρησιμοποιούνται ευαίσθητες μέθοδοι, όπως GC/MS, όπου τείνουν να αντικατασταθούν με τις LC-MS / MS ή με LC-HRMS (με αναλυτές υψηλής διακριτικής ικανότητας, όπως χρόνου πτήσης ή orbitrap). Λόγω κινδύνου εσφαλμένων θετικών αποτελεσμάτων, ιδίως στην περίπτωση της παρουσίας μεταβολιτών των φαινοθειαζινών και των αντικαταθλιπτικών, ορισμένα θραύσματα (για παράδειγμα, σε m/z 58, 86 ή 100) δεν είναι αρκετά συγκεκριμένα και πρέπει να είναι αποφεύγονται για ενώσεις με αμινο αλυσίδες. Πέραν του υψηλού κόστους της φασματομετρίας υψηλής απόδοσης, η μέθοδος προσφέρει υψηλότερη ακρίβεια, η οποία διευκολύνει σημαντικά την ταυτοποίηση άγνωστων ενώσεων.
5. Επικύρωση μεθόδου: Αρκετά έγγραφα ISO είναι διαθέσιμα και παρέχουν καθοδήγηση (<http://www.iso.org>) με τις απαιτήσεις επικύρωσης μαζί με τις δημοσιεύσεις σχετικά επικύρωση της εγκληματολογικής και κλινικής τοξικολογίας. Για να επικυρωθούν, λοιπόν, τα αποτελέσματα αλλά και η ποιότητα της έρευνας μετά από μία τοξικολογική ανάλυση τριχών θα πρέπει να ακολουθούνται συγκεκριμένοι κανόνες, αλλά και να μετρούνται συγκεκριμένες παράμετροι:
- διακρίβωση ανάλυσης σε πέντε (συμπεριλαμβανομένης της χαμηλότερης και υψηλότερης) συγκεντρώσεις σχετικές με την κλίμακα βαθμονόμησης: ανάλυση επτά δειγμάτων για κάθε συγκέντρωση
  - το όριο ανίχνευσης (LOD), το οποίο ορίζεται ως η χαμηλότερη συγκέντρωση που δίνει απόκριση τουλάχιστον τρεις φορές του μέσου βασικού θορύβου
  - το όριο ποσοτικοποίησης (LOQ), το οποίο ορίζεται ως η χαμηλότερη συγκέντρωση που θα μπορούσε να μετρηθεί με ένα εκατοστιαίο ποσοστό διακύμανσης ακριβείας και σχετικής μεροληψίας μικρότερης από 20%
  - η γραμμικότητα, η οποία εκτιμάται με ανάλυση πέντε επαναλήψεων για κάθε επίπεδο βαθμονόμησης σε επτά διαφορετικές ημέρες
  - τη σχετική τυπική απόκλιση (RSD) και τη μεροληψία που υπολογίστηκε για την ενδιάμεση και την εσωτερική δοκιμή με τις αποδεκτές δύο παραμέτρους ταυτόχρονα χαμηλότερες από το 25% για το όριο ποσοτικοποίησης και μικρότερο από 20% για τις άλλες συγκεντρώσεις και στις δύο μελέτες
  - τα φαινόμενα καταστολής των ιόντων, για τις μεθόδους LC-MS / MS

### 3. Προκλήσεις και δυσκολίες κατά την τοξικολογική ανάλυση τριχών

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, σε πολλές από τις περιπτώσεις βιασμών υποβοηθούμενων από ουσίες, μεσολαβεί μεγάλο χρονικό διάστημα από τη στιγμή του συμβάντος μέχρι την αναφορά του. Αυτό συμβαίνει λόγω της σύγχυσης, της πρόωρης αμνησίας, αλλά και άλλων συμπτωμάτων που εμφανίζονται στο θύμα, με αποτέλεσμα να καθυστερεί να αναφέρει το γεγονός. Σε αυτές τις περιπτώσεις, μία πολύ σημαντική τεχνική, είναι η ανάλυση τρίχας, αφού εκεί οι ουσίες παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετές δυσκολίες, που βρέθηκαν στη βιβλιογραφία και θα αναλυθούν παρακάτω.

- **Ερμηνεία αποτελεσμάτων:** Λίγες είναι οι ελεγχόμενες μελέτες για την καθοδήγηση της ερμηνείας των αποτελεσμάτων. Πριν τη διαδικασία της εκχύλισης, απαιτείται η επιλογή κάποιων διαλυτών. Αυτή η επιλογή ενδέχεται να επηρεάσει την απόδοση της εκχύλισης και κατά συνέπεια τις συγκεντρώσεις των ουσιών που ανιχνεύονται στο τέλος. Επίσης, λόγω των μικρών συγκεντρώσεων δειγμάτων που συλλέγονται, πολλές φορές είναι δύσκολο να απαντηθεί το ερώτημα αν η δόση είναι μία ή επαναλαμβανόμενη. Οι μικρές συγκεντρώσεις δεν δίνουν τη δυνατότητα μελετών σε πραγματικές περιπτώσεις και δημιουργίας βάσης δεδομένων στην ανάλυση τριχών. Ένα αρνητικό αποτέλεσμα κατά την ανάλυση, είναι επίσης αποτέλεσμα, όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία. Αυτό σημαίνει ότι το άτομο που έδωσε δείγμα για ανάλυση, ή δεν είχε εκτεθεί στην ουσία που εξετάστηκε, ή στην πραγματικότητα εκτέθηκε στην ουσία, αλλά η τεχνική ανάλυσης δεν ήταν αρκετά ευαίσθητη, ώστε να ανιχνεύσει την ουσία (Kintz 2012). Σε αυτές τις περιπτώσεις, όπου είναι δυνατόν, πρέπει να γίνεται σύγκριση με άλλες αναλυτικές μεθόδους ανίχνευσης (αίμα, ούρα). Επίσης, λόγω της έλλειψης δεδομένων στην επιστημονική βιβλιογραφία σχετικά με την ελάχιστη ανιχνεύσιμη δόση για κάθε ουσία, που είναι πρωταρχικής σημασίας, καθίσταται δύσκολη η ερμηνεία των αποτελεσμάτων και η αμφισβήτηση ενός αρνητικού αποτελέσματος είναι πολύ πιθανή. Η συλλογή δειγμάτων από μη εξειδικευμένο προσωπικό και πολλές φορές χωρίς αυστηρή επιτήρηση είναι επίσης ένα

φλέγον ζήτημα (μόνο η συλλογή δείγματος αίματος γίνεται από ιατρό). Εδώ και πάλι υπάρχει περίπτωση εσφαλμένου αποτελέσματος, καθώς είναι πιθανό να γίνει αντικατάσταση του δείγματος, κατά λάθος ή εσκεμμένα.

- **Ακριβής χρόνος έκθεσης:** Η δοκιμή ουσιών στα μαλλιά δεν μπορεί να ανιχνεύσει την πρόσληψη της ουσίας όταν ο ασθενής δοκιμάζεται εντός μιας έως επτά ημερών (ή έως 14 ημέρες ανάλογα με την ταχύτητα της τριχοφυΐας) μετά τη χρήση. Στις περιπτώσεις ανάλυσης τριχών για τους λόγους που μελετάμε, ο ακριβής προσδιορισμός του χρόνου κατανάλωσης της ουσίας (ακριβής ημέρα κατανάλωσης) είναι εξαιρετικά δύσκολος. Η ανάλυση κατά τμήματα, μπορεί να παρέχει μία κατά προσέγγιση ημερομηνία της έκθεσης στην ουσία και είναι χρήσιμη όταν έχει λάβει χώρα μία μόνο έκθεση (Guidelines for Testing Drugs under International Control in Hair, Sweat and Oral Fluid). Η υψηλότερη συγκέντρωση ουσίας πρέπει να ανιχνευθεί στο τμήμα που αντιστοιχεί στην περίοδο του φερόμενου γεγονότος και η μετρούμενη συγκέντρωση πρέπει να είναι τουλάχιστον τριπλάσια από εκείνη που μετρήθηκε στα προηγούμενα ή επόμενα τμήματα (Xiang et al. 2015).

Μία μεταβλητή, που θα πρέπει οπωσδήποτε να λαμβάνει υπόψη ο τοξικολόγος, είναι ο ρυθμός ανάπτυξης της τρίχας, όπου πιο σταθερός είναι στην οπίσθια κορυφή. Αν και λαμβάνεται υπόψιν ο μέσος ρυθμός ανάπτυξης που είναι 1cm/μήνα, στην πραγματικότητα ο πραγματικός ρυθμός ανάπτυξης για κάθε άτομο είναι άγνωστος (Xiang et al. 2015). Αυτό κάνει ακόμη πιο δύσκολο το έργο των τοξικολόγων σχετικά με τη συλλογή των τμημάτων της τρίχας. Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν το ρυθμό ανάπτυξης της τρίχας, όπως οι εποχικοί παράγοντες, η ηλικία, η εγκυμοσύνη και οι ορμόνες (LeBeau et al., 2011). Αν γίνει δειγματοληψία από οποιαδήποτε άλλη περιοχή, πρέπει οπωσδήποτε να σημειώνεται κατά τη διάρκεια της έρευνας, καθώς ενδέχεται να προκύψουν λανθασμένα αποτελέσματα.

Θα πρέπει, επίσης, να εξετάζεται και το γεγονός, ότι αν περάσει αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα από την έκθεση στην ουσία, εκείνη σιγά σιγά εξαπλώνεται κατά μήκος του άξονα της τρίχας, με αποτέλεσμα η ακριβής δήλωση του χρόνου έκθεσης να καθίσταται δύσκολη. Επιπλέον, σε ορισμένες περιπτώσεις, ιδίως όταν το θύμα έχει εκτεθεί σε υψηλή δόση, η ουσία θα μπορούσε να ανιχνευθεί σε κοντινά του στόχου τμήματα. Εντούτοις, οι μετρούμενες συγκεντρώσεις στα τμήματα αυτά δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 10% περίπου της κύριας συγκέντρωσης που διαπιστώθηκε και

λαμβάνονται υπόψη ως μη σημαντικές ακόμη και αν είναι πάνω από το LOQ (όριο ποσοτικοποίησης). Ο βαθμός στον οποίο αυτά τα αποτελέσματα επηρεάζουν την κατανομή της ουσίας στα μαλλιά εξαρτάται από το άτομο, τη φαρμακοκινητική της ουσίας (υψηλό ποσοστό έκκρισης στον ιδρώτα ή σμήγμα) και τις συνθήκες κατά τις οποίες καταναλώνεται η ουσία. Προτείνεται ένα μαθηματικό πρότυπο με σκοπό την εύρεση του ακριβή χρόνου κατανάλωσης (Guidelines for Testing Drugs under International Control in Hair, Sweat and Oral Fluid & Pragst et al., 2006):

$$T_i = T_s - L_i/V_h - L_r/V_h - T_o$$

$T_i$  = Time of the drug intake

$T_s$  = Time of the hair sampling

$T_o$  = Time between incorporation of the drug into the hair root and appearance at the skin surface

$L_i$  = Distance of the drug position in hair from the proximal end of the hair sample

$L_r$  = Length of the residual hair shaft from the skin surface after sampling

$V_h$  = Hair growth rate

Ωστόσο, θα πρέπει πάντα να λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι που αναφέρθηκαν παραπάνω.

- **Χρώμα μαλλιών, καλλυντική επεξεργασία και εξωτερικοί παράγοντες:** Το χρώμα των μαλλιών επηρεάζει την ανάλυση, καθώς έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι ουσίες, όπως αυτές που εξετάζουμε στη βιβλιογραφία, ενσωματώνονται καλύτερα και ανιχνεύονται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε σκούρα παρά σε ανοιχτόχρωμα ή λευκά μαλλιά (Kintz, 2014). Οι λόγοι για το φαινόμενο αυτό είναι ότι τα μελανοκύτταρα έχουν μειωμένο pH που οδηγεί σε φαρμακοκινητική συσσώρευση βασικών φαρμάκων και ότι τα βασικά φάρμακα προσροφούνται καλύτερα στη μελανίνη, πιθανότατα από αλληλεπίδραση φόρτισης-μεταφοράς (Pragst, 2004). Όσον αφορά τις βαφές, μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε κακή ενσωμάτωση και ακόμη χειρότερα η λεύκανση μειώνει τη συγκέντρωση της ουσίας στην τρίχα έως και 90% (Pragst et al., 2006). Τα μαλλιά είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στη μόλυνση από το περιβάλλον κατά την αποθήκευση και πρέπει να αποφεύγεται η έκθεση στην υγρασία και το άμεσο ηλιακό φως. Οι ακτίνες UV του ηλίου, σε μικρότερο βέβαια βαθμό, προκαλούν μη



καλή ενσωμάτωση σε ουσίες που είναι ευαίσθητες σε αυτές, καθώς εισχωρούν στην τρίχα και αλλοιώνουν/λευκαίνουν το φυσικό χρώμα (Pragst et al., 2006).

Ένα άλλο ζήτημα, το οποίο απασχολεί τους τοξικολόγους, είναι η εξωτερική επιμόλυνση από ναρκωτικές ουσίες, ειδικά αν αυτές βρίσκονται σε μορφή σκόνης. Τα σωματίδια της ουσίας μπορούν είτε να προσκολληθούν μέσω του αέρα ή των χεριών στις τρίχες είτε να απορροφηθούν μέσω της εισπνοής και να ανιχνευθεί η ίδια μητρική ουσία στα μαλλιά, χωρίς να έχει καταναλωθεί στην πραγματικότητα. Ένας τρόπος αντιμετώπισης ανίχνευση των μεταβολιτών της ουσίας-στόχος, οι οποίοι προέρχονται αποκλειστικά από τον ενδογενή μεταβολισμό (Barroso M., 2014). Εδώ θα πρέπει να εξετάζεται και το διάλυμα εκχύλισης, καθώς αν η τρίχα έχει μολυνθεί χωρίς να έχει καταναλωθεί η ουσία που εξετάζεται, ανιχνεύεται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στο διάλυμα εκχύλισης από την τρίχα. Έρευνες αποδεικνύουν ότι αν το δείγμα υποστεί πλύση με διάλυμα φωσφορικού άλατος, και ιδανικά τρεις φορές, οι πιθανές εξωτερικές επιμολύνσεις θα απομακρυνθούν. Η ολική συγκέντρωση της ουσίας από τις πλύσεις θα πρέπει ιδανικά να είναι 3,9 φορές μεγαλύτερη από την συγκέντρωση της τελευταίας πλύσης. Ωστόσο δε συμβαίνει ολική απομάκρυνση.

- **Κόστος μεθόδου:** Η ανίχνευση ναρκωτικών ουσιών μέσω τοξικολογικής ανάλυσης τριχών είναι μία αρκετά ακριβή μέθοδος σε σύγκριση με άλλες μεθοδολογίες δοκιμών. Η δοκιμή περιορίζεται σε περιορισμένο αριθμό ουσιών σε σύγκριση με τη δοκιμή στα ούρα.. Λόγω των πολύ μικρών συγκεντρώσεων που ανιχνεύονται στην τρίχα, πρέπει να χρησιμοποιούνται τεχνικές με μεγάλη διακριτική ικανότητα και ευαισθησία.
- **Συγκέντρωση σε εφάπαξ δόση:** Η πλειοψηφία των περιπτώσεων αναφέρονται στην αστυνομία μετά από μερικές ημέρες. Το αίμα και τα ούρα όμως δεν μπορούν να συλλεχθούν αμέσως για τοξικολογική εξέταση επομένως απαιτείται ανάλυση τρίχας. Ωστόσο, δεν υπάρχει γνωστή συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων της τρίχας και της χορηγούμενης δόσης για τα περισσότερα φάρμακα (Barroso M., 2014). Τα ναρκωτικά των βιασμών συχνά καταναλώνονται ως μεμονωμένες δόσεις και η προκύπτουσα συγκέντρωση στα μαλλιά μπορεί να είναι μόνο σε pg/mg. Έτσι, είναι δυνατόν να δυσχεραίνεται ο ακριβής προσδιορισμός της συγκέντρωσης της ναρκωτικής ουσίας, ανάλογα με το είδος της τρίχας και τη χημική συγγένεια που μπορεί να παρουσιάζει με την ουσία η μελανίνη. Ακόμη πιο μικρές είναι οι

συγκεντρώσεις που ανιχνεύονται για ουσίες ουδέτερες ή όξινες, καθώς η ενσωμάτωση στον κορμό της τρίχας είναι πολύ κακή.

Σε πειράματα που έγιναν σε υγιείς εθελοντές μετά από μία εφάπαξ δόση ουσίας, αποδείχθηκε ότι κάποιες ουσίες ανιχνεύθηκαν στις προαναφερθείσες συγκεντρώσεις στα μαλλιά με τη μέθοδο LC-MS/MS, ενώ κάποιες άλλες, όπως η λοραζεπάμη, δεν ανιχνεύθηκαν.

Το όριο ποσοτικοποίησης (Limit of Quantitation) είναι η ελάχιστη συγκέντρωση προσδιοριζόμενης ουσίας, που μπορεί να διακριθεί από τη μηδενική συγκέντρωση. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Ιλινόις στο Σικάγο, στο Τμήμα Φαρμακευτικής και Φαρμακοδυναμικής, για την ανίχνευση της φθοριονιτραζεπάμης και του κύριου μεταβολίτη της, της 7-αμινοφθοριονιτραζεπάμης, η φθοριονιτραζεπάμη ανιχνεύθηκε σε μερικά δείγματα αλλά όλες οι συγκεντρώσεις ήταν κάτω από το όριο ποσοτικοποίησης (0,5-2,3 pg/mg), όπως κάτω από το όριο ποσοτικοποίησης ανιχνεύθηκε και η 7-αμινοφθοριονιτραζεπάμη σε ένα δείγμα (Negrusz et al., 2001).

Το GHB, εκτός από ναρκωτική ουσία που χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που περιγράφουμε, είναι ενδογενής ένωση και μεταβολίτης του κύριου ανασταλτικού νευροδιαβιβαστή γ-αμινοβουτυρικού οξέος (GABA) (Busardo 2017). Έρευνες σε άτομα που δεν είχαν καταναλώσει το φάρμακο έδειξαν ότι η περιεκτικότητα του ενδογενούς GHB στα μαλλιά δεν επηρεάζεται από το φυσικό χρώμα των μαλλιών. Μία ακόμη παράμετρος που εξετάστηκε σε εθελοντές ήταν το φύλο και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα ενδογενή επίπεδα σε άντρες εθελοντές ήταν υψηλότερα από τα επίπεδα σε γυναίκες (Busardo 2017). Η ανίχνευση μίας μικρής ποσότητας της ουσίας σε δείγματα βιολογικών υγρών είναι πάντα δύσκολο έργο για τους τοξικολόγους, καθώς στο αίμα παραμένει 4-5 ώρες και στα ούρα 8-10 ώρες. Στην περίπτωση, λοιπόν, του GHB η πιο αποτελεσματική μέθοδος ανίχνευσης είναι η τοξικολογική ανάλυση τριχών. Ωστόσο και εκεί αντιμετωπίζονται δυσκολίες. Σε μία μεμονωμένη δόση, η αυξημένη συγκέντρωση GHB στο τμήμα των τριχών που εξετάζονται πλησιάζει κατά πολύ τα επίπεδα των ενδογενών τιμών και οι μελέτες που έχουν γίνει δεν εξακριβώνουν το χρονικό διάστημα που παραμένει στα μαλλιά η συγκέντρωση αυτή. Αντίθετα, αν υπάρχει επαναλαμβανόμενη χρήση εξακριβώνεται εύκολα, διότι οι συγκεντρώσεις στα μαλλιά αυξάνεται κατά πολύ σε σχέση με τις ενδογενείς τιμές (Pragst, 2014).

Ο συνδυασμός υγρής χρωματογραφίας-φασματομετρίας μάζας είναι η πιο χρήσιμη και ακριβής τεχνική για την ανίχνευση των μικρών συγκεντρώσεων στις τρίχες, καθώς η GC σε αυτές τις περιπτώσεις παρουσιάζει προβλήματα, όπως επιπλοκές στη μεταβλητότητα και τη σταθερότητα και ζητήματα στο σύστημα παραγοντοποίησης. Αν και έχει χαμηλότερη χρωματογραφική ανάλυση από την GC, ο συνδυασμός LC-MS/MS είναι αποτελεσματικός (Pragst et al. 2006).

- **Συχνά λάθη που οδηγούν σε εσφαλμένα αποτελέσματα:** Κατά την διαδικασία ανάλυσης τρίχας, τα βήματα που ακολουθούνται θα πρέπει να γίνονται με μεγάλη προσοχή, καθώς λόγω των δυσκολιών που αναφέρθηκαν και των μικρών ποσοτήτων δείγματος, υπάρχει κίνδυνος να γίνουν λάθη που οδηγούν φυσικά σε κάποιο λάθος αποτέλεσμα. Κατά την αναζήτηση στην βιβλιογραφία βρέθηκαν και παρατίθενται μερικά από αυτά (Pragst F., 2004):

1) Συλλογή αρχικών στοιχείων: ανεπαρκείς πληροφορίες σχετικά με το ιστορικό και το σκοπό της έρευνας, μη προσεκτική επιλογή δείγματος αλλά και μήκους που πρέπει να μελετηθεί.

2) Δειγματοληψία/αποθήκευση: ανεπαρκής ποσότητα δείγματος, κίνδυνος αντικατάστασης με άλλο δείγμα (λόγω ανεπαρκούς επισήμανσης ή λόγω εσκεμμένης αντικατάστασης όπως αναφέρθηκε παραπάνω) και κίνδυνος επιμόλυνσης κατά την αποθήκευση.

3) Απολύμανση: πολλές φορές δεν αναλύεται το διάλυμα για να ελεγχθούν εξωτερικές επιμολύνσεις ή επιλέγονται λάθος διαλύτες με αποτέλεσμα να 'χάνεται' σημαντική ποσότητα ουσίας ή ακόμα και να μην ανιχνεύεται.

4) Εκχύλιση: κίνδυνος αποσύνθεσης της ουσίας και δημιουργίας ακαθαρσιών, κίνδυνος μη σωστής ανάλυσης λόγω επιλογής λανθασμένης θερμοκρασίας.

5) Ανάλυση: ανεπαρκής ακρίβεια και ευαισθησία, έλλειψη δευτερευόντων προτύπων GC-MS, απώλεια ουσίας και λάθος θετικά ή αρνητικά αποτελέσματα (τα λάθος θετικά αποτελέσματα μπορεί να οφείλονται σε εξωτερικές επιμολύνσεις και τα λάθος αρνητικά αποτελέσματα σε απώλεια ουσίας ή στις πολύ μικρές συγκεντρώσεις της εφάπαξ δόσης).

6) Πραγματογνωμοσύνη: δε λαμβάνονται υπόψη πολλές παράμετροι όπως οι ιδιότητες του δείγματος και η ιδιαιτερότητα της κάθε περίπτωσης, δεν ερμηνεύεται σωστά ο ακριβής χρόνος έκθεσης ή μία μεγάλη/μικρή εύρεση συγκέντρωσης.

- **Ταυτοποίηση ουσίας:** Πολλές φορές, όταν δεν συλλέγονται επαρκείς πληροφορίες από το ίδιο το θύμα λόγω αμνησίας και σύγχυσης, θα πρέπει να καταβληθεί μεγάλη προσπάθεια από τους αρμόδιους φορείς ώστε να κατανοήσουν ποια ουσία αλλά και ποιους μεταβολίτες της ουσίας πρέπει να ανιχνεύσουν ώστε να γίνει σωστή επιλογή διαλυτών και διαδικασίας. Σε αρκετές περιπτώσεις, μπορεί να έχουν χορηγηθεί στο θύμα περισσότερες από μία ουσίες. Η διαδικασία τότε γίνεται ακόμη πιο πολύπλοκη, καθώς πρέπει να επιλεγούν με προσοχή οι διαλύτες έκπλυσης και εκχύλισης, καθώς και η τεχνική ανίχνευσης των ουσιών.

#### 4. Συνοψίζοντας...

Στα περισσότερα άρθρα που εξετάστηκαν, οι ουσίες που αναφέρθηκαν περισσότερο ήταν η κεταμίνη, η φθοριονιτραζεπάμη και το GHB. Αυτές καταναλώνονται εν αγνοία του θύματος, μόνες τους ή σε συνδυασμό με άλλες ουσίες που αναφέρθηκαν κατά τη διάρκεια της εργασίας, για να ενισχυθεί η δράση τους (poly-drug use). Αυτό που πραγματικά κάνει αυτές τις ουσίες πολύ αποτελεσματικές είναι το γεγονός ότι μπορούν να διαλυθούν στο ποτό και το θύμα δεν μπορεί να αντιληφθεί εγκαίρως ότι του έχουν χορηγηθεί. Κάνουν το θύμα να ζαλίζεται και να είναι πολύ αδύναμο για να υπερασπιστεί τον εαυτό του ή να σταματήσει την επίθεση, και στις περισσότερες περιπτώσεις, τα θύματα δεν θυμούνται ούτε καν τι συνέβη. Από την αναζήτηση και την έρευνα που έγινε σε διάφορα επιστημονικά άρθρα, διαπιστώθηκε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις βιασμών υποβοηθούμενων από ουσίες, τα θύματα είχαν καταναλώσει αλκοόλ. Δυστυχώς, στις μέρες μας η κατανάλωση αλκοόλ (αιθανόλης) από νέους ανθρώπους είναι ένα απόλυτα σύνηθες φαινόμενο που παίρνει τραγικά μεγάλες διαστάσεις ιδίως στη χώρα μας. Βλέπουμε καθημερινά γύρω μας, εφήβους να καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες αλκοόλ, είτε επειδή είναι ‘της μόδας’, είτε λόγω ψυχολογικής επίδρασης από το στενό οικογενειακό τους περιβάλλον. Στις ευρωπαϊκές χώρες, η κατανάλωση αλκοόλ είναι αρκετά συχνή από τους εφήβους, με την Ελλάδα να κατέχει την τρίτη θέση μετά τη Δανία και τη Βρετανία. Δεν μας ακούγεται πλέον περίεργο, όταν πληροφορούμαστε ότι κάποιος νέος χάνει τη ζωή του από τροχαίο δυστύχημα, έχοντας καταναλώσει μεγάλες ποσότητες αλκοόλ. Ένα μεγάλο ποσοστό δηλώνει ενοχές μετά την κατανάλωση και ένα ακόμη μεγαλύτερο ποσοστό δηλώνει αδυναμία να θυμηθεί γεγονότα υπό την επήρεια. Αυτήν την αδυναμία εκμεταλλεύονται οι δράστες, οι οποίοι γνωρίζουν επίσης ότι δε θα συναντήσουν την οποιαδήποτε αντίσταση από το θύμα τους. Σε κάποιες χώρες, ακόμα κι αν υπάρχει συναίνεση για σεξουαλική πράξη, αν η κρίση του ατόμου έχει επηρεαστεί από το αλκοόλ, η πράξη μπορεί να θεωρηθεί βιασμός.

Το αλκοόλ από μόνο του, μπορεί να δημιουργήσει μειωμένα αντανακλαστικά και κινήσεις. Πέραν των ουσιών που μπορούν εύκολα να διαλυθούν σε αυτό και αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, αν καταναλωθεί μόνο του σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να προκαλέσει τις επιθυμητές παρενέργειες και να κάνει εύκολη τη ‘δουλειά’ του βιαστή και

πολύ δύσκολη τη δουλειά του εγκληματολόγου που χειρίζεται την υπόθεση. Ένας άνθρωπος που κατηγορείται για βιασμό μπορεί να ισχυριστεί ότι το άλλο άτομο που εμπλέκεται στην υπόθεση συναίνεσε στο να γίνει η σεξουαλική πράξη. Δυστυχώς, αν δεν υπάρχει κάποιο άλλο σημάδι σεξουαλικής κακοποίησης και αν δεν βρεθεί/ανιχνευθεί κάποια άλλη ναρκωτική ουσία στο ποτό του θύματος, μπορεί να δικαιωθεί, ακόμη και αν είναι ένοχος. Επίσης, λόγω της αμνησίας που δημιουργείται προσωρινά, είτε λόγω κατανάλωσης αλκοόλ, είτε λόγω κατανάλωσης άλλων ουσιών σε συνδυασμό με αλκοόλ, το θύμα δεν αναφέρει ποτέ τι συνέβη. Επομένως, τα ποσοστά βιασμών υποβοηθούμενων από τα λεγόμενα ‘date rape drugs’ δεν είναι απόλυτα σωστά. Τα ποσοστά είναι μεγαλύτερα και, αν δεν παρθούν κατάλληλα μέτρα, θα γίνουν ακόμη μεγαλύτερα.

Ένα άλλο θέμα, το οποίο καλούνται να λύσουν οι αρμόδιοι τέτοιων υποθέσεων, είναι η κρυφή ή μη χορήγηση ουσίας στο ποτό του θύματος. Στις υποθέσεις αυτές, οι μάρτυρες είναι ελάχιστοι και είναι δύσκολο να αποδειχθεί με ποιο τρόπο χορηγήθηκε η εκάστοτε ουσία. Για το λόγο αυτόν, θα πρέπει να λαμβάνεται ένα πλήρες -όσο αυτό βέβαια είναι εφικτό- ιστορικό της υπόθεσης, το προφίλ του δράστη, το προφίλ του θύματος, τα αποτελέσματα των τοξικολογικών αναλύσεων, η σχέση του θύματος με το δράστη και πολλές άλλες παράμετροι.

Όπως αναφέρθηκε, πολλά από τα θύματα καθυστερούν να αναφέρουν το γεγονός, λόγω σύγχυσης αλλά και απώλειας μνήμης, με αποτέλεσμα να μην ανιχνεύεται κάποια ουσία στις αναλύσεις βιολογικών υγρών. Την λύση δίνει η τοξικολογική ανάλυση τριχών, αφού εκεί οι ουσίες παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα μαλλιά είναι ουσιαστικά ένα ‘ημερολόγιο’ καταγραφής χρήσης ναρκωτικών ουσιών και, σε αντίθεση με την ανάλυση ούρων, η ανάλυσή τους προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως:

- Ευκολία στη χρήση λόγω της αδράνειας του τριχώματος
- Μη ιδιαίτερη αποθήκευση, εγκαταστάσεις ή συνθήκες
- Η συλλογή συγκρίσιμων δειγμάτων για επαναλαμβανόμενες δοκιμές είναι ευκολότερη με την τρίχα από ότι με τα ούρα
- Μεγαλύτερο χρονικό περιθώριο ανίχνευσης

Όμως ακόμα και σε αυτές τις περιπτώσεις εμφανίζονται προβλήματα, τα οποία αναφέραμε στο σχετικό κεφάλαιο και δυσχεραίνουν το έργο του αναλυτή. Πρέπει για την ανάλυση να ληφθούν υπόψη πολλοί παράγοντες, όπως το χρώμα των μαλλιών, οι καλλυντικές

θεραπείες και οι εξωτερικές επιμολύνσεις που αναφέραμε, η συγγένεια της μελανίνης με τη χημική δομή της εκάστοτε ουσίας, οι πολύ μικρές συγκεντρώσεις που ανιχνεύονται κλπ. Πρέπει να δίνεται πάντα απόλυτη προσοχή στην διαδικασία, από τη συλλογή δείγματος και την επιλογή διαλυτών μέχρι και τους παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν την ανάλυση, καθώς οποιοδήποτε μικρό λάθος μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένο αποτέλεσμα. Η ανάλυση των μαλλιών δεν θα πρέπει να θεωρηθεί ως εναλλακτική λύση αλλά να συμπληρώνει την ανάλυση ούρων. Εντούτοις, η επιστήμη εξελίσσεται διαρκώς. Με την ακρίβεια του ελέγχου της τρίχας, ένα μεγάλο παράθυρο της ανίχνευσης και ευελιξίας ως προς το χρόνο της συλλογής δείγματος ανοίγει, έτσι ώστε μέσω των ευρημάτων να βοηθάται το έργο των αρχών.

Όσο απλές και αν ακούγονται κάποιες προφυλάξεις, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ώστε να αποφευχθούν ενδεχόμενες σεξουαλικές επιθέσεις. Ο καλύτερος τρόπος να προστατευθούμε είναι να πάρουμε μέτρα ώστε να αποφευχθεί η νοθεία του ποτού που καταναλώνουμε. Θα πρέπει να κρατάμε το ποτό μας όσο περισσότερο χρόνο μπορούμε, να διασκεδάζουμε με ανθρώπους που εμπιστευόμαστε, να μη δεχόμαστε ποτό από αγνώστους, να καταναλώνουμε υπεύθυνα αλκοόλ και να είμαστε διαρκώς σε επαγρύπνηση. Αν υπάρχει υποψία νοθείας, δεν αφήνουμε να περάσει χρόνος. Ενημερώνουμε αμέσως ανθρώπους που εμπιστευόμαστε είτε είμαστε μαζί τους είτε όχι, ώστε να μας μεταφέρουν αμέσως σε κάποιο νοσοκομείο. Όσο πιο γρήγορα γίνουν τοξικολογικές αναλύσεις, τόσο πιο εύκολο θα είναι να ανιχνευθούν ουσίες που ίσως έχουν προστεθεί στο ποτό μας. Η ωριμότητα, η πρόληψη και η σωστή κρίση αποτελούν τις καλύτερες προφυλάξεις ώστε να αποφευχθεί ένα πρόβλημα που έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις και μπορεί να δημιουργήσει, όχι μόνο σωματικές, αλλά και ψυχικές πληγές...

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

(Ουσίες που έχουν χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις βιασμού) (Dinis-Oliveira et al. 2013)

<b>Xenobiotic class</b>	<b>Major representative</b>	<b>Signs and symptoms</b>
Benzodiazepines	Flunitrazepam(Rohypnol), diazepam, lorazepam, triazolam, temazepam, tetrazepam, clonazepam, etc.	mimic ethanol intoxication, visual disturbance, drowsiness, confusion, dizziness, lack of coordination, slurred speech, loss of consciousness, flaccid muscle tone leading to difficulty moving, nystagmus, bradycardia, respiratory depression and anterograde amnesia
Non-benzodiazepines hypnotics	zopiclone and zolpidem	fewer muscle-relaxant properties comparatively to benzodiazepines, disinhibition, passivity, and retrograde amnesia, confusion, dizziness, psychomotor, nervousness, and hallucinations.



Alcohols	ethanol	nausea, vomiting, respiratory depression, loss of consciousness, impaired judgment, incoordination, behavioral changes, ataxia, cognitive slowing, memory impairment, diplopia and lethargy
Barbiturates	phenobarbital, pentobarbital, thiopental (“truth serum”), etc.	respiratory depression, hypothermia, bullous skin lesions, aspiration pneumonia, nystagmus, dysarthria, ataxia, drowsiness hypothermia, renal failure, muscle necrosis, hypotension, hypoglycemia, coma, and death
Amphetamine derivatives	3,4-methylenedioxy-Nmethylamphetamine (“ecstasy”)	empathy, occasional increase in disinhibition and sexual desire, palpitations, dizziness, weakness, anxiety, both stimulant and hallucinogenic effects with a toxicity similar to amphetamines and cocaine, cardiac arrest, hyperthermia, rhabdomyolysis, renal

		insufficiency and liver failure
Opioids	heroin, morphine, codeine, Buprenorphine, methadone, tramadol, etc.	analgesia, sedation, pinpoint pupils (miosis), euphoria and respiratory depression
Scopolamine (1-hyoscine), atropine		inhibits vagal reflexes, xerostomia, amnesia, restlessness, excitement, hallucinations, headache and euphoria
Ophthalmic or nasal drops (imidazolines)	tetrahydrozoline, xylometazoline, naphazoline, oxymetazoline	drowsiness, coma, respiratory depression, bradycardia, hypotonia, miotic pupils, dry mouth, muscle flaccidity and hypothermia
Antidepressants	amitriptyline, nortriptyline, citalopram, desipramine, imipramine, doxepin, fluoxetine, paroxetine, sertraline	orthostatic hypotension, sedation, drowsiness, confusion, coma, delirium respiratory depression, mydriasis, xerostomia, tachycardia, loss of consciousness and seizures
H1-antihistamines	diphenhydramine, etc.	sedation, hallucinations,

		confusion, agitation, psychosis, cardiotoxicity, seizures and coma
Dissociative anesthetics	ketamine, phencyclidine	delirium, vivid hallucinations, cardiac excitement, mild respiratory depression, confusion, irrationality, violent or aggressive behavior, vertigo, ataxia, slurred speech, delayed reaction time, euphoria, altered body image, analgesia, amnesia and coma
$\gamma$ -hydroxybutyrate and related substances	$\gamma$ -hydroxybutyrate (GHB), $\gamma$ -butyrolactone (GBL), 1,4-butanediol (1,4-BD)	decreased inhibitions, drowsiness, deep unresponsive sleep, respiratory arrest, euphoria, increased sensuality, hypotonia, nausea, seizures, amnesia and loss of consciousness
Cannabis derivatives	$\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol	relaxation, an altered sense of time, euphoria, drowsiness and impairment of short-term memory

Antitussives	dextromethorphan	nausea, vomiting, seizure, loss of consciousness, irregular heartbeat and death
Cocaine		tachycardia, hyperactivity, and restlessness, clinical effects  include euphoria, increased energy, appetite suppression, and  increased self-confidence and libido

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

(Μελέτες αναφορών τοξικολογικών αναλύσεων δειγμάτων από θύματα DFSA)  
(Anderson et al., 2017)

Έτος δημοσίευσης	Χώρα μελέτης και συνολικός αριθμός δειγμάτων	Ουσίες που ανιχνεύθηκαν σε θετικά δείγματα	Ποσοστό αρνητικών δειγμάτων
1996	Γαλλία, Παρίσι 35 δείγματα	Αλκοόλ 11% Κάνναβη 17.1% Βενζοδιαζεπίνες 48.6% Βαρβιτουρικά 2.9% Οπιοειδή 8.6% Τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά 5.7%	–
2010	Καναδάς, Οντάριο 178 δείγματα	Αλκοόλ 30.9% Κάνναβη 33.7% Κοκαΐνη 21.4% Αμφεταμίνες 7.3% MDMA 7.3% GHB 1.1% Κεταμίνη 1.1% Βενζοδιαζεπίνες 11.3% Αντικαταθλιπτικά 16.4% Κωδεΐνη 4.5% Μορφίνη 3.9% Οξυκωδόνη 3.4% Μεθαδόνη 1.1% Υδρομορφόνη 0.6% Αντιψυχωσικά 3.4%	24.2%
2015	Μαϊάμι 45 δείγματα	Αλκοόλ 43% Κάνναβη 58% Κοκαΐνη 26% Αμφεταμίνες 13% Μεθαμφεταμίνες 5% Άλλες 33% Βενζοδιαζεπίνες 11% Οπιοειδή/Οξυκωδόνη 11% Μεθαδόνη 1.1%	22%

2008	Βόρεια Ιρλανδία 291 δείγματα	Αλκοόλ 33.7% Ναρκωτικές ουσίες σε συνδυασμό με αλκοόλ 28.5% Μόνο ναρκωτικές ουσίες 12.7% (δεν αναφέρονται τα ονόματα των ουσιών)	31.3%
2001	U.S.A 3303 δείγματα	Αλκοόλ 41.1% Κάνναβη 18.6% Κοκαΐνη 8.4% Αμφεταμίνες 6.7% Βενζοδιαζεπίνες 9.5% Προποξυφαΐνη 1.3% GHB 3.0% Βαρβιτουρικά 1.2% φαινοκυκλιδίνη <0.1%	38.7%
2006	Αυστραλία, Βικτώρια 76 δείγματα	Αλκοόλ 37% Παράνομες ουσίες 22.4% Φάρμακα 47.4%	–
2007	U.S.A-Τέξας, Καλιφόρνια, Μινεσότα, Ουάσιγκτον 144 δείγματα	Αλκοόλ 9.7% Μαριχουάνα 32.6% Κοκαΐνη 18.1% Αμφεταμίνες 6.9% Οπιοειδή 6.9% Βενζοδιαζεπίνες 3.5%	–
2005	U.K-Αγγλία, Σκότλαντ, Ουαλία 1014 δείγματα	Αλκοόλ 46% Μαριχουάνα 26% Κοκαΐνη 11% Έκσταση 5% Αμφεταμίνες 2% Ηρωίνη 1% Κεταμίνη 0.5% Μη καταπραϋντικά Θεραπευτικά 21% Καταπραϋντικά Θεραπευτικά 22%: Βενζοδιαζεπίνες 8.3% Υπνωτικά < 1% Αντισταμινικά 1.4% Οπιοειδή 10.2%	–

		Καταπραϋντικά αντικαταθλιπτικά < 1% Αντιεμετικά < 1% Αντιψυχωσικά < 1% Βαρβιτουρικά < 1%	
--	--	---	--

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Adamowicz Piotr, Kala Maria, 2010, *Simultaneous screening for and determination of 128 date-rape drugs in urine by gas chromatography–electron ionization-mass spectrometry.*
2. Anderson LJ, Flynn A, Pilgrim JL, 2017, *A global epidemiological perspective on the toxicology of drug-facilitated sexual assault: A systematic review, Journal of Forensic and Legal Medicine, doi: 10.1016/j.jflm.2017.02.005.*
3. Barroso Mário, 2014, *Hair analysis for forensic applications: is the future bright?*
4. Busardò Francesco Paolo, Pichini Simona, Simona Zaami, Pacifici Roberta and Kintz Pascal, 2017, *Hair testing of GHB: an everlasting issue in forensic toxicology.*
5. Busardò Francesco P., Vaiano Fabio, Mannocchi Giulio, Bertol Elisabetta, Zaami Simona, Marinelli Enrico, *Twelve months monitoring of hair GHB decay following a single dose administration in a case of facilitated sexual assault, doi: 10.1002/dta.2100.*
6. Cuypers Eva & Flanagan Robert J., 2017, *The interpretation of hair analysis for drugs and drug metabolites, Clinical Toxicology, doi:10.1080/15563650.2017.1379603.*
7. Dinis-Oliveira Ricardo Jorge, Magalhães Teresa, 2013, *Forensic Toxicology in Drug-Facilitated Sexual Assault, doi: 10.3109/15376516.2013.796034.*
8. Eiden Céline Pharm.D. Ph.D. , Cathala Philippe Pharm.D. M.D. , Fabresse Nicolas Pharm.D., Galea Yves M.D. , Mathieu-Daudé Jean-Claude M.D., Baccino Eric M.D. & Peyrière Hélène Pharm.D. Ph.D., 2013, *A Case of Drug-Facilitated Sexual Assault Involving 3,4-methylene-dioxy-methylamphetamine, Journal of Psychoactive Drugs, 45:1, 94-97.*
9. Esam M. A. Ali & Howell G.M. Edwards, 2016, *The detection of flunitrazepam in beverages using portable Raman spectroscopy, doi:10.1002/dta.1969.*
10. Hagan K.S., Reidy L., 2015, *Detection of synthetic cathinones in Victims of Sexual Assault, Forensic Science International.*
11. Han Eunyoung, Kwon Nam ji, Feng Ling-Yi, Li Jih-Heng, Chung Heesun, 2016, *Illegal use patterns, side effects, and analytical methods of ketamine, Forensic Science International <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.09.001>.*



12. Havig Stine Marie, Wiik Elisabeth, Karinen Ritva, Wenche Brochmann Gerd, Vevelstad Merete, 2016, *Codeine-spiked beer in a date rape case?*
13. Hinds Catherine Jane, 2016, *Have you heard of the 'party drug' GBL (gamma butyrolactone)? A survey of health workers' knowledge of this potentially fatal drug, doi: 10.1177/0004867415605620.*
14. Jansen Karl L. R. & Theron Lynn, 2006, *Ecstasy (MDMA), Methamphetamine, and Date Rape (Drug-Facilitated Sexual Assault): A Consideration of the Issues, Journal of Psychoactive Drugs, 38:1, 1-12, DOI:10.1080/02791072.2006.10399822.*
15. Kintz Pascal PhD, *Academic press 1st edition March 22, 2014, Toxicological Aspects of Drug-Facilitated Crimes.*
16. Kintz Pascal, Villain Marion & Cirimele Vincent, 2006, *Hair Analysis for Drug Detection.*
17. Kintz Pascal, 2011, *Value of the concept of minimal detectable dosage in human hair.*
18. *Laboratory and Scientific Section, UNITED NATIONS OFFICE ON DRUGS AND CRIME, Vienna, Guidelines for Testing Drugs under International Control in Hair, Sweat and Oral Fluid (manual for use by national drug analysis laboratories).*
19. LeBeau Marc A., Montgomery Madeline A., Brewer Jason D., 2011, *The role of variations in growth rate and sample collection on interpreting results of segmental analyses of hair*
20. Negrusz A, Moore CM, Hinkel KB, Stockham TL, Verma M, Strong MJ, Janicak PG., *Department of Pharmaceutics and Pharmacodynamics, College of Pharmacy, University of Illinois at Chicago, 2001, Deposition of 7-aminoflunitrazepam and flunitrazepam in hair after a single dose of Rohypnol.*
21. Negrusz Adam, Gaensslen R. E., 2003, *Analytical developments in toxicological investigation of drug-facilitated sexual assault.*
22. Pragst Fritz & Balikova Marie A., 2006, *State of the art in hair analysis for detection of drug and alcohol abuse.*
23. Pragst Fritz, 2004, *Pitfalls in hair analysis.*
24. Tobin Desmond John, 2005, *Hair in Toxicology: An Important Bio-Monitor (Issues in Toxicology).*
25. Wong SS and Wilens TE., 2017, *Medical Cannabinoids in Children and Adolescents: A Systematic Review. Pediatrics., 140(5):e20171818.*

26. *Xiang Ping, Shen Min, Drummer Olaf H.,2015, Review: Drug concentrations in hair and their relevance in drug facilitated crimes.*