



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

Ιατροδικαστική Εντομολογία και Διαχείριση Κρίσεων

Φοιτήτρια: Δήμητρα Μάρη, Α.Μ. 20679089

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Ευδοκία Βασσάλου

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος
Ιατροδικαστική Εντομολογία και Διαχείριση Κρίσεων

Φοιτήτρια: Δήμητρα Μάρη,
Αριθμός Μητρώου: 20679089
Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Ευδοκία Βασσάλου

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος
Ιατροδικαστική Εντομολογία και Διαχείριση Κρίσεων

Φοιτήτρια: Δήμητρα Μάρη,
Αριθμός Μητρώου: 20679089
Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Ευδοκία Βασσάλου

Η εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του ΠΠΣ για την λήψη του πτυχίου της Κατεύθυνσης Δημόσιας Υγείας του Τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA SCHOOL OF
PUBLIC HEALTH DEPARTMENT OF PUBLIC
AND COMMUNITY HEALTH**

BACHELOR THESIS

Title

Forensic Entomology and Crisis Management

Student name and surname: Dimitra Mari

Registration Number: 20679089

Supervisor name and surname: Eudokia Vassalou

ATHENS, FEBRUARY 2025

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Δήμητρα Μάρη του Παναγιώτη, με αριθμό μητρώου 20679089 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

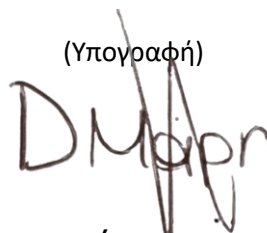
**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του/της επιβλέποντα/ουσας καθηγητή/τριας*

Ο/Η Δηλών/ούσα

* **Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

(Υπογραφή)



** Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και μετά από αιτιολόγηση και έγκριση του επιβλέποντα, προβλέπεται χρονικός περιορισμός πρόσβασης (embargo) 6-12 μήνες. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ουσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):*

https://www.uniwa.gr/wpcontent/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Ιατροδικαστική Εντομολογία και Διαχείριση Κρίσεων

Μέλη Επιτροπής Εξέτασης συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Επιτροπή Εξέτασης:

A/ α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
	ΒΑΣΣΑΛΟΥ ΕΥΔΟΚΙΑ	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
	ΣΚΑΝΑΒΗ- ΤΣΑΜΠΟΥΚΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
	ΠΑΠΑΔΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	

Στην οικογένειά μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την πολύτιμη υποστήριξη, καθοδήγηση και συνεισφορά πολλών ανθρώπων, στους οποίους θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, κ. Ευδοκία Βασάλου για την αμέριστη υποστήριξη, την επιστημονική καθοδήγηση, τις εύστοχες παρατηρήσεις και την υπομονή καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας.

Επιπλέον, ευχαριστώ τους καθηγητές της τριμελούς μου επιτροπής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής του τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας, για τις γνώσεις και τις δεξιότητες που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Η συμβολή τους διαμόρφωσε την επιστημονική μου σκέψη και μου έδωσε τα εφόδια να φέρω εις πέρας την παρούσα εργασία.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνω στην οικογένειά μου, για την αδιάκοπη στήριξη, την κατανόηση και την ενθάρρυνση καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Η ηθική τους υποστήριξη υπήρξε πηγή δύναμης για εμένα.

Τέλος, ευχαριστώ τους φίλους και τους συμφοιτητές μου για την πολύτιμη συντροφικότητα, τη βοήθεια και τη θετική τους παρουσία σε όλη τη διάρκεια αυτής της απαιτητικής διαδρομής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία εξετάζει διεξοδικά τον ρόλο της ιατροδικαστικής εντομολογίας στην εγκληματολογική έρευνα, συνδυάζοντας τις παραδοσιακές μεθόδους συλλογής και ανάλυσης εντομολογικών στοιχείων με τις σύγχρονες τεχνολογικές καινοτομίες, όπως η ανάλυση DNA και η αξιοποίηση μικροκλιματικών δεδομένων για την εκτίμηση του ελάχιστου χρόνου θανάτου (minPMI). Παράλληλα, δίνεται έμφαση στη στενή σύνδεση αυτού του επιστημονικού κλάδου με τις στρατηγικές διαχείρισης κρίσεων, που επιτρέπουν την έγκαιρη και αποτελεσματική αντίδραση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Μέσα από την παρουσίαση ιστορικών εξελίξεων, πρακτικών εφαρμογών και παραδειγμάτων, η εργασία υπογραμμίζει πως ο συνδυασμός των εξειδικευμένων τεχνικών με μια ολοκληρωμένη προσέγγιση διαχείρισης οδηγεί σε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα, ενισχύοντας έτσι την ακρίβεια της εγκληματολογικής διερεύνησης και την απονομή δικαιοσύνης. Για λόγους συνοχής, ορισμένες έννοιες επαναλαμβάνονται σκόπιμα, ώστε να διαμορφωθεί μια ολιστική εικόνα του αντικειμένου. Συμπερασματικά, η ενοποίηση των μεθόδων της ιατροδικαστικής εντομολογίας με τις πρακτικές διαχείρισης κρίσεων αποδεικνύεται απαραίτητη για τη βελτίωση των διαδικασιών και την προαγωγή της διαφάνειας στην αντιμετώπιση εγκλημάτων.

Λέξεις – κλειδιά: Ιατροδικαστική εντομολογία, εγκληματολογική έρευνα, διαχείριση κρίσεων, ανάλυση DNA, ελάχιστος χρόνος θανάτου (minPMI)

ABSTRACT

The paper thoroughly examines the role of forensic entomology in forensic investigation, combining traditional methods of collecting and analysing entomological data with modern technological innovations, such as DNA analysis and the use of microclimatic data to estimate the minimum time of death (minPMI). At the same time, emphasis is placed on the close link between this scientific discipline and crisis management strategies, allowing a timely and effective response to emergencies. Through the presentation of historical developments, practical applications and examples, the paper highlights how the combination of specialized techniques with an integrated management approach leads to more reliable results, thus enhancing the accuracy of forensic investigation and the administration of justice. For the sake of consistency, certain concepts are deliberately repeated in order to form a holistic view of the subject matter. In conclusion, the integration of forensic entomology methods with crisis management practices proves necessary to improve procedures and promote transparency in crime response.

Keywords: Forensic entomology, forensic investigation, crisis management, DNA analysis, minimum time to death (minPMI)

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει τον ρόλο της ιατροδικαστικής εντομολογίας στη διαλεύκανση εγκλημάτων, εστιάζοντας στις στρατηγικές, τις εφαρμογές και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει το πεδίο. Ειδική έμφαση δίνεται στη συλλογή και ανάλυση εντομολογικών στοιχείων από τη σκηνή του εγκλήματος, καθώς και στη χρήση μικροκλιματικών δεδομένων για την εκτίμηση του ελάχιστου χρόνου θάνατο, *minimum Post Mortem Interval (minPMI)*. Παρουσιάζονται οι διαδικασίες συλλογής και διατήρησης εντόμων, καθώς και οι τεχνολογικές καινοτομίες, όπως η ανάλυση DNA, που ενισχύουν την ακρίβεια και την αξιοπιστία της ιατροδικαστικής έρευνας.

Επιπλέον, η εργασία αναδεικνύει τη σύνδεση της ιατροδικαστικής εντομολογίας με τη διαχείριση κρίσεων, παρουσιάζοντας στρατηγικές που διευκολύνουν την αντιμετώπιση πολύπλοκων υποθέσεων και κρίσιμων περιστατικών. Αναλύονται οι διαδικασίες εντομολογικών ερευνών στο πλαίσιο της διαχείρισης κρίσεων, περιλαμβάνοντας την αναγνώριση κρίσεων, τον έγκαιρο προγραμματισμό, την κατάλληλη προετοιμασία και την αξιολόγηση παρεμβάσεων. Εξετάζεται επίσης η σημασία της προσαρμογής στις περιβαλλοντικές συνθήκες και της ανάπτυξης υποδομών και πρωτοκόλλων για την αποτελεσματική εφαρμογή της ιατροδικαστικής εντομολογίας σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.

Μέσα από μια ιστορική αναδρομή, παρουσιάζονται οι εφαρμογές της ιατροδικαστικής εντομολογίας σε νομικές υποθέσεις, τη διερεύνηση εγκλημάτων, περιπτώσεις κακοποίησης, τη μόλυνση τροφίμων και τη διαχείριση κρίσεων. Πρακτικά παραδείγματα και μελέτες περίπτωσης ενισχύουν την κατανόηση του αντικειμένου, αναδεικνύοντας τη συμβολή της στην επίλυση πραγματικών εγκληματολογικών υποθέσεων.

Η εργασία καταλήγει ότι η ιατροδικαστική εντομολογία, σε συνδυασμό με στρατηγικές διαχείρισης κρίσεων, αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τη βελτιστοποίηση των εγκληματολογικών διαδικασιών και την προώθηση της διαφάνειας και της δικαιοσύνης. Για λόγους πλήρους συνάφειας μεταξύ των παραγράφων, έχουν ενσωματωθεί επαναλήψεις ορισμένων εννοιών και

διαδικασιών, διασφαλίζοντας την ενιαία και ολοκληρωμένη παρουσίαση του αντικειμένου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	8
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	9
ABSTRACT	10
Πρόλογος	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	14
Εισαγωγή	15
Μεθοδολογία.....	17
Κεφάλαιο 1	18
Ρόλος της Ιατροδικαστικής Εντομολογίας στη Διαλεύκανση Εγκλημάτων: Στρατηγικές, Εφαρμογές και Προκλήσεις	18
Κεφάλαιο 2	25
Κρίσιμα Ερωτήματα και Προκλήσεις της Ιατροδικαστικής Εντομολογίας: Επιστημονική Μεθοδολογία και Εφαρμογές	25
Κεφάλαιο 3	28
Συλλογή και Ανάλυση Εντομολογικών Στοιχείων στη Σκηνή Εγκλήματος.....	28
Κεφάλαιο 4	30
Συλλογή Μικροκλιματικών Δεδομένων στη Σκηνή Εγκλήματος για την Εκτίμηση του Ελάχιστου Χρόνου Θανάτου (minPMI)	30
Κεφάλαιο 5	33
Διαδικασίες Συλλογής και Διατήρησης Εντόμων στον Τόπο Εγκλήματος για Εντομολογικές Έρευνες.....	33
Κεφάλαιο 6	36
Επιστημονική Βάση της Ιατροδικαστικής Εντομολογίας	36
Ιστορική αναδρομή.....	36
Κεφάλαιο 7	41
Εφαρμογές ιατροδικαστικής εντομολογίας.....	41
Κεφάλαιο 8	42
Χρήση της Ιατροδικαστικής Εντομολογίας στις Νομικές Υποθέσεις	42
1. Βασικές αρχές της ιατροδικαστικής εντομολογίας.....	43
2. Προκλήσεις στην εφαρμογή της ιατροδικαστικής εντομολογίας στις νομικές υποθέσεις	44
3. Η διαδικασία των δικαστικών εξετάσεων και η αναγκαιότητα της μαρτυρίας από ειδικούς	45
Κεφάλαιο 9	46
Σύνδεση Ιατροδικαστικής Εντομολογίας με τη Διαχείριση Κρίσεων.....	46

Κεφάλαιο 10	49
Διαδικασίες εντομολογικών στοιχείων στις ιατροδικαστικές έρευνες	49
Κεφάλαιο 11	51
Ορισμός Διαχείρισης Κρίσεων	51
Κεφάλαιο 12	53
Μια Επιστημονική Προσέγγιση για τη Βελτιστοποίηση της Διερεύνησης Εγκληματικών Υποθέσεων.....	53
Κεφάλαιο 13	55
Αναγνώριση μιας κρίσης στην ιατροδικαστική εντομολογία	55
Κεφάλαιο 14	56
Έγκαιρος Προγραμματισμός, Κατάλληλη Προετοιμασία και Αξιολόγηση Παρεμβάσεων με βάση την Ιατροδικαστική Εντομολογία	56
Κατάλληλη Προετοιμασία	60
Ανάλυση DNA και σύγχρονες τεχνολογίες	60
Υποδομές και πρωτόκολλα	60
Προσαρμογή στις περιβαλλοντικές συνθήκες	61
Αξιολόγηση και Ανασκόπηση	61
Συμπεράσματα	62
Βιβλιογραφία.....	65
Παράρτημα.....	77

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Καλυμμένο πρόσωπο γυναίκας με μύγες και σκουλήκια (Πηγή: Ahmad & Tabassum, 2018).	21
Εικόνα 2: Νύμφες ειδών Diptera σε πτώμα σε προγενέστερη αποσύνθεση (Πηγή: S. Vanin/K. Bisogni).	44
Εικόνα 3: Επιπτώσεις της αποθήκευσης σε πτώματα. (Α) Σώμα που βρέθηκε σε τόπο εγκλήματος το πολύ θερμό καλοκαίρι του 2003 στη Δυτική Γερμανία: το μήκος των σκουληκιών δεν ξεπερνούσε τα 5 mm, τα μάτια ήταν άθικτα. (Β) Τρεις ημέρες αργότερα, κατά τη νεκροψία: το δέρμα έχει ξεραθεί, και τα δύο μάτια έχουν καταστραφεί από τα σκουλήκια- έντονη αντίθεση με την εμφάνιση του πτώματος όταν βρέθηκε στον τόπο του εγκλήματος (Benecke, 2005).	45
Εικόνα 4: Παρουσία μυγών σε κοιλότητες του σώματος μετά τον θάνατο (Πηγή: Forza Forensics, n.d.).....	59

Εισαγωγή

Η ιατροδικαστική εντομολογία αποτελεί έναν εξειδικευμένο κλάδο της επιστήμης, που επικεντρώνεται στη χρήση εντόμων και άλλων αρθροπόδων για την επίλυση νομικών ζητημάτων, τόσο αστικού όσο και ποινικού χαρακτήρα (Byrd and Castner, 2010; Anderson, 1995). Στις ιατροδικαστικές έρευνες, τα εντομολογικά δεδομένα χρησιμοποιούνται κυρίως για την εκτίμηση του ελάχιστου χρόνου από τον θάνατο (minimum post-mortem interval, mPMI). Η εκτίμηση αυτή βασίζεται σε δύο θεμελιώδεις επιστημονικές αρχές: τη διαδοχή των εντόμων (αλλαγή στη σύνθεση των ειδών που αποικίζουν το πτώμα με την πάροδο του χρόνου) και την ανάπτυξη των εντόμων (συσχέτιση της ηλικίας των εντόμων με δεδομένα ανάπτυξης που συλλέγονται σε εργαστηριακό περιβάλλον) (Anderson, 1995). Η ανάλυση αυτή μπορεί να αποκαλύψει τον χρόνο αποίκισης του πτώματος, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για την πορεία της υπόθεσης.

Η ακρίβεια των εκτιμήσεων αυτών εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων. Ενδεικτικά, οι κλιματικές συνθήκες, η πρόσβαση των εντόμων στο πτώμα, το περιβάλλον (π.χ. αστικό ή φυσικό), η παρουσία φαρμάκων ή τοξικών ουσιών, καθώς και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του θανόντος (όπως τραύματα) μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη διαδοχή και την ανάπτυξη των εντόμων. Παράλληλα, οι γεωγραφικές και χρονικές διαφοροποιήσεις στις κατανομές των ειδών και στους ρυθμούς ανάπτυξής τους προσθέτουν περαιτέρω πολυπλοκότητα στις αναλύσεις (Amendt et al., 2011; Catts and Goff, 1992). Για τον λόγο αυτό, η αποτελεσματικότητα και η ακρίβεια της ιατροδικαστικής εντομολογίας εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα συστηματικών δεδομένων που σχετίζονται με την οικολογία, τη συμπεριφορά, την ανάπτυξη, τη ταξινομία και την κατανομή των εντόμων στον χρόνο και στον χώρο.

Παράλληλα, η ανάγκη για ενοποίηση της υπάρχουσας γνώσης και η συστηματική αξιολόγηση της προόδου του κλάδου έχει καταστεί σαφής στη διεθνή επιστημονική κοινότητα (Charabidze and Martin-Vega, 2021; Tomberlin and Benbow, 2020). Μελέτες ανασκόπησης από διάφορες γεωγραφικές περιοχές, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες, έχουν προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για τα κενά γνώσης, τις ασυνέπειες στις μεθόδους και τις ευκαιρίες για βελτίωση (Hans et al., 2021; Lutz

et al., 2021). Οι ανασκοπήσεις αυτές έχουν επικεντρωθεί στην ανάλυση δεδομένων από πραγματικά περιστατικά, προσδιορίζοντας τα είδη εντόμων που αποικίζουν ανθρώπινα πτώματα, τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποίκιση και την ανάπτυξή τους, καθώς και την ανάγκη βελτίωσης των τεχνικών και των πρωτοκόλλων.

Η συστηματική μελέτη των περιστατικών έχει αποδείξει ότι μπορεί να αποτελέσει πηγή πολύτιμων δεδομένων για τη βελτίωση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας της ιατροδικαστικής εντομολογίας. Ενδεικτικά, η καταγραφή της διαδοχής των εντόμων και η αξιολόγηση της ανάπτυξής τους σε πραγματικές συνθήκες μπορούν να ενισχύσουν τις μελλοντικές έρευνες, ενώ η σύνδεση των δεδομένων αυτών με επαγγελματικά επαληθευμένες συλλογές από μουσεία ή έρευνες πεδίου μπορεί να προσφέρει επιπλέον πληροφορίες για τη χρονική στιγμή του θανάτου ή για πιθανή μεταφορά του σώματος (James et al., 2000; Archer et al., 2003; Smith, 1986).

Στην έρευνα των Krosch et al., (2025) που πραγματοποιήθηκε στην Αυστραλία, αναφέρει ότι ακόμη και αν υπάρχει σημαντική βιβλιογραφία για τα συνήθη είδη εντόμων που αποικίζουν ανθρώπινα πτώματα, παραμένουν αρκετά κενά γνώσης, ειδικά όσον αφορά τη διαδοχή και την ανάπτυξη εντόμων σε τροπικές περιοχές, όπως επίσης και την ταξινόμια συγκεκριμένων ομάδων, όπως οι σκαραβαίοι (Archer & Wallman, 2017; Griffiths et al., 2020; Wallman & Archer, 2015). Παρότι μεγάλο μέρος των δεδομένων έχει συλλεχθεί για τις ανάγκες της γεωργικής βιομηχανίας, οι πληροφορίες αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν και στον τομέα της ιατροδικαστικής εντομολογίας. Η μακρά ιστορία χρήσης της ιατροδικαστικής εντομολογίας στις αστυνομικές έρευνες στην Αυστραλία, που ξεκινά από τις αρχές του 20ού αιώνα, καταδεικνύει τη σημασία της στον τομέα αυτό, αν και η συστηματική ανασκόπηση των δεδομένων παραμένει περιορισμένη (Archer and Wallman, 2017; Wallman and Archer, 2015).

Επομένως, η συστηματική ανάλυση περιστατικών ιατροδικαστικής εντομολογίας και η σύνδεσή τους με θεμελιώδη δεδομένα έρευνας αποτελεί μια κρίσιμη κατεύθυνση για τη βελτίωση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των αναλύσεων. Οι μελλοντικές έρευνες οφείλουν να επικεντρωθούν σε γεωγραφικές και οικολογικές ιδιαιτερότητες, καθώς και στη βελτίωση των εργαλείων εκτίμησης, ώστε

να ενισχυθεί η επιστημονική βάση και να επιτευχθεί μεγαλύτερη ακρίβεια στην εφαρμογή της ιατροδικαστικής εντομολογίας σε νομικά πλαίσια (Dawson et al., 2021; Hu et al., 2023; Matuszewski, 2021).

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συστηματική ανάλυση και αξιολόγηση της ιατροδικαστικής εντομολογίας ως εργαλείου στις ιατροδικαστικές και ποινικές έρευνες. Επιδιώκεται να κατανοηθούν σε βάθος οι βασικές αρχές που διέπουν τη χρήση των εντόμων σε νομικά πλαίσια, όπως η διαδοχή ειδών (succession) και η ανάπτυξη των εντόμων (development), καθώς και οι κρίσιμοι παράγοντες που επηρεάζουν την αξιοπιστία και την ακρίβεια των εκτιμήσεων. Η εργασία αποσκοπεί στην ανασκόπηση των σύγχρονων μεθόδων και πρακτικών στον τομέα της ιατροδικαστικής εντομολογίας, εστιάζοντας στις βασικές διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του mPMI, καθώς και στην επίδραση περιβαλλοντικών, γεωγραφικών και φυσικών παραμέτρων στην ανάπτυξη των εντόμων. Στοχεύει επίσης στην αναγνώριση των κενών γνώσης και των προκλήσεων που συνδέονται με τη χρήση εντόμων σε ιατροδικαστικά περιστατικά, όπως οι περιορισμένες μελέτες σε τροπικές και άλλες ιδιαίτερες γεωγραφικές περιοχές και η ανάγκη για βελτίωση των εργαλείων εκτίμησης.

Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία της παρούσας εργασίας βασίζεται σε μια εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση που επικεντρώνεται στην ιατροδικαστική εντομολογία και τη χρήση των εντόμων για τη διαχείριση εγκληματολογικών υποθέσεων. Η διαδικασία της ανασκόπησης περιλαμβάνει την αναζήτηση, αξιολόγηση και ανάλυση επιστημονικών άρθρων και άλλων αξιόπιστων πηγών που αφορούν τις τελευταίες εξελίξεις στον τομέα της ιατροδικαστικής εντομολογίας και τις παραμέτρους που επηρεάζουν τη διαδοχή των εντόμων και την ανάπτυξή τους στα ανθρώπινα λείψανα. Η αναζήτηση των σχετικών πηγών πραγματοποιήθηκε μέσω της βάσης δεδομένων Web of Science, η οποία παρέχει πρόσβαση σε διεθνώς αναγνωρισμένα επιστημονικά άρθρα υψηλής ποιότητας. Τα άρθρα που επιλέχθηκαν για τη βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι

γραμμένα στην αγγλική γλώσσα και αφορούν μελέτες που δημοσιεύθηκαν τα τελευταία χρόνια, διασφαλίζοντας την αξιοπιστία και τη συναφή επικαιρότητα των πληροφοριών. Η επιλογή αυτών των άρθρων βασίστηκε σε κριτήρια αξιοπιστίας, συνάφειας με το αντικείμενο της έρευνας και την επιστημονική εγκυρότητα.

Κεφάλαιο 1

Ρόλος της Ιατροδικαστικής Εντομολογίας στη Διαλεύκανση Εγκλημάτων: Στρατηγικές, Εφαρμογές και Προκλήσεις

Η ιατροδικαστική εντομολογία είναι ο κλάδος της εντομολογίας που ασχολείται με τη χρήση εντόμων και άλλων αρθροπόδων για την επίλυση εγκλημάτων και τη διερεύνηση του ελάχιστου χρόνου που έχει παρέλθει από τον θάνατο, γνωστό ως ελάχιστο μεταθανατικό διάστημα (minPMI). Η επιστήμη αυτή ενσωματώνει τη μελέτη του εντομολογικού οικοσυστήματος που αναπτύσσεται πάνω σε ανθρώπινα λείψανα ή άλλους ιστούς μετά τον θάνατο και χρησιμοποιείται για τη διαλεύκανση εγκλημάτων, τη διαπίστωση του χρόνου θανάτου, καθώς και για τη μελέτη του περιβάλλοντος και των συνθηκών της σκηνής του εγκλήματος (Byrd and Tomberlin, 2020; Dadour and Morris, 2004).

Η λέξη «ιατροδικαστική εντομολογία» προέρχεται από τη σύνθεση δύο όρων της ελληνικής γλώσσας: «ιατροδικαστική» και «εντομολογία». Ο όρος «ιατροδικαστική» αποτελείται από το «ίατρός» που σημαίνει γιατρός και το «δικαστική», το οποίο προέρχεται από τη λέξη «δίκη» (διαμάχη ή κρίση) και δηλώνει τη σύνδεση με το δικαστικό σύστημα. Η ιατροδικαστική, λοιπόν, είναι ο κλάδος της ιατρικής που ασχολείται με τη διερεύνηση περιστατικών νομικής ή δικαστικής σημασίας. Από την άλλη πλευρά, η «εντομολογία» προέρχεται από το «έντομον», που σημαίνει έντομο (ένα ζώο με αρθρώσεις, όπως οι μύγες ή οι μέλισσες) και συντίθεται από τις λέξεις «έν-» (μέσα) και «τέμνω» (κόβω), που σημαίνει «αυτό που είναι χωρισμένο σε τμήματα», ενώ το δεύτερο συνθετικό «-λογία» σημαίνει μελέτη ή επιστήμη. Συνεπώς, η εντομολογία είναι η επιστήμη που ασχολείται με τη μελέτη των εντόμων. Ο συνδυασμός των δύο όρων, «ιατροδικαστική εντομολογία»,

αναφέρεται στον επιστημονικό κλάδο που χρησιμοποιεί τη μελέτη των εντόμων για την επίλυση νομικών ή δικαστικών ζητημάτων. Πρόκειται για ένα εξειδικευμένο πεδίο, ιδιαίτερα σημαντικό στη διερεύνηση εγκλημάτων, καθώς μέσω της ανάλυσης των εντόμων που βρίσκονται σε πτώματα, μπορεί να προσδιοριστεί ο χρόνος ή οι συνθήκες θανάτου (Στούκας & Μιχαλοδημητράκης, 2008).

Η ιατροδικαστική εντομολογία χωρίζεται σε τρεις βασικές υποκατηγορίες: την αστική εντομολογία, την εντομολογία αποθηκευμένων προϊόντων και την ιατροδικαστική εντομολογία. Η αστική εντομολογία εξετάζει τα έντομα που προκαλούν φθορές σε κτήρια και προκαλούν ιατρικές μυιάσεις, ενώ η εντομολογία αποθηκευμένων προϊόντων εστιάζει στον εντοπισμό εντόμων που σχετίζονται με την αλλοίωση τροφίμων και άλλων προϊόντων, προσδιορίζοντας κινδύνους για τη δημόσια υγεία (Robinson, 2005; Bugelli et al., 2023; Hagstrum & Athanassiou, 2019). Η ιατροδικαστική εντομολογία, ωστόσο, επικεντρώνεται στην εφαρμογή εντομολογικών δεδομένων για τη διαλεύκανση εγκλημάτων, προσφέροντας κρίσιμες πληροφορίες για τη χρονική στιγμή του θανάτου, την ταυτότητα του θύματος και τις συνθήκες του εγκλήματος (Byrd and Tomberlin, 2020; Dadour and Morris, 2004; Haines et al., 2021).

Ο ρόλος των εντόμων στην επίλυση εγκλημάτων είναι πολυδιάστατος, με κύρια εφαρμογή τη μελέτη του ελάχιστου μεταθανατικού διαστήματος (minPMI). Η εκτίμηση του minPMI βασίζεται στην παρακολούθηση της θερμοκρασιακής ανάπτυξης των εντόμων και στη μελέτη των διαδοχικών φάσεων αποίκησης του πτώματος από διάφορα είδη εντόμων. Τα έντομα χρησιμοποιούνται κυρίως για τον υπολογισμό του ελάχιστου μεταθανατικού διαστήματος, με τα πιο σημαντικά είδη να ανήκουν στην τάξη Diptera (μύγες), τα οποία αποικίζουν τα πτώματα στις πρώτες φάσεις της αποσύνθεσης. Αυτά τα έντομα είναι τα πρώτα που έρχονται σε επαφή με το πτώμα και παίζουν καίριο ρόλο στην αποσύνθεση του σώματος, επιτρέποντας την εκτίμηση του χρόνου που έχει παρέλθει από τον θάνατο (Catts & Goff, 1992; Forbes and Carter, 2015). Οι μύγες και άλλα αρθρόποδα, όπως σκαθάρια και μυρμηγκία, παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποσύνθεση, επιτρέποντας στους ιατροδικαστές να προσδιορίσουν το minPMI αναλύοντας τα στάδια ανάπτυξης των εντόμων, από τα αυγά μέχρι τις προνύμφες και τις νύμφες (Catts & Goff, 1992; Payne et al., 1968).

Το ελάχιστο μεταθανατικό διάστημα (minPMI) κατά τα πρώτα στάδια αποσύνθεσης, τα οποία διαρκούν 3 έως 72 ώρες μετά τον θάνατο, εκτιμάται με παθολογικές μεθόδους. Ωστόσο, κατά την προχωρημένη αποσύνθεση, τα αυγά, οι προνύμφες και οι νύμφες των εντόμων είναι εξαιρετικά χρήσιμα για τον καθορισμό της ηλικίας του πτώματος (Bajerlein et al., 2018; Pittner et al., 2020). Η εκτίμηση του minPMI μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους, όπως η υπολογιστική μέθοδος των μονάδων βαθμού ημέρας (degree-day), η αναφορά σε πίνακες ζωής εντόμων και η χρήση καμπυλών ισομεγαλών/ισομορφών, που παρέχουν εξαιρετικά ακριβείς εκτιμήσεις για τα στάδια της αποσύνθεσης (Bambaradeniya et al., 2023]. Στις προχωρημένες φάσεις αποσύνθεσης, η εκτίμηση του minPMI μπορεί να γίνει με τη μελέτη της διαδοχικής αποίκησης του πτώματος από τα έντομα, ωστόσο η ακρίβεια αυτής της εκτίμησης είναι συχνά μειωμένη, καθώς ενδέχεται να μην συλλέγονται οι πρώτοι αποικιστές, οι οποίοι μπορεί να έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους (Kreitlow, 2009; Amendt et al., 2011).

Η ιατροδικαστική εντομολογία δεν περιορίζεται μόνο στην εκτίμηση του minPMI. Ενδέχεται να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της μεταφοράς του πτώματος από την αρχική του τοποθεσία, καθώς η εντομολογική κοινότητα που αποικίζει το πτώμα είναι συνήθως ενδεικτική της περιοχής στην οποία βρισκόταν το πτώμα πριν από την κίνησή του. Η οποιαδήποτε μετακίνηση του πτώματος μπορεί να αλλάξει τη συνθήκη της εντομολογικής κοινότητας που συνδέεται με την αρχική τοποθεσία του (Vanin, 2016; Prasad & Aneesh, 2020). Επίσης, όταν το πτώμα έχει υποστεί διαταραχή, οι προνύμφες μπορεί να διασκορπιστούν, κάτι που είναι ιδιαίτερα εμφανές όταν οι προνύμφες βρίσκονται σε συμπυκνωμένες μάζες (Charabidze et al., 2017).

Ένα ακόμη σημαντικό πεδίο εφαρμογής της ιατροδικαστικής εντομολογίας είναι η εντομογενετική και η εντομοτοξικολογία. Η ανάλυση του DNA από τα έντομα που βρίσκονται στο πτώμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της ταυτότητας του θύματος, όταν άλλα βιολογικά δείγματα δεν είναι διαθέσιμα λόγω της διάβρωσης ή του καψίματος του σώματος. Η ανάλυση του γενετικού υλικού των εντόμων μπορεί να προσδιορίσει τη ταυτότητα του θύματος και να προσφέρει πληροφορίες για την αιτία θανάτου (Di Luise et al., 2008; Wells & Stevens, 2008). Η

ιατροδικαστική εντομολογία έχει, επίσης, αναδείξει την ικανότητα των εντόμων να ανιχνεύουν τοξικές ουσίες, όπως αλκοόλ, φάρμακα, μέταλλα και εντομοκτόνα, ενισχύοντας τις δυνατότητες των ιατροδικαστών στην ανάλυση των τοξικών ουσιών που ενδέχεται να έχουν επηρεάσει τον θάνατο του θύματος (Kintz et al., 1990; Gosselin et al., 2011).

Η ιατροδικαστική εντομολογία είναι μια διαρκώς εξελισσόμενη επιστήμη που συνδυάζει τη γνώση της εντομολογίας με την εφαρμογή της στη λύση εγκλημάτων και στην εκτίμηση της χρονικής σειράς των γεγονότων γύρω από το θάνατο. Η αναγνώριση και ανάλυση των εντομολογικών δειγμάτων σε μια σκηνή εγκλήματος είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί ενδελεχή εκπαίδευση και εξειδίκευση. Ο ιατροδικαστικός εντομολόγος (Forensic Entomologist, FE) καλείται να μελετήσει τη σύνθεση της εντομοκοινωνίας σε σχέση με το σώμα του θύματος, εντοπίζοντας τα είδη εντόμων που αποικίζουν το πτώμα και κατανοώντας τη διαδοχή τους με την πάροδο του χρόνου, την ανάπτυξή τους και τις συμπεριφορές τους σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες (Bambaradeniya et al., 2023). Οι έρευνες του εντομολόγου βοηθούν να υπολογιστεί το ελάχιστο μεταθανατικό διάστημα (minPMI), το οποίο καθορίζει το χρονικό διάστημα που έχει περάσει από τον θάνατο του ατόμου μέχρι τη στιγμή της ανακάλυψης του πτώματος.



Εικόνα 1: Καλυμμένο πρόσωπο γυναίκας με μύγες και σκουλήκια (Πηγή: Ahmad & Tabassum, 2018).

Η διαδικασία αυτή απαιτεί την εκπαίδευση του εντομολόγου σε μια σειρά θεμάτων όπως η φυσιολογία των εντόμων, οι ταξινομικές και φυλογενετικές σχέσεις, η συμπεριφορά των εντόμων, καθώς και οι αλληλεπιδράσεις τους με το περιβάλλον

και τα θύματα. Η εκπαίδευση αυτή συνήθως παρέχεται μέσω εξειδικευμένων προγραμμάτων σπουδών σε πανεπιστημιακό επίπεδο, ενώ περιλαμβάνει και την πρακτική εξάσκηση μέσω πραγματικών ή αναπαραστατικών σκηνών εγκλημάτων, όπου χρησιμοποιούνται σώματα-ομοιώματα (π.χ., χοίροι) για την παρακολούθηση της αποσύνθεσης και της εντομολογικής αποίκησης. Η εμπειρία αυτή είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη ικανοτήτων στον εντομολόγο, καθώς του επιτρέπει να κατανοήσει τη σύνθετη φύση της αποσύνθεσης και της εντομολογικής δραστηριότητας και να χρησιμοποιήσει αυτά τα δεδομένα για τη διαμόρφωση αξιόπιστων εκτιμήσεων (Morris et al., 2015; Schoenly et al., 2006).

Αναλυτικότερα, οι διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία της αποσύνθεσης, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, οι ώρες φωτός, αλλά και η τοποθεσία του εγκλήματος (αστική ή αγροτική περιοχή, εσωτερικός ή εξωτερικός χώρος), αποτελούν κρίσιμους δείκτες για τον υπολογισμό του minPMI. Η εντομολογική αποίκηση αρχίζει συνήθως με την παρουσία των μύγων της οικογένειας Calliphoridae, οι οποίες είναι οι πρώτες που καταλαμβάνουν το πτώμα, ακολουθούμενες από άλλες οικογένειες μύγων (όπως οι Sarcophagidae και Muscidae) και αργότερα από διάφορους άλλους οργανισμούς, όπως τα σκουλήκια, τα σκαθάρια και οι μύγες άλλων ομάδων. Η σωστή εκτίμηση της σειράς αυτών των οργανισμών απαιτεί τη γνώση των ιδιοτεροτήτων της τοπικής εντομοκοινωνίας και της συμπεριφοράς των ειδών (Michaud et al., 2005; Benecke & Barksdale, 2003; Dadour et al., 2001). Αυτή η διαδικασία δεν περιορίζεται μόνο στην εκτίμηση του χρόνου θανάτου, αλλά μπορεί να παρέχει πληροφορίες για τη μετακίνηση του πτώματος ή για την αρχική του θέση. Συγκεκριμένα, εάν το πτώμα είναι στο ίδιο σημείο για μεγάλο χρονικό διάστημα, τα έντομα που το προσβάλλουν και το καταναλώνουν αντανακλούν το τοπικό οικοσύστημα και τις κλιματικές συνθήκες (π.χ. τη θερμοκρασία και την υγρασία της περιοχής). Αν όμως το πτώμα έχει μεταφερθεί από άλλο μέρος, τα έντομα που θα βρουν το πτώμα δεν θα αντιστοιχούν στις συνθήκες του νέου τόπου, αλλά θα είναι συνήθεις για την περιοχή από την οποία το πτώμα μεταφέρθηκε. Αυτό επιτρέπει στον ιατροδικαστικό εντομολόγο να εντοπίσει ότι το σώμα έχει μετακινηθεί, επειδή η εντομοκοινωνία δεν ταιριάζει με το τοπικό

οικοσύστημα του σημείου όπου το σώμα βρέθηκε (Vanin, 2016; Prasad & Aneesh, 2020).

Επιπλέον, η ιατροδικαστική εντομολογία έχει εξελιχθεί σε ένα πεδίο όπου συνδυάζονται και άλλες επιστημονικές περιοχές, όπως η τοξικολογία, η μικροβιολογία, και η μοριακή βιολογία. Η χρήση εντομολογικών δειγμάτων για την ανάλυση τοξικών ουσιών ή για την αναγνώριση του θύματος μέσω του DNA των εντόμων (π.χ., μύγες) είναι ένα αναπτυσσόμενο πεδίο. Η δυνατότητα ανίχνευσης τοξικών ουσιών (όπως αλκοόλ, ναρκωτικά ή μέταλλα) στα έντομα που τρέφονται από το σώμα του θύματος ανοίγει νέες δυνατότητες στην τοξικολογία και στη βελτίωση της αξιοπιστίας των δικαστικών εξετάσεων (Di Luise et al., 2008; Wells & Stevens, 2008). Έτσι, το έργο του ιατροδικαστικού εντομολόγου είναι πολυδιάστατο και απαιτεί διαρκή εκπαίδευση και συνεργασία με άλλους επιστήμονες και αξιωματούχους του νομικού συστήματος. Ειδικότερα, η συνεργασία με άλλους ιατροδικαστές, μικροβιολόγους, τοξικολόγους και παθολόγους είναι συχνά απαραίτητη για την επίτευξη της μέγιστης ακρίβειας στις εκτιμήσεις του θανάτου, καθιστώντας την ιατροδικαστική εντομολογία ένα βασικό εργαλείο στη σύγχρονη εγκληματολογία και την επίλυση εγκλημάτων.

Η ιατροδικαστική εντομολογία, ως υποκλάδος της ιατροδικαστικής επιστήμης, έχει εξελιχθεί σημαντικά κατά τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω των βασικών θεωρητικών και μεθοδολογικών αρχών που θεμελίωσαν οι πρώτες κλασικές μελέτες των Mégnin (1894) και Payne (1965). Ο Mégnin εισήγαγε τη διαδοχή των εντόμων στην αποσύνθεση των πτωμάτων ως θεμελιώδη μηχανισμό για την εκτίμηση του χρόνου θανάτου (minPMI), καθορίζοντας τις πρώτες εντομολογικές αρχές που χρησιμοποιούνται στην ιατροδικαστική πρακτική. Ο Payne, από την πλευρά του, ενίσχυσε τη σημασία των εντόμων, επικεντρωμένος στην εμπλοκή τους στη μείωση της βιομάζας των πτωμάτων κατά την πρώιμη φάση της αποσύνθεσης, αποκαλύπτοντας τις πρώιμες φάσεις της φυσικής αποδόμησης και παρέχοντας πολύτιμα δεδομένα για τη χρονική εκτίμηση του θανάτου. Αυτές οι πρωτοποριακές μελέτες υπήρξαν η βάση για τη δημιουργία αναγνωριστικών εργαλείων που επιτρέπουν την κατηγοριοποίηση και την ανάλυση της εντομολογικής διαδοχής σε μια σκηνή εγκλήματος, με σκοπό την ακριβή εκτίμηση του minPMI. Σήμερα, οι

σύγχρονες μελέτες προσδιορίζουν τη διαδοχή των εντόμων στις σκηνές εγκλημάτων, λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως τη θερμοκρασία, την υγρασία και τη φωτοπερίοδο, που επηρεάζουν τη δραστηριότητα των εντόμων. Ανάλογα με τη φύση του εγκλήματος και τη θέση του πτώματος, οι παρατηρούμενες διαδοχές μπορεί να διαφέρουν, δημιουργώντας έτσι την ανάγκη για πιο εξειδικευμένη ανάλυση και προσεγγίσεις για τη διαπίστωση των ακριβών δεδομένων του minPMI.

Η πρόοδος στον τομέα της ιατροδικαστικής εντομολογίας δεν περιορίζεται μόνο στην ταυτοποίηση και ανάλυση των εντόμων, αλλά επεκτείνεται και στην ενσωμάτωσή της σε άλλες επιστημονικές περιοχές, όπως η γενετική, η τοξικολογία και η μικροβιολογία. Η χρήση της γενετικής για την ανάλυση των εντόμων της αποσύνθεσης, για παράδειγμα, επιτρέπει την αναγνώριση των ειδών μέσω της αλληλουχίας DNA, προσφέροντας έναν ακόμη τρόπο για την υποστήριξη των ιατροδικαστικών αναλύσεων. Ειδικά όταν τα σωματικά υγρά ή οι ιστός των θυμάτων δεν είναι προσβάσιμα λόγω της αποσύνθεσης, οι εντομολογικές και γενετικές αναλύσεις μπορεί να αποδειχθούν σωτήριες για την ταυτοποίηση του θύματος ή την αναγνώριση της αιτίας θανάτου (Di Luise et al., 2008; Wells and Steven, 2008; Garrido-Cardenas & Manzano-Agugliaro, 2017).

Η τυποποίηση των διαδικασιών στην ιατροδικαστική εντομολογία έχει επιφέρει σημαντική ενίσχυση της επιστημονικής εγκυρότητας της μεθόδου και έχει διευκολύνει την αποδοχή της από τις αρχές επιβολής του νόμου. Η ανάπτυξη προτύπων διεξαγωγής έρευνας, όπως η καθιέρωση των "Χρυσών", "Ασημένιων" και "Χάλκινων" προτύπων για τη συλλογή και ανάλυση εντομολογικών δεδομένων σε σκηνές εγκλημάτων, έχει καταστήσει τη διαδικασία πιο οργανωμένη και αποτελεσματική (Tomberlin et al., 2012; Gaudry & Dourel, 2013). Ωστόσο, αυτά τα πρότυπα δεν είναι απόλυτα και μπορούν να τροποποιηθούν ανάλογα με την εκπαίδευση του ιατροδικαστή εντομολόγου, τις διαθέσιμες υποδομές και τις ιδιαίτερες συνθήκες του εγκλήματος.

Η τυποποίηση αυτών των διαδικασιών δεν περιορίζεται μόνο στην εκτέλεση των βασικών εντομολογικών μεθόδων στο πεδίο, αλλά επεκτείνεται και στην εκπαίδευση των ειδικών που συμμετέχουν στη διαδικασία συλλογής εντομολογικών

δεδομένων. Σε περιπτώσεις όπου ο ίδιος ο ιατροδικαστής εντομολόγος δεν μπορεί να παρευρεθεί στη σκηνή του εγκλήματος, η διαδικασία συλλογής εντομολογικών δειγμάτων μπορεί να εκτελεστεί από άλλους επιστήμονες ή τεχνικούς (π.χ. ιατροδικαστές, τεχνικούς εγκληματολογίας), οι οποίοι ακολουθούν διαφορετικά πρότυπα αναλόγως του επιπέδου εκπαίδευσης και εμπειρίας τους στον τομέα της εντομολογίας. Παρόλο που οι μέθοδοι αυτές ενδέχεται να μην είναι απόλυτα ακριβείς σε σχέση με τις τυποποιημένες διαδικασίες (χρυσά πρότυπα), ενδέχεται να προσφέρουν ενδείξεις για τη δημιουργία μιας αρχικής εκτίμησης του minPMI, η οποία μπορεί να περιορίσει το χρονικό πλαίσιο για την εξερεύνηση των υπόπτων ή για την επιβεβαίωση μιας εγκληματικής δραστηριότητας (Dadour et al., 2001).

Κεφάλαιο 2

Κρίσιμα Ερωτήματα και Προκλήσεις της Ιατροδικαστικής Εντομολογίας: Επιστημονική Μεθοδολογία και Εφαρμογές

Ένας ιατροδικαστικός εντομολόγος διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη δικαστική διαδικασία, καθώς καλείται να καταθέσει ως ειδικός μάρτυρας παρέχοντας δεδομένα που είναι επιστημονικά αποδεκτά, λογικά τεκμηριωμένα, αξιόπιστα και νομιμοποιημένα. Τα στοιχεία που παρουσιάζει πρέπει να είναι επαρκή για την υποστήριξη του δικαστηρίου, ενώ ο ίδιος δεν προστατεύεται από νομοθετικά ή συνταγματικά δικαιώματα που περιορίζουν τη δημοσιοποίηση πληροφοριών, καθώς απαιτείται απόλυτη διαφάνεια στα ευρήματά του. Για να γίνουν αποδεκτά τα δεδομένα της ιατροδικαστικής εντομολογίας στο πλαίσιο μιας δίκης, πρέπει να πληρούν αυστηρά κριτήρια, όπως: α) επαληθευσσιμότητα, δηλαδή η δυνατότητα επανάληψης των αποτελεσμάτων από άλλους επιστήμονες, β) γνωστό ποσοστό ή δείκτη σφάλματος για τον καθορισμό της ακρίβειας των δεδομένων, γ) αποδοχή από την επιστημονική κοινότητα, ώστε να θεωρούνται έγκυρα και δ) δυνατότητα δημοσίευσης, για να είναι διαθέσιμα στην επιστημονική βιβλιογραφία (Γιαννούλης & Λεοντάρη, 2013).

Επιπλέον, ένας ιατροδικαστικός εντομολόγος πρέπει να είναι σε θέση να απαντήσει σε ερωτήσεις που ενδέχεται να προκύψουν στη δικαστική αίθουσα, σχετικά με τους περιορισμούς και τα όρια των ευρημάτων του. Είναι αναγκαίο να προσδιορίζει το εύρος του σφάλματος στις μετρήσεις του, ώστε να αποφεύγονται μη ρεαλιστικές ή παραπλανητικές ερμηνείες που μπορεί να συνδέσουν επιστημονικά δεδομένα με λανθασμένες αντιλήψεις, ιδιαίτερα όταν συγκρίνονται με πληροφορίες από μέσα μαζικής ενημέρωσης (Γιαννούλης & Λεοντάρη, 2013).

Η επιστημονική κατάρτιση αποτελεί έναν ακόμη ουσιώδη παράγοντα. Σύμφωνα με την αμερικανική νομοθεσία, ο ιατροδικαστικός εντομολόγος πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον μεταπτυχιακό τίτλο (M.Sc. ή Ph.D.) στην εντομολογία, ενώ η Αμερικανική Εταιρεία Ιατροδικαστικής Εντομολογίας απαιτεί διδακτορικό στη βιοϊατρική εντομολογία ως ελάχιστη προϋπόθεση για την παροχή επιστημονικής κατάθεσης στο δικαστήριο. Επιπρόσθετοι ακαδημαϊκοί τίτλοι, όπως διδακτορικό στην πληθυσμιακή βιολογία, φυσιολογία, βιοχημεία ή ανοσολογία των εντόμων, προσφέρουν σημαντικό πλεονέκτημα, καθώς εξοπλίζουν τον ειδικό με τη δυνατότητα να πιστοποιήσει την ιατρική κατάσταση των εντόμων που βρίσκονται πάνω σε νεκρό σώμα. Παράλληλα, είναι απαραίτητο ο ειδικός επιστήμονας να διατηρεί ενεργή ενασχόληση με το αντικείμενο μέσω συνεργασιών με δημόσιους φορείς και δημοσίευσης ή αξιολόγησης επιστημονικών άρθρων. Παρόλο που τα δικαστήρια συχνά δίνουν έμφαση μόνο στον υψηλότερο ακαδημαϊκό τίτλο, η συνεχής ενασχόληση και η επιστημονική τεκμηρίωση ενισχύουν την αξιοπιστία και την αποδοχή του επιστήμονα ως ειδικού μάρτυρα (Γιαννούλης & Λεοντάρη, 2013).

Η ιατροδικαστική εντομολογία αποτελεί κρίσιμο εργαλείο στην ανάλυση εγκληματολογικών υποθέσεων, ενώ η ορθή εφαρμογή της βασίζεται σε συγκεκριμένα επιστημονικά ερωτήματα και παραμέτρους. Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα είναι η αναγνώριση και ταξινόμηση των εντόμων με πιστοποιημένες μεθόδους, καθώς κάθε είδος εντόμου έχει διαφορετική αναπτυξιακή βιολογία. Η λανθασμένη αναγνώριση μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένους υπολογισμούς του χρόνου αποίκησης. Πέρα από τις μορφολογικές κλείδες αναγνώρισης, η χρήση μοριακών τεχνικών, όπως η PCR και η αλληλούχιση DNA, είναι απαραίτητη, ιδιαίτερα για την ταυτοποίηση εντόμων σε στάδιο αυγού, όπου η

μακροσκοπική διαφοροποίηση είναι αδύνατη. Σε περιπτώσεις μη διαθεσιμότητας τέτοιων μεθόδων, τα αυγά εκκολάπτονται στο εργαστήριο ή in situ. Παράλληλα, η θερμοκρασία και οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του εγκλήματος αποτελούν καίριες παραμέτρους. Τα δεδομένα από μετεωρολογικούς σταθμούς, που περιλαμβάνουν μεταβολές θερμοκρασίας, υγρασία, βροχόπτωση και ταχύτητα ανέμου, είναι αποδεκτά από τα δικαστήρια, εφόσον βρίσκονται εντός απόστασης 30 χλμ. από τη σκηνή του εγκλήματος. Ωστόσο, προβλήματα προκύπτουν σε περιπτώσεις υψηλού υψομέτρου, υποβρύχιων περιβαλλόντων ή θερμοκρασιακά ακραίων φαινομένων, ενώ η θερμότητα που παράγεται από τις προνύμφες, όπως αυτές της οικογένειας *Calliphoridae*, μπορεί να επηρεάσει τη θερμοκρασιακή ανάλυση και τον χρόνο ανάπτυξης των εντόμων. Ο ακριβής υπολογισμός του ελάχιστου μεταθανάτιου διαστήματος βασίζεται στη συσσώρευση θερμικών μονάδων, που είναι μια επιστημονικά αποδεκτή μέθοδος σε πολλά πεδία και εξαρτάται από τις ελάχιστες θερμοκρασίες ανάπτυξης των εντόμων (π.χ., 6°C ή 10°C, ανάλογα με το είδος). Επιπλέον, η αποίκιση του νεκρού σώματος από έντομα συνήθως ξεκινά εντός λίγων λεπτών, εκτός αν οι κλιματικές συνθήκες, τα φυσικά εμπόδια ή η τοποθέτηση του σώματος σε σάκους ή άλλα υλικά εμποδίζουν τη διαδικασία. Η σωστή διατήρηση των δειγμάτων αποτελεί επίσης σημαντική παράμετρο. Τα έντομα μπορούν να διατηρηθούν σε διάλυμα αλκοόλης 80% ή να καταψυχθούν για τη διατήρηση του γενετικού τους υλικού. Παράλληλα, η σύγκριση των δειγμάτων με τοπικές, εθνικές ή διεθνείς συλλογές είναι απαραίτητη για την ακρίβεια της ανάλυσης. Η ανάπτυξη και διατήρηση τοπικών και εθνικών συλλογών εντόμων ιατροδικαστικής αξίας συμβάλλει στην ενίσχυση της επιστημονικής εγκυρότητας και της αξιοπιστίας της ιατροδικαστικής εντομολογίας (Γιαννούλης & Λεοντάρη (n.d.)).

Κεφάλαιο 3

Συλλογή και Ανάλυση Εντομολογικών Στοιχείων στη Σκηνή Εγκλήματος

Η συλλογή και ανάλυση εντομολογικών στοιχείων από τη σκηνή του εγκλήματος ή από την παθολογική εγκατάσταση είναι καθοριστική για τη σωστή εκτίμηση του ελάχιστου χρόνου θανάτου (minPMI) και άλλων σημαντικών παραμέτρων που αφορούν την υπόθεση. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει μια σειρά από βήματα που διασφαλίζουν την ακριβή και αποτελεσματική καταγραφή των εντομολογικών στοιχείων, τα οποία μπορούν να προσφέρουν κρίσιμες πληροφορίες για το χρονοδιάγραμμα της αποσύνθεσης του πτώματος και τις συνθήκες γύρω από τον θάνατο (Hall et al., 2011; Byrd & Tomberlin, 2020).

Τα έντομα που σχετίζονται με την ιατροδικαστική εντομολογία περιλαμβάνουν κυρίως είδη που αποικίζουν νεκρά σώματα και συμμετέχουν στη διαδικασία της αποσύνθεσης. Τα πιο κοινά έντομα που συναντώνται σε τέτοιες περιπτώσεις ανήκουν στις οικογένειες Calliphoridae (μύγες του κρέατος) και Sarcophagidae (σαρκοφάγες μύγες), οι οποίες είναι από τα πρώτα είδη που αποικίζουν το σώμα, καθώς προσελκύονται από τις οσμές αποσύνθεσης. Σημαντική είναι επίσης η παρουσία εντόμων της οικογένειας Dermestidae, που τρέφονται με ξηρούς ιστούς και παρατηρούνται στα μεταγενέστερα στάδια αποσύνθεσης, καθώς και τα είδη των Silphidae (*Nicrophorus vespillo*, κάνθαροι πτωμάτων), που εμπλέκονται ενεργά στη διάσπαση της σάρκας. Επιπλέον, έντομα όπως τα Formicidae (μυρμηγκία), οι Staphylinidae (rove beetle) και τα Cleridae (checkered beetle) μπορεί να εμφανίζονται και να παίζουν δευτερεύοντα ρόλο στη διαδικασία. Κάθε ένα από αυτά τα είδη έχει συγκεκριμένα αναπτυξιακά στάδια, τα οποία επηρεάζονται από περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία, γεγονός που τα καθιστά πολύτιμα εργαλεία για την εκτίμηση του χρόνου θανάτου και άλλων ιατροδικαστικών παραμέτρων.

Οι διαδικασίες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, ανάλογα με τον τόπο όπου διεξάγονται οι εντομολογικές αναλύσεις: στη σκηνή του εγκλήματος και στο εργαστήριο εντομολογίας. Κατά τη διάρκεια της έρευνας στη σκηνή του εγκλήματος,

οι ιατροδικαστικοί εντομολόγοι (FEs) ή οι εκπαιδευμένοι συνεργάτες τους, συλλέγουν τα εντομολογικά στοιχεία και τα αποδεικτικά στοιχεία που σχετίζονται με τη σκηνή του εγκλήματος ή το παθολογικό εργαστήριο. Η συλλογή των εντόμων περιλαμβάνει τα ζωντανά έντομα, τα νεκρά έντομα, τα υπολείμματα (όπως μέρη του σώματος, άκρα, φτερά) και τα στάδια ανάπτυξης των εντόμων, όπως τα αυγά, οι προνύμφες και οι νύμφες. Τα δείγματα αυτά μπορεί να αποθηκευτούν και να μεταφερθούν για περαιτέρω ανάλυση σε ειδικό εργαστήριο εντομολογίας, προκειμένου να εντοπιστούν τα έντομα που σχετίζονται με την αποσύνθεση του πτώματος και να καθοριστεί το χρονικό πλαίσιο της αποσύνθεσης και του θανάτου (Hall et al., 2011; Byrd & Tomberlin, 2020).

Η διαδικασία συλλογής εντομολογικών στοιχείων πρέπει να εκτελείται το συντομότερο δυνατό μετά την ανακάλυψη του πτώματος, καθώς η καθυστέρηση μπορεί να οδηγήσει σε διαστρέβλωση των δεδομένων λόγω των φυσικών αλλαγών που συμβαίνουν στην αποσύνθεση του πτώματος και της ανάπτυξης των εντόμων (Campobasso & Introna, 2001). Η κατανόηση των διαδικασιών αποσύνθεσης και των παραμέτρων που επηρεάζουν την εντομολογική δραστηριότητα είναι κρίσιμη για τη σωστή εκτίμηση του *minPMI*. Η αποσύνθεση του πτώματος εξελίσσεται σε διάφορα στάδια (φρέσκο, φούσκωμα, ενεργή αποσύνθεση, προχωρημένη αποσύνθεση και ξηρό στάδιο) τα οποία επηρεάζονται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και το φως, αλλά και από τις συνθήκες θανάτου (π.χ. αν το πτώμα ήταν κρεμασμένο, καμένο ή βυθισμένο). Επομένως, η σωστή καταγραφή των εντομολογικών στοιχείων, καθώς και η καταγραφή των συνθηκών του χώρου (π.χ. εσωτερικοί ή εξωτερικοί χώροι, διάταξη του πτώματος) είναι απαραίτητη για την ακριβή εκτίμηση του χρόνου θανάτου (Wescott, 2018; Finley et al., 2015; Wallace et al., 2015).

Ακόμα, σημαντική είναι η προετοιμασία και η χρήση των κατάλληλων εργαλείων και εξοπλισμού για τη συλλογή των εντομολογικών στοιχείων. Στη σκηνή του εγκλήματος, οι εντομολόγοι ή οι εκπαιδευμένοι συνεργάτες τους θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν ειδικά πλαστικά δοχεία, βελόνες, θερμόμετρα, και άλλα εργαλεία, όπως βούρτσες δύναμης για τη συλλογή των εντόμων, καθώς και όργανα μέτρησης των κλιματικών παραμέτρων (π.χ. θερμόμετρα για τη μέτρηση της θερμοκρασίας,

υγρόμετρα). Όλοι οι υπεύθυνοι για τη συλλογή των εντομολογικών στοιχείων πρέπει να ακολουθούν αυστηρές διαδικασίες που καθορίζονται από τα πρωτόκολλα των διωκτικών αρχών για να αποφευχθεί η μόλυνση και η αλλοίωση των στοιχείων, καθώς η καθυστέρηση ή η λανθασμένη διαχείριση των δειγμάτων μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα (Dadour et al., 2001; Byrd & Tomberlin, 2020).

Κεφάλαιο 4

Συλλογή Μικροκλιματικών Δεδομένων στη Σκηνή Εγκλήματος για την Εκτίμηση του Ελάχιστου Χρόνου Θανάτου (minPMI)

Η συλλογή μικροκλιματικών δεδομένων στη σκηνή εγκλήματος είναι κρίσιμη για ακριβείς αναλύσεις της τοξικολογίας των εντόμων, καθώς η ανάπτυξη και η διαδοχή των εντόμων που συνδέονται με τη σήψη των πτωμάτων επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις περιβαλλοντικές παραμέτρους, κυρίως τη θερμοκρασία. Τα έντομα, όντας ποικιλόθερμοι οργανισμοί, έχουν θερμοκρασίες σώματος που κυμαίνονται ανάλογα με τις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος, μια διαδικασία που αποκαλείται ομοιοστασία (Neven, 2000). Αυτή η χαρακτηριστική λειτουργία καθιστά αναγκαία τη λήψη υπόψη των θερμοκρασιών του περιβάλλοντος κατά τη συλλογή των δεδομένων εντομολογίας, καθώς επηρεάζει άμεσα τις βιολογικές διαδικασίες των εντόμων και τον ρόλο τους στη διαδικασία αποσύνθεσης του πτώματος.

Η θερμοκρασία παίζει καθοριστικό ρόλο στη ρύθμιση βασικών βιολογικών λειτουργιών των εντόμων, όπως η κίνηση, η μεταμόρφωση, η αναπαραγωγή (Iancu et al., 2018). Η ανάπτυξη των εντόμων συνδέεται άμεσα με τις περιβαλλοντικές θερμοκρασίες, με τις θερμότερες συνθήκες να επιταχύνουν τις μεταβολικές διαδικασίες και την ανάπτυξη, ενώ οι ψυχρότερες θερμοκρασίες ενδέχεται να επιβραδύνουν αυτές τις διαδικασίες ή να προκαλέσουν το φαινόμενο της αδράνειας. Επιπλέον, οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας μπορεί να αλλάξουν τα μοτίβα διαδοχής των εντόμων σήψης, καθώς διαφορετικά είδη εντόμων προσελκύονται στο πτώμα σε διαφορετικά στάδια αποσύνθεσης, ανάλογα με τις θερμοκρασίες του

περιβάλλοντος (Sharanowski et al., 2008). Αυτή η εξάρτηση από τη θερμοκρασία είναι ιδιαίτερα σημαντική και για τις μικροβιακές δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αποσύνθεση, καθώς η μικροβιακή κοινότητα που βρίσκεται πάνω στο πτώμα επηρεάζεται επίσης από τις θερμοκρασίες (Guo et al., 2016). Συνεπώς, τα ακριβή δεδομένα θερμοκρασίας στη σκηνή του εγκλήματος είναι ζωτικής σημασίας για την εκτίμηση του ελάχιστου χρόνου θανάτου (minPMI), ο οποίος είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες για τον υπολογισμό του χρόνου θανάτου.

Η καλύτερη πηγή για τη συλλογή δεδομένων θερμοκρασίας περιβάλλοντος στη σκηνή του εγκλήματος είναι η περιοχή γύρω από το πτώμα, η οποία μπορεί να αντιστοιχηθεί με τα ιστορικά δεδομένα θερμοκρασίας από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό (Amendt et al., 2007). Οι αξιωματικοί της αστυνομίας και οι εγκληματολόγοι μπορούν να ζητήσουν καθημερινά ή ωριαία δεδομένα θερμοκρασίας για όσες μέρες απαιτείται πριν την ανακάλυψη του πτώματος (Amendt et al., 2007). Ωστόσο, για περιπτώσεις όπου το πτώμα βρίσκεται σε εσωτερικό χώρο, τα δεδομένα θερμοκρασίας από τον εξωτερικό χώρο ενδέχεται να είναι χρήσιμα μόνο αν ο εσωτερικός χώρος είναι ανοιχτός προς τα έξω μέσω παραθύρων, θυρών ή αεραγωγών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η θερμοκρασία εξωτερικού χώρου πρέπει να συνδυαστεί με τα δεδομένα θερμοκρασίας από τον εσωτερικό χώρο για να δημιουργηθεί ένα ακριβές θερμικό μοντέλο της σκηνής του εγκλήματος (Charabidze & Hedouin, 2019). Σε περιβάλλοντα όπου οι εσωτερικές θερμοκρασίες ελέγχονται μέσω κλιματιστικών, θερμαντήρων ή ανεμιστήρων, η θερμοκρασία που παράγεται από αυτές τις συσκευές θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη, καθώς μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη των εντόμων και τη διαδικασία αποσύνθεσης. Η πραγματική θερμοκρασία στη σκηνή του εγκλήματος πρέπει να μετρηθεί με τη χρήση εργαλείων όπως οι καταγραφείς δεδομένων θερμοκρασίας, οι οποίοι πρέπει να τοποθετηθούν κοντά στο πτώμα, και να προστατεύονται από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία με τη χρήση οθόνης Stevenson για να αποφευχθούν παραμορφώσεις των μετρήσεων (Dadour et al., 2001).

Εκτός από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, πρέπει να καταγραφούν και άλλες θερμοκρασίες, όπως η θερμοκρασία του σώματος, του εδάφους, του νερού και των μαζών των προνυμφών, ανάλογα με το πλαίσιο του εγκλήματος (Byrd &

Tomberlin, 2020; Dadour et al., 2001). Ένα θερμομέτρο υπέρυθρων χωρίς επαφή είναι χρήσιμο για την καταγραφή της θερμοκρασίας του σώματος και των μαζών προνυμφών, ενώ τα θερμοστοιχεία μπορούν να μετρήσουν τη θερμοκρασία του εδάφους και του νερού στη σκηνή του εγκλήματος (Byrd & Tomberlin, 2020). Η θερμοκρασία των μαζών προνυμφών είναι ιδιαίτερα σημαντική για την εκτίμηση του minPMI, καθώς οι μεγάλες συγκεντρώσεις προνυμφών μπορεί να παράγουν σημαντική θερμότητα μέσω των μεταβολικών τους διαδικασιών. Αυτές οι μάζες μπορεί να είναι έως και 20°C πάνω από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, γεγονός που τις καθιστά πιο σημαντικές για την ανάπτυξη των τελευταίων σταδίων των προνυμφών, ιδίως των δευτέρων και τρίτων σταδίων προνυμφών, παρά τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Bambaradeniya et al., 2023). Έτσι, κατά την εκτίμηση του minPMI, η θερμοκρασία της μάζας προνυμφών είναι συχνά πιο σημαντική από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Επιπλέον, είναι απαραίτητο να καταγραφούν ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως ισχυρές βροχοπτώσεις, κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου που μας ενδιαφέρει. Τέτοια φαινόμενα μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά την άφιξη, ανάπτυξη και διαδοχή των εντόμων σήψης, καθώς μπορεί να καθυστερήσουν ή να τροποποιήσουν την αποικιστική διαδικασία των εντόμων. Η υγρασία και οι ώρες φωτός πρέπει επίσης να καταγράφονται μαζί με τη θερμοκρασία. Η φάση του φεγγαριού είναι επίσης σημαντική, καθώς μια φάση αυξανόμενου σκότους μπορεί να επηρεάσει τη μετακίνηση των εντόμων, ιδίως των ενήλικων μυγών. Τέτοια δεδομένα είναι ζωτικής σημασίας για την ανακατασκευή των συνθηκών της σκηνής του εγκλήματος ή μιας ερευνητικής μελέτης σε ένα θάλαμο ανάπτυξης για τον προσδιορισμό του ρυθμού ανάπτυξης των προνυμφών (Michaud et al., 2012).

Κεφάλαιο 5

Διαδικασίες Συλλογής και Διατήρησης Εντόμων στον Τόπο Εγκλήματος για Εντομολογικές Έρευνες

Η ανάκτηση των εντόμων από τον τόπο του εγκλήματος πρέπει να παρέχει μια σαφή διατομή των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης (αυγά, προνύμφες, πλήρη και κενά κουφάρια, και ενήλικα) από διάφορες ομάδες εντόμων (μύγες, σκαθάρια, ακάρεα και πεταλούδες) όπου και αν εντοπίζονται πάνω στο σώμα και στο περιβάλλον του πτώματος (Amendt et al., 2007). Ο αριθμός των ατόμων που ανακτώνται σε κάθε στάδιο ανάπτυξης πρέπει να είναι επαρκής για τη διεξαγωγή διαφόρων εντομολογικών αξιολογήσεων στο εργαστήριο (όπως η αναγνώριση ειδών, η εκτίμηση PMI και η ανίχνευση ξενιστών) (Anderson et al., 2002). Ωστόσο, οι αριθμοί δειγμάτων εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητά τους και μπορεί να κυμαίνονται από ένα μόνο αυγό ή προνύμφη μέχρι πολλές συστάδες αυγών ή μάζες προνυμφών (Anderson et al., 2002).

Τα έντομα που συλλέγονται στον τόπο του εγκλήματος πρέπει να διαχωρίζονται σε δύο ομάδες, μία για διατήρηση και μία για αναπαραγωγή μέχρι το στάδιο του ενήλικου. Αυτό συνήθως πραγματοποιείται στον τόπο του εγκλήματος, αλλά αν δεν υπάρχει κατάλληλος εξοπλισμός, τα έντομα πρέπει να ψυχθούν (χωρίς να καταψυχθούν) για να επιβραδυνθεί η ανάπτυξή τους και να σταλούν γρήγορα σε εργαστήριο (Byrd and Tomberlin, 2020). Τα διατηρημένα δείγματα χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση του είδους, την εκτίμηση της ηλικίας τους κατά τη στιγμή της συλλογής βάσει του σταδίου των προνυμφών, τη μέτρηση του μήκους και του πλάτους των προνυμφών και την εξαγωγή περιεχομένων του εντέρου για γενετική και τοξικολογική ανάλυση (Touroo & Fitch, 2018).

Η διατήρηση των εντόμων που συλλέγονται από το πτώμα πρέπει να πραγματοποιείται στο σημείο συλλογής (Byrd and Tomberlin, 2020). Όταν τα έντομα διατηρούνται ζωντανά σε δοχεία για να διατηρηθούν για αργότερη χρήση και δεν ψύχονται, η κατάσταση της ηλικίας τους θα αλλάξει, μπορεί να ενταθεί κάποια κανιβαλιστική συμπεριφορά και να μειωθεί ο αριθμός των προνυμφών που

συλλέγονται για περαιτέρω αναλύσεις (Mohr & Tomberlin, 2015). Σε τέτοιες περιπτώσεις, ο ρυθμός ανάπτυξης επηρεάζεται και τα δείγματα αυτά δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του ελάχιστου PMI (Mohr & Tomberlin, 2015). Ωστόσο, αν υπάρχει πλήρης καταγραφή της θερμικής ιστορίας ενός δείγματος, ο εντομολογικός εμπειρογνώμονας (FE) μπορεί να προσδιορίσει την ηλικία των εντόμων κατά τη στιγμή της συλλογής και να εξαγάγει χρήσιμες πληροφορίες για το ελάχιστο PMI για τους ερευνητές.

Οι ενήλικες μύγες και τα αυγά τους μπορούν να είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του PMI, καθώς η γνώση για ορισμένα μόνο είδη είναι περιορισμένη (Byrd and Tomberlin, 2020; Martín-Vega & Hall 2016). Ωστόσο, μερικές φορές τα μόνα δείγματα που συλλέγονται είναι αυτά τα στάδια του κύκλου ζωής και ένας έμπειρος FE μπορεί να αναγνωρίσει τις μορφολογικές αλλαγές που συμβαίνουν κατά την εμβρυογένεση των αυγών (Hofer et al., 2017), καθώς και να χρησιμοποιήσει μεθόδους που περιγράφονται από τον Tyndale-Biscoe (1984) σχετικά με την ηλικία των ενήλικων, ειδικά αυτών που παγιδεύονται μέσα σε κλειστό χώρο. Μόλις εντοπιστούν τα αυγά, μπορούν να συλλεχθούν αφού διαχωριστούν από τα σωματίδια του εδάφους και των φύλλων χρησιμοποιώντας έναν φακό χειρός και μια βούρτσα με πολύ λεπτή άκρη (Firoozfar et al., 2011). Αντίθετα, οι ενήλικες μύγες στον τόπο του εγκλήματος μπορούν να παγιδευτούν χρησιμοποιώντας δίχτυ εντόμων. Αφού παγιδευτούν, μπορούν να αφαιρεθούν απλά βυθίζοντας ή ψεκάζοντας τις μύγες με 70% αλκοόλ και στη συνέχεια να τοποθετηθεί το νεκρό δείγμα σε φιαλίδιο. Αν δεν υπάρχει αλκοόλ, οι ενήλικες μύγες μπορούν να συλληφθούν στο δίχτυ και να τοποθετηθούν προσεκτικά σε γυάλινο δοχείο για την εξόντωσή τους πριν την αποθήκευση (Byrd and Tomberlin, 2020). Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κολλητικό χαρτί για να συλλεχθούν παθητικά οι ενήλικες μύγες κατά τη διάρκεια της ημέρας (Bilaniuk & Beresford, 2010). Μετά τη συλλογή τους, οι μεμονωμένες μύγες μπορούν να αφαιρεθούν από το κολλητικό χαρτί με τη βοήθεια μιας λεπτής βούρτσας και φυτικού ελαίου.

Για τη συλλογή των ευαίσθητων προνυμφών πρώτου και δεύτερου σταδίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια βούρτσα με λεπτό άκρο. Οι μεγαλύτερες προνύμφες και τα στάδια των κουφαριών μπορούν να αφαιρεθούν με λαβίδες ή κουτάλι

(δημιουργημένο για να χωράει σε φιαλίδιο συλλογής) (Byrd and Tomberlin, 2020; Dadour et al., 2001). Σε αντίθεση με τις λαβίδες, οι οποίες περιορίζονται στη συλλογή μεμονωμένων προνυμφών, το κουτάλι μπορεί να συλλέξει εύκολα ένα μεγάλο δείγμα προνυμφών από την επιφάνεια ή μέσα σε μια μάζα προνυμφών (Dadour et al., 2001). Τα συλλεγμένα έντομα τοποθετούνται σε ζεστό νερό (όχι βραστό) για περίπου 1 λεπτό πριν τοποθετηθούν σε φιαλίδια που περιέχουν 80% αιθανόλη (Adams & Hall, 2003). Για να διασφαλιστεί ότι τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των εντόμων που είναι σε μεταμόρφωση διατηρούνται, τα πλήρη έντομα πρέπει να τρυπηθούν με μια καρφίτσα πριν τοποθετηθούν σε ζεστό νερό, ακολουθούμενα από βύθιση σε 70-80% αιθανόλη (Adams & Hall, 2003). Το απαιτούμενο ζεστό νερό μπορεί να μεταφερθεί στον τόπο του εγκλήματος σε θερμός ή σε μπουκάλι με μόνωση, και μερικές φορές μπορεί να ληφθεί από ένα καφέ ή ένα κοντινό κατάστημα. Πριν την αποθήκευση αυτών των φιαλιδίων, πρέπει να τοποθετηθεί ετικέτα με ανεξίτηλο μελάνι που να δείχνει την ώρα, την ημερομηνία, την τοποθεσία συλλογής, το άτομο που τα συνέλλεξε και το σημείο του σώματος από όπου συλλέχθηκε το δείγμα. Μια δεύτερη ετικέτα με τις ίδιες πληροφορίες αλλά γραμμένη με μολύβι (το μολύβι δεν διαλύεται στο αλκοόλ) πρέπει να τοποθετηθεί μέσα στο φιαλίδιο (Amendt et al., 2007; Byrd and Tomberlin, 2020). Τα σκαθάρια που συλλέγονται από τον τόπο του εγκλήματος πρέπει να συλλέγονται με το χέρι χρησιμοποιώντας λαβίδες και ζεστό νερό, για να τα σκοτώσουν πριν τοποθετηθούν σε φιαλίδια με 70% αιθανόλη. Τα σκαθάρια μπορούν να παρατηρηθούν εξετάζοντας προσεκτικά τη φυλλωσιά γύρω από το πτώμα, καθώς και κοσκινίζοντας το έδαφος κάτω από το πτώμα μέχρι βάθος περίπου 20 cm (Weithmann et al., 2021). Είναι σημαντικό να αναφερθεί εδώ ότι το προσωπικό Silver και Bronze πρέπει να συλλέγει όλα τα έντομα που σχετίζονται με το πτώμα και να αφήνει τον FE να πάρει τις απαραίτητες αποφάσεις σχετικά με τη σημασία τους.

Όταν πρόκειται για τόπο εγκλήματος σε υδάτινο περιβάλλον, τα στάδια των προνυμφών των εντόμων γλυκού νερού, όπως οι μύγες (Τάξη: Ephemeroptera), οι πετρόμυγες (Τάξη: Plecoptera) και οι πεταλούδες (Τάξη: Trichoptera), πρέπει να συλλέγονται από τα υποβρύχια και επιπλέοντα σώματα σε πλαστικά φιαλίδια (70% αιθανόλη) με τη χρήση λαβίδων. Συνιστάται και πάλι το προσωπικό Silver και Bronze να συλλέγει όλα τα υδρόβια ζώα που παρατηρεί σε σχέση με το πτώμα. Αντίθετα,

συνιστάται η διατήρηση περίπου του 40% των δειγμάτων από τα υπόλοιπα εντόμων του βυθού σε φιαλίδια με 95% αιθανόλη για να μειωθεί η αποσύνθεσή τους κατά την αποθήκευση (Sharanowski et al., 2008).

Τα υπόλοιπα ζωντανά υδρόβια έντομα που συλλέγονται από το πτώμα πρέπει να μεταφέρονται στο εργαστήριο για εκτροφή και αναγνώριση. Τα υδρόβια έντομα πρέπει να τοποθετούνται σε πλαστικά δοχεία με νερό από τον τόπο συλλογής (π.χ. θάλασσα, λίμνη ή ποτάμι). Κατά τη μεταφορά, τα δείγματα πρέπει να διατηρούνται δροσερά τοποθετώντας το δοχείο σε πάγο και να ανοίγεται περιοδικά το καπάκι του δοχείου για να αερίζεται το νερό. Τα ζωντανά έντομα για εκτροφή που συλλέγονται στον τόπο του εγκλήματος πρέπει να τοποθετούνται σε πιάτο (π.χ. τρυβλίο Πέτρι) με κατάλληλη τροφή (π.χ. κρέας). Το πιάτο τοποθετείται πάνω σε 2-3 cm υλικού στρωμνής (πριονίδι, περλίτης, άμμος κατασκευών) μέσα σε δοχείο με πλέγμα πάνω (Byrd and Tomberlin, 2020). Όταν προετοιμάζονται τα πλήρη έντομα για μεταφορά στο εργαστήριο, μπορούν να μεταφερθούν απευθείας σε δοχεία που είναι μισά γεμάτα με υλικό στρωμνής με κανονικό καπάκι. Δεν απαιτείται τροφή ή αερισμός αν όλα τα έντομα μεταφέρονται σε ψυγείο ή διατηρούνται σε ψυγείο.

Κεφάλαιο 6

Επιστημονική Βάση της Ιατροδικαστικής Εντομολογίας

Ιστορική αναδρομή

Η πρώτη τεκμηριωμένη χρήση της εντομολογίας για την επίλυση εγκλημάτων εντοπίζεται στην Κίνα τον 13ο αιώνα. Στο έργο του Hsi yüan chi lu (*The Washing Away of Wrongs*), ο Sung Tzu περιγράφει μια υπόθεση όπου η προσέλκυση μυγών σε αιματοβαμμένο εργαλείο αποκάλυψε τον δράστη ενός φόνου (Tzū, 1924; 1981). Στη Δύση, η επιστήμη αυτή άρχισε να αναπτύσσεται κατά τον 18ο και 19ο αιώνα. Ο Bergeret το 1855 εφάρμοσε την εντομολογία για την εκτίμηση του PMI, καταγράφοντας την παρουσία προνυμφών και νυμφών μυγών στο πτώμα, για να προσδιορίσει την ημερομηνία θανάτου (Bergeret, 1855). Παράλληλα, ο Mégnin στις μελέτες του ανέπτυξε μοντέλα διαδοχής εντόμων, χρησιμοποιώντας τα για να

αναλύσει εγκληματολογικές υποθέσεις. Σε μία περίπτωση, υπολόγισε ότι 2,4 εκατομμύρια ακάρεα είχαν αναπτυχθεί σε μία μουμιοποίηση σώματος, τεκμηριώνοντας ότι το πτώμα βρισκόταν στο σημείο για τουλάχιστον πέντε μήνες (Mégnin, 1894).

Η ιατροδικαστική εντομολογία, ως επιστήμη που ασχολείται με τη μελέτη των εντόμων και άλλων αρθρόποδων από ιατροδικαστική σκοπιά, έχει μακρά ιστορία και εξέλιξη που ξεκινά από τα τέλη του 19ου αιώνα. Στις 6 Απριλίου 1881 ο Γερμανός ιατρός Reinhard ανέφερε τη πρώτη συστηματική μελέτη στην ιατροδικαστική εντομολογία, επικεντρωμένη σε εκσκαφές νεκρών σωμάτων από τη Σαξονία. Στη μελέτη του περιέγραψε την παρουσία μυγών Phorid, τις οποίες είχε ταυτοποιήσει ο εντομολόγος Brauer στη Βιέννη, καθώς και σκουλήκια σε τάφους ηλικίας άνω των 15 ετών. Παρά την παρατήρηση αυτή, ο Reinhard κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η παρουσία αυτών των εντόμων μπορεί να συνδέεται περισσότερο με την τροφή τους από τις ρίζες φυτών που εισχωρούσαν στους τάφους, παρά με κάποια άμεση σύνδεση με τα πτώματα. Το έργο του Reinhard παρέμεινε γνωστό για πολλά χρόνια και το 1928 υπήρξε εκτενής αναφορά στη μελέτη του από τον ειδικό στις Phorid μύγες, καθώς και άλλες αναφορές (Karsch, 1888).

Το 1886, ο Hofmann δημοσίευσε άλλη μια εντομολογική αναφορά, από εκσκαφές στη Φραγκονία, όπου βρέθηκαν επίσης Phorid μύγες, τις οποίες αναγνώρισε ως *Conicera tibialis*, γνωστή και ως "μύγα του τάφου" ("coffin fly") (Hofmann, 1886). Στην ίδια περίοδο, ο Γάλλος ιατρός Jean Pierre Mégnin, ξεκίνησε να αναπτύσσει τη θεωρία του για τις προβλέψιμες οικολογικές κυματομορφές της ζωής των εντόμων πάνω σε πτώματα. Μέσω της συστηματικής παρατήρησης και της εμπειρίας του, ο Mégnin παρουσίασε τις έννοιες των κυματομορφών των εντόμων σε διαφορετικά στάδια αποσύνθεσης του σώματος. Το πιο σημαντικό έργο του, "La Faune des Cadavres" (1887) (Mégnin, 1887), προσδιόρισε οκτώ διαδοχικές κυματομορφές για τα εκτεθειμένα πτώματα και δύο για τα θαμμένα πτώματα. Ο Mégnin συνδύασε τις εντομολογικές παρατηρήσεις του με ιατροδικαστικά δεδομένα, παρουσιάζοντας 19 περιπτώσεις, μερικές από τις οποίες συνεργάστηκε με άλλους ιατρούς, όπως ο Brouardel (Mégnin, 1887).

Στην ίδια χρονική περίοδο, οι Καναδοί ερευνητές Wyatt Johnston και Geoffrey Villeneuve, εμπνευσμένοι από το έργο του Μέγνιν, άρχισαν το 1895 να πραγματοποιούν συστηματικές εντομολογικές μελέτες σε ανθρώπινα πτώματα, προκειμένου να προσαρμόσουν τις θεωρίες του Μέγνιν στην τοπική ζωική πανίδα μιας περιοχής ή ενός οικοσυστήματος τους (Johnston & Villeneuve, 1897). Στο πλαίσιο αυτής της προσπάθειας, εξέτασαν τα αποτελέσματα του Μέγνιν και επισημάνθηκαν οι περιορισμοί του έργου του σε διαφορετικά κλίματα και περιοχές.

Η συμβολή του Μέγνιν στην ανάπτυξη της ιατροδικαστικής εντομολογίας υπήρξε καθοριστική και βοήθησε στη θεμελίωση της σύγχρονης επιστημονικής κατεύθυνσης του τομέα. Οι θεωρίες του και οι παρατηρήσεις του για τη διαδοχή των εντόμων στις διαδικασίες αποσύνθεσης χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα για τον προσδιορισμό του χρόνου θανάτου και άλλων κρίσιμων στοιχείων στη δικανική έρευνα.

Στο τέλος του 19ου και στις αρχές του 20ού αιώνα, η ιατροδικαστική εντομολογία σημείωσε σημαντική πρόοδο με τη συμβολή διαφόρων ερευνητών. Οι Γερμανοί γιατροί Κλίνγκελχόφερ και Μάσγκα, καθώς και ο ιατροδικαστής Στέφαν φον Χορόσκιεβιτς, ασχολήθηκαν με την επίδραση των αρthropόδων στις ιατροδικαστικές έρευνες. Ο Κλίνγκελχόφερ, το 1889, ερεύνησε την περίπτωση ενός παιδιού που πέθανε και υπήρχαν υποψίες δηλητηρίασης από θειικό οξύ. Ωστόσο, κατά την νεκροψία, διαπίστωσε ότι τα σημάδια στο πρόσωπο του παιδιού, τα οποία οδήγησαν στη σύλληψη του πατέρα του, πιθανώς προκλήθηκαν από κατσαρίδες και όχι από δηλητηρίαση. Τα ευρήματα αυτά ανέδειξαν τη σημασία της εντομολογίας στις ιατροδικαστικές έρευνες και αμφισβήτησαν τις αρχικές υποθέσεις σχετικά με την αιτία του θανάτου (Klingelhöffer, 1898).

Σε παρόμοια περίπτωση το 1899, ο Χορόσκιεβιτς παρατήρησε πολλές εκδορές στο σώμα ενός παιδιού, το οποίο είχε καλυφθεί από κατσαρίδες. Μέσα από πειράματα με κατσαρίδες που έτρωγαν ανθρώπινο ιστό, επιβεβαίωσε ότι αυτά τα έντομα μπορούσαν να προκαλέσουν τις εκδορές που παρατηρήθηκαν, εξηγώντας γιατί η μητέρα δεν είχε παρατηρήσει τη ζημιά πριν από την ιατροδικαστική εξέταση (von Horoszkiewicz, 1902).

Επιπλέον, ο Αυστριακός ιατροδικαστής Μάσγκα έκανε πειραματικές μελέτες και ανέλυσε περιπτώσεις στις οποίες τα έντομα είχαν προκαλέσει τραυματισμούς σε σώματα. Σε μία περίπτωση, συνδύασε τα ευρήματά του με την ιστορία ενός πατέρα που ανέφερε ότι τα μυρμηγκία είχαν καλύψει το σώμα του παιδιού του μέσα σε λίγες ώρες από το θάνατό του, κάτι που επιβεβαιώθηκε κατά την αυτοψία (Maschka, 1881).

Ο Εδουάρδος Ρίτερ φον Νιζαμπιτόφσκι, επίσης ιατροδικαστής στο Πανεπιστήμιο της Κρακοβίας, έκανε πειραματικές έρευνες με κατ' αποβολή έμβρυα και πτώματα ζώων, και διαπίστωσε ότι τα ανθρώπινα πτώματα μοιράζονται την ίδια εντομολογική ζωή με τα ζώα, γεγονός που προσέφερε σημαντικά στοιχεία για την ανάπτυξη της ιατροδικαστικής εντομολογίας (Nuorteva et al., 1974).

Αυτές οι μελέτες, μαζί με το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη ζωολογία και την εντομολογία στη Γαλλία και τη Γερμανία εκείνη την εποχή, οδήγησαν σε μια πιο συστηματική και επιστημονική προσέγγιση της εντομολογίας στη μελέτη των πτωμάτων και συνέβαλαν στη διαμόρφωση της σύγχρονης ιατροδικαστικής εντομολογίας. Σημαντική επίσης ήταν η δημοσίευση των έργων του Alfred Brehm *Thierleben* (1896) και του Jean Henri Fabre *Souvenirs entomologiques* (1896), τα οποία ενέπνευσαν ενδιαφέρον για την εντομολογία και συνέβαλαν στη διάδοση των γνώσεων που χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα στην ιατροδικαστική εντομολογία (Taschenberg, 1877).

Κατά την περίοδο γύρω από τους δύο Παγκόσμιους Πολέμους, η ιατροδικαστική εντομολογία άρχισε να εξελίσσεται σημαντικά, με έμφαση στη μελέτη των εντόμων που σχετίζονται με την αποσύνθεση των πτωμάτων και την εκτίμηση του χρόνου θανάτου. Στη δεκαετία του 1920, δημοσιεύθηκαν οι πρώτες καταγραφές και μελέτες για τα έντομα που χρησιμοποιούνται στην ιατροδικαστική, οι οποίες ασχολούνταν με την οικολογία, την ανατομία και τον μεταβολισμό αυτών των εντόμων (Miller, 1929; Minnich, 1930; Morley, 1907; Motter, 1897; Peredelsky & Pastuchova, 1930; Pietrusky & Leo, 1929). Μερικές από αυτές τις μελέτες αφορούσαν επίσης την «θεραπεία με σκουλήκια» (maggot therapy) και τη σημασία της παρατήρησης των εντόμων για την εκτίμηση του χρόνου θανάτου, γεγονός που

βοήθησε στη δημιουργία μιας σημαντικής βάσης δεδομένων για την ερμηνεία των ιατροδικαστικών εντομολογικών στοιχείων (Weidner, 1936; Weidner, 1939).

Ο Καρλ Μάιξνερ, καθηγητής στο Ινστιτούτο Ιατροδικαστικής Ιατρικής στη Βιέννη, ανέφερε το 1922 ότι πολλά πτώματα, διαλύονταν πολύ γρήγορα όταν αποθηκεύονταν, με το φαινόμενο να είναι πιο έντονο στα παιδικά σώματα (Meixner, 1922). Αργότερα, ο Χέρμαν Μέρκελ στο Μόναχο επεκτάθηκε στις παρατηρήσεις του Μάιξνερ και παρουσίασε το γεγονός ότι οι συνθήκες του θανάτου, όπως οι τραυματισμοί στο σώμα, μπορούν να επηρεάσουν την παρουσία και την εξέλιξη των εντόμων (Merkel, 1925). Για παράδειγμα, σε μια υπόθεση του 1919, ο Μέρκελ διαπίστωσε ότι ο αριθμός των σκουληκιών ήταν πολύ μεγαλύτερος στο σώμα του πατέρα, ο οποίος είχε δεχτεί περισσότερους τραυματισμούς, σε σχέση με το σώμα της μητέρας που είχε πυροβοληθεί, κάτι που επηρέασε την αποσύνθεση των σωμάτων.

Στην Ιταλία, ο Γ. Μπιάνκινη από το Πανεπιστήμιο της Μπάρι, περιέγραψε το 1929 πώς τα έντομα προκαλούν βλάβες στο δέρμα των πτωμάτων και πώς μπορεί να γίνει η ταυτοποίηση των εντόμων που βρίσκονται στα σώματα για να καθοριστεί ο χρόνος του θανάτου (Bianchini, 1929). Επίσης, ο Ιωσήφ Χόλτσερ από την Αυστρία, το 1937, διερεύνησε τις καταστροφές που προκαλούν οι πεταλούδες και τα σκουλήκια σε πτώματα που βρίσκονται υποβρύχια, καταγράφοντας για πρώτη φορά τις καταστροφές που προκαλούν οι μύγες, με στόχο την καλύτερη κατανόηση των εντομολογικών στοιχείων στις ιατροδικαστικές υποθέσεις (Holzer, 1939). Αυτές οι μελέτες αποτέλεσαν τις βάσεις για την περαιτέρω ανάπτυξη της ιατροδικαστικής εντομολογίας, η οποία συνδυάζει τη γνώση των εντόμων με τη χρήση της στις εγκληματολογικές έρευνες και τον καθορισμό της ώρας του θανάτου.

Οι τελικές παρατηρήσεις αναφέρονται στην εξέλιξη της ιατροδικαστικής εντομολογίας από τη δεκαετία του 1960 μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980, όταν οι γιατροί Μαρκέλ Λεκλέκ (Βέλγιο) και Πέκκα Νουόρτεβα (Φινλανδία) ανέλαβαν σημαντικό ρόλο, με επίκεντρο την περίπτωση των εγκλημάτων. Οι δύο αυτοί επιστήμονες διαδραμάτισαν κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη της ιατροδικαστικής εντομολογίας, εφαρμόζοντας τις γνώσεις τους σε περιπτώσεις.

Από τα τέλη του 20ού αιώνα και έπειτα, η ιατροδικαστική εντομολογία επεκτάθηκε διεθνώς και έγινε μέρος της ρουτίνας στις ποινικές έρευνες, με την εφαρμογή της σε χώρες όπως οι ΗΠΑ, η Ρωσία, ο Καναδάς, η Γαλλία και η Ιαπωνία. Επίσης, έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές εγκληματικές υποθέσεις, όπως ανθρωποκτονίες, αλλά και σε άλλες περιπτώσεις.

Ο συγγραφέας αναφέρει ότι κατά τη διαδικασία δημοσίευσης του άρθρου, διατέθηκαν αρκετές χρήσιμες πηγές και έγγραφα που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της έρευνας. Η σημαντική βοήθεια προήλθε από τη βιβλιοθήκη της Κεντρικής Γερμανικής Βιβλιοθήκης Ιατρικής και της Βιβλιοθήκης του Ιατρικού Κέντρου του Πανεπιστημίου της Νέας Υόρκης, καθώς και από άλλους φορείς. Επιπλέον, η επιμέλεια του κειμένου έγινε από άλλους ειδικούς στον τομέα, όπως η Σάσκια Ράιμπε και η Τζέσικα Σνάιντερ-Σαχς.

Κεφάλαιο 7

Εφαρμογές ιατροδικαστικής εντομολογίας

Η ιατροδικαστική εντομολογία αποτελεί έναν διαρκώς εξελισσόμενο τομέα της εγκληματολογικής επιστήμης, ο οποίος αξιοποιεί τη μελέτη εντόμων και άλλων αρθροπόδων για την ανάλυση εγκληματολογικών υποθέσεων. Οι σύγχρονες εφαρμογές της εκτείνονται σε πολλούς τομείς, συμβάλλοντας καθοριστικά στην εξιχνίαση εγκλημάτων. Μία από τις κύριες χρήσεις της είναι η εκτίμηση του χρόνου από τον θάνατο (*post-mortem interval, PMI*), με βάση την παρουσία και την ανάπτυξη εντόμων, όπως οι μύγες (Diptera) και τα σκαθάρια (Coleoptera), σε πτώματα. Τα στάδια του βιολογικού τους κύκλου προσφέρουν κρίσιμες πληροφορίες για το χρονικό πλαίσιο του θανάτου. Επιπλέον, η ιατροδικαστική εντομολογία αξιοποιείται για την ανάλυση της σκηνής του εγκλήματος. Η παρουσία, η απουσία ή η αφύσικη διαδοχή εντόμων μπορούν να υποδείξουν εάν το πτώμα έχει μετακινηθεί ή εάν έχει καλυφθεί ή εκτεθεί σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Επίσης, παρέχει στοιχεία για τη γεωγραφική προέλευση, καθώς ορισμένα είδη εντόμων είναι ενδημικά σε συγκεκριμένες περιοχές.

Ένας άλλος σημαντικός τομέας εφαρμογής είναι η διερεύνηση περιπτώσεων παραμέλησης ή κακοποίησης ζώων και ανθρώπων. Η παρουσία παρασίτων ή εντόμων που συνδέονται με κακές συνθήκες υγιεινής μπορεί να λειτουργήσει ως ένδειξη για μακροχρόνια παραμέληση ή κακοποίηση. Επιπλέον, σε περιπτώσεις μαζικών θανάτων, όπως σε καταστροφές ή πολεμικές ζώνες, η ιατροδικαστική εντομολογία βοηθά στον εντοπισμό και τη χρονολόγηση των γεγονότων. Σε περιπτώσεις παράνομου εμπορίου ζώων και τροφίμων, η μελέτη εντόμων που βρίσκονται σε λαθραία προϊόντα μπορεί να αποκαλύψει την προέλευσή τους και να ενισχύσει την εφαρμογή της νομοθεσίας. Παρομοίως, η ανίχνευση εντόμων σε ερείπια ή υλικά μετά από καταστροφές παρέχει πληροφορίες για την εξέλιξη των γεγονότων.

Η ιατροδικαστική εντομολογία βρίσκει επίσης εφαρμογή σε περιβαλλοντικές έρευνες, όπως η αξιολόγηση της ποιότητας του νερού και η παρακολούθηση οικοσυστημάτων μέσω της ανάλυσης της πανίδας εντόμων. Επιπρόσθετα, η μελέτη της τοξικολογίας εντόμων μπορεί να αποκαλύψει εάν τοξικές ουσίες έχουν επηρεάσει ένα πτώμα, καθώς τα έντομα που τρέφονται από αυτό συσσωρεύουν τις ίδιες ουσίες στον οργανισμό τους. Η συνεχής ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει ενισχύσει τις δυνατότητες της ιατροδικαστικής εντομολογίας, με τη χρήση γενετικής ανάλυσης και μικροσκοπικών τεχνικών να παρέχει πιο ακριβείς και λεπτομερείς πληροφορίες. Ο συνδυασμός της μεθοδολογίας αυτής με άλλες εγκληματολογικές τεχνικές την καθιστά ένα από τα πιο χρήσιμα εργαλεία για την κατανόηση των συνθηκών και των γεγονότων που σχετίζονται με εγκλήματα και ατυχήματα (Hodecek, 2020).

Κεφάλαιο 8

Χρήση της Ιατροδικαστικής Εντομολογίας στις Νομικές Υποθέσεις

Η χρήση της ιατροδικαστικής εντομολογίας στις νομικές υποθέσεις, και ειδικά στην εκτίμηση του χρόνου θανάτου και της ανάλυσης της αποσύνθεσης του σώματος, έχει

γίνει αναπόσπαστο μέρος των εγκληματολογικών ερευνών. Η ιατροδικαστική εντομολογία αποτελεί τη μελέτη των εντόμων που αναπτύσσονται στα ανθρώπινα σώματα μετά το θάνατο, και η ανάλυση τους μπορεί να προσφέρει κρίσιμες πληροφορίες σε διάφορες πτυχές των εγκληματολογικών υποθέσεων, όπως η επιβεβαίωση του χρόνου θανάτου, η εκτίμηση της τοποθεσίας του εγκλήματος, καθώς και η αναπαραγωγή της σκηνής του εγκλήματος.

1. Βασικές αρχές της ιατροδικαστικής εντομολογίας

Η ιατροδικαστική εντομολογία εξετάζει τη συμπεριφορά των εντόμων πάνω σε έναν οργανισμό μετά το θάνατό του. Ένα από τα πιο σημαντικά εντομολογικά αποδεικτικά στοιχεία είναι οι μύγες (Diptera), οι οποίες γεννούν τα αυγά τους στο πτώμα αμέσως μετά τον θάνατο. Οι ωοτοκίες των εντόμων παρέχουν σημαντικές ενδείξεις για τον χρόνο θανάτου. Από την ώρα που το πτώμα καταλαμβάνεται από έντομα, η ανάπτυξη τους ακολουθεί μία συγκεκριμένη πορεία και εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, την υγρασία και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Τα έντομα περνούν μέσα από διάφορα στάδια, από αυγά, σε προνύμφες (σκουλήκια), νύμφες και ενήλικα έντομα. Με την καταμέτρηση του χρόνου που χρειάζεται για να φτάσουν από το ένα στάδιο στο άλλο, οι εντομολόγοι μπορούν να υπολογίσουν με ακρίβεια το ελάχιστο χρονικό διάστημα μετά το θάνατο (minPMI) (Bambaradeniya et al., 2023).

Η σημαντικότητα αυτής της μεθόδου έγκειται στο ότι ορισμένα έντομα, όπως οι μύγες της οικογένειας Calliphoridae, έχουν γνωστό κύκλο ανάπτυξης, ο οποίος επιτρέπει στους ιατροδικαστές να υπολογίσουν περίπου πόσο χρόνο έχει περάσει από το θάνατο του ατόμου μέχρι τη στιγμή της ανακάλυψης του σώματος (Moemenbellah-Fard et al., 2015). Η διαδικασία της εκτίμησης της ηλικίας των εντόμων βασίζεται στην ανάλυση των διαφορετικών αναπτυξιακών σταδίων τους, τα οποία παρατηρούνται και καταγράφονται με τη χρήση των θερμοκρασιακών δεδομένων για την περιοχή κατά την περίοδο της αποσύνθεσης (Thümmel et al., 2023).



Εικόνα 2: Νύμφες ειδών *Diptera* σε πτώμα σε προγενέστερη αποσύνθεση (Πηγή: S. Vanin/K. Bisogni).

2. Προκλήσεις στην εφαρμογή της ιατροδικαστικής εντομολογίας στις νομικές υποθέσεις

Παρά τη σημασία της ιατροδικαστικής εντομολογίας, υπάρχουν πολλές προκλήσεις κατά τη χρήση αυτών των αποδεικτικών στοιχείων στις δικαστικές διαδικασίες. Αυτές περιλαμβάνουν την ανάγκη για εξαιρετική ακρίβεια στη συλλογή και ανάλυση των εντόμων, την επαρκή τεκμηρίωση της διαδικασίας και την υποκειμενικότητα των εξωτερικών παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία του περιβάλλοντος, που επηρεάζουν την ανάπτυξή τους (Skendžić et al., 2021).

Η συλλογή των εντόμων είναι εξαιρετικά σημαντική και πρέπει να γίνει με προσοχή, καθώς οι συνθήκες κατά τη μεταφορά τους από τη σκηνή του εγκλήματος στο εργαστήριο μπορούν να επηρεάσουν την ακρίβεια της ανάλυσης. Η συγκέντρωση των εντόμων, η σωστή διατήρησή τους και η ακριβής καταγραφή των στοιχείων που συνδέονται με τη θερμοκρασία της περιοχής είναι κρίσιμα σημεία για την εξαγωγή

αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Παράλληλα, τα έντομα που συλλέγονται στο σημείο του εγκλήματος πρέπει να είναι πλήρως αναγνωρίσιμα, ώστε να επιβεβαιώνεται με ακρίβεια η ηλικία και η ανάπτυξή τους.

3. Η διαδικασία των δικαστικών εξετάσεων και η αναγκαιότητα της μαρτυρίας από ειδικούς

Η μαρτυρία από ειδικούς μάρτυρες είναι ένα σημαντικό βήμα στην εφαρμογή της ιατροδικαστικής εντομολογίας στο δικαστικό σύστημα. Οι ιατροδικαστικοί εντομολόγοι καλούνται συχνά να καταθέσουν για τα αποτελέσματα της εντομολογικής ανάλυσης, εξηγώντας πώς τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από τον τόπο του εγκλήματος σχετίζονται με τον χρόνο του θανάτου. Η κατάθεση τους μπορεί να είναι καθοριστική για την έκβαση μιας υπόθεσης, καθώς τα δεδομένα που παρέχουν μπορούν να ενισχύσουν ή να ανατρέψουν τις θέσεις του κατηγορουμένου ή της υπεράσπισης (Helm, 2021). Ειδικά, η εκτίμηση της χρονικής στιγμής του θανάτου μπορεί να αποδείξει ή να καταρρίψει τις θεωρίες που προβάλλει η υπεράσπιση σχετικά με τη διάρκεια της αποσύνθεσης ή το ακριβές χρονικό διάστημα της ύπαρξης του θύματος στον τόπο του εγκλήματος.



Εικόνα 3: Επιπτώσεις της αποθήκευσης σε πτώματα. (Α) Σώμα που βρέθηκε σε τόπο εγκλήματος το πολύ θερμό καλοκαίρι του 2003 στη Δυτική Γερμανία: το μήκος των σκουληκιών δεν ξεπερνούσε τα 5 mm, τα μάτια ήταν

άθικτα. (B) Τρεις ημέρες αργότερα, κατά τη νεκροψία: το δέρμα έχει ξεραθεί, και τα δύο μάτια έχουν καταστραφεί από τα σκουλήκια- έντονη αντίθεση με την εμφάνιση του πτώματος όταν βρέθηκε στον τόπο του εγκλήματος (Benecke, 2005).

Το δικαστήριο χρησιμοποιεί τη μαρτυρία του εντομολόγου για να κατανοήσει τις επιστημονικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση των εντόμων και να τις συγκρίνει με τα υπόλοιπα στοιχεία της υπόθεσης. Η αξιοπιστία των στοιχείων που παρέχονται από την εντομολογία καθίσταται ακόμη πιο σημαντική, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε εκτιμήσεις που είναι καθοριστικές για την τύχη των εμπλεκομένων στην υπόθεση (Helm, 2021).

Η ιατροδικαστική εντομολογία έχει αποδειχτεί μια ισχυρή μέθοδος στην ανάλυση εγκληματολογικών υποθέσεων. Καθώς οι τεχνικές ανάλυσης των εντόμων εξελίσσονται και οι επιστήμονες αποκτούν περισσότερη εμπειρία, είναι πολύ πιθανό να δούμε τη χρήση της εντομολογίας να επεκτείνεται και σε άλλες πτυχές των νομικών υποθέσεων. Η περαιτέρω εμβάθυνση στην εκπαίδευση και την εξειδίκευση των ιατροδικαστών εντομολόγων θα συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση και χρήση των εντομολογικών στοιχείων, ενισχύοντας τη συνεισφορά της ιατροδικαστικής εντομολογίας στις νομικές διαδικασίες (Helm, 2021).

Κεφάλαιο 9

Σύνδεση Ιατροδικαστικής Εντομολογίας με τη Διαχείριση Κρίσεων

Η συνεργασία μεταξύ έρευνας και πρακτικής εφαρμογής στην εγκληματολογική εντομολογία αποτελεί έναν αμοιβαία επωφελή κύκλο, στον οποίο η μία πλευρά ενισχύει και προάγει την άλλη. Η δουλειά περίπτωσης αναδεικνύει κενά στη γνώση που πρέπει να καλυφθούν, ενώ η επιστημονική έρευνα αναλαμβάνει την πρόκληση να απαντήσει σε αυτά τα κενά, παρέχοντας νέες μεθόδους και τεχνικές για την καλύτερη κατανόηση και ανάλυση των ενδείξεων που σχετίζονται με τα εγκλήματα. Η έρευνα στην εγκληματολογική εντομολογία επικεντρώνεται σε δύο κύρια σημεία: πρώτον, την κατανόηση των διαδικασιών ανάπτυξης των εντόμων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του χρόνου θανάτου (TSD), και δεύτερον,

την ανάπτυξη νέων τεχνικών και μεθόδων για την ακριβή εκτίμηση αυτών των δεδομένων.

Στο πλαίσιο αυτό, η μικροϋπολογιστική τομογραφία (micro-CT) αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα καινοτομίας στην έρευνα. Η τεχνική αυτή εφαρμόστηκε στην ανάλυση των προνυμφικών σταδίων των εντόμων, προκειμένου να εκτιμηθεί η ηλικία των προνυμφών που συλλέγονται από τη σκηνή ενός εγκλήματος. Η έρευνα αυτή επεξεργάστηκε ένα κενό στη γνώση, καθώς δεν υπήρχε ικανοποιητικός τρόπος για να εκτιμηθεί η ηλικία των προνυμφών, ειδικά όταν πρόκειται για εγκληματολογικά στοιχεία. Χρησιμοποιώντας τη μικροϋπολογιστική τομογραφία, η οποία προσφέρει μια μη καταστροφική μέθοδο εξέτασης, η έρευνα έδειξε ότι είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η ηλικία των προνυμφών με ακρίβεια, κάνοντας χρήση της ανάπτυξής τους με 10% διαστήματα που αντιστοιχούν περίπου σε μία ημέρα σε καλοκαιρινές θερμοκρασίες στην Αγγλία (Richards et al., 2012; Martín-Vega et al., 2017).

Αναμφίβολα, η εφαρμογή αυτών των ερευνητικών αποτελεσμάτων στην πραγματικότητα ενισχύει τη δυνατότητα των εγκληματολόγων να προσδιορίσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την ώρα θανάτου. Επιπλέον, η ανάπτυξη μεθόδων για την εκτίμηση της ηλικίας των αυγών των μυγών βασισμένων σε μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως έγινε με την *Calliphora vicina*, παρέχει σημαντικές πληροφορίες για περιπτώσεις όπου τα αυγά βρέθηκαν γύρω από τραύματα, όπως στο λαιμό ή το πρόσωπο του θύματος. Αυτές οι μέθοδοι εξασφαλίζουν μια ακριβή εκτίμηση της ηλικίας των αυγών και επιτρέπουν τη σωστή εκτίμηση του χρονικού πλαισίου του θανάτου (Martín-Vega & Hall, 2016).

Επιπλέον, στην έρευνα που εξετάζει την αναγνώριση των ενήλικων μυγών που βρέθηκαν σε σκηνές εγκλήματος, αναπτύχθηκε η μέθοδος της εκτίμησης της φθοράς των φτερών, η οποία καθορίζει εάν οι μύγες προήλθαν από την ίδια τη σκηνή ή αν έφτασαν από εξωτερικούς χώρους. Αυτή η μέθοδος βασίστηκε σε σύγκριση της φθοράς των φτερών των μυγών που γεννήθηκαν και ανέπτυξαν σε εσωτερικούς χώρους με εκείνες που πετούσαν από εξωτερικούς χώρους. Η εξέλιξη αυτής της τεχνικής ενίσχυσε τη δυνατότητα των εγκληματολόγων να διακρίνουν μεταξύ αυτών

των δύο περιπτώσεων, επιτρέποντας τη πιο ακριβή αναγνώριση της προέλευσης των μυγών (Beutler et al., 2020).

Η συνεχής αλληλεπίδραση μεταξύ έρευνας και εφαρμογής είναι κρίσιμη για την πρόοδο της εγκληματολογικής εντομολογίας. Οι τεχνικές που αναπτύσσονται μέσω της έρευνας απαιτούν επικύρωση και ορθότητα πριν τη χρήση τους στο δικαστήριο. Αυτή η διαδικασία επικύρωσης διασφαλίζει την αξιοπιστία των μεθόδων και ενισχύει την αποδοχή τους ως επιστημονικών δεδομένων σε δικαστικές υποθέσεις. Οι νέες τεχνικές πρέπει να είναι επαληθευμένες μέσω επιστημονικών δημοσιεύσεων και να έχουν υποστεί διαδικασίες αξιολόγησης από άλλους ειδικούς για να διασφαλιστεί η εγκυρότητά τους, όπως προβλέπεται από τις οδηγίες για την αποδοχή των επιστημονικών δεδομένων στα δικαστήρια (Crown Prosecution Service, 2019).

Στην εγκληματολογική εντομολογία, όπως και σε άλλες ειδικότητες, η πιστοποίηση των επαγγελματιών και των τεχνικών είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση ποιότητας στις εγκληματολογικές αναλύσεις. Παρόλο που η πιστοποίηση έχει εφαρμογή σε περιορισμένα πεδία, όπως το DNA και τα αποτυπώματα, αναμένεται ότι θα επεκταθεί και σε άλλες περιοχές, όπως η εγκληματολογική εντομολογία. Η πιστοποίηση αυξάνει την αξιοπιστία των δεδομένων που συλλέγονται και διασφαλίζει ότι οι διαδικασίες ακολουθούν τα υψηλότερα πρότυπα ποιότητας, ενισχύοντας έτσι την αποδοχή τους ως αποδεικτικά στοιχεία στο δικαστήριο (The Accreditation of Forensic Service Providers Regulations, 2018; Gaudry & Dourel, 2013).

Η ανάγκη για έρευνα που σχετίζεται άμεσα με την εφαρμογή στην εγκληματολογία είναι πιο επιτακτική από ποτέ. Οι περιορισμένοι πόροι και η έλλειψη χρηματοδότησης καθιστούν δύσκολη την ανάπτυξη νέων τεχνικών, ωστόσο είναι κρίσιμο να διατηρηθούν οι ισχυροί δεσμοί μεταξύ της έρευνας και της εφαρμογής της στην πραγματική εγκληματολογική εργασία. Η στενή συνεργασία μεταξύ ερευνητών και επαγγελματιών του πεδίου μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη καινοτόμων μεθόδων που θα βελτιώσουν τη δυνατότητα του συστήματος ποινικής δικαιοσύνης να χρησιμοποιεί ακριβή και αξιόπιστα δεδομένα. Μια τέτοια συνεργασία θα εξασφαλίσει την καλύτερη εξυπηρέτηση του συστήματος της ποινικής

δικαιοσύνης και την ακριβέστερη ανάλυση των ενδείξεων σε κάθε περίπτωση (Home Office, 2019; House of Lords, 2019).

Κεφάλαιο 10

Διαδικασίες εντομολογικών στοιχείων στις ιατροδικαστικές έρευνες

Η συλλογή εντομολογικών αποδεικτικών στοιχείων αρχίζει με τη φάση της παρατήρησης και καταγραφής των χαρακτηριστικών της σκηνής του εγκλήματος, σε απόσταση τουλάχιστον 6 μέτρων από το σώμα, ώστε να μην επηρεαστούν τα ενήλικα έντομα. Η θέση του σώματος, η έκθεση του στον ήλιο ή τη σκιά και άλλες παράμετροι, όπως η ώρα άφιξης της ομάδας έρευνας, είναι κρίσιμα στοιχεία. Σημαντικό είναι να καταγραφούν φωτογραφίες του χώρου και λεπτομέρειες που ενδέχεται να φαίνονται αδιάφορες για τον εντομολόγο, αλλά να είναι χρήσιμες για άλλους εμπειρογνώμονες της σκηνής (White, 2021). Κατά την παρατήρηση της σκηνής, γίνεται επίσης η καταγραφή των εντόμων που βρίσκονται στο σώμα και γύρω από αυτό. Παρατηρείται η ένταση της αποικιστικής διαδικασίας και τα στάδια ανάπτυξης των εντόμων (ενήλικα έντομα, προνύμφες, νύμφες και αυγά). Οι καταγραφές αυτές είναι ιδιαίτερα σημαντικές, καθώς η παρουσία εντόμων μπορεί να υποδεικνύει την ύπαρξη προγεννητικών τραυμάτων στο σώμα, κάτι που θα μπορούσε να διαφοροποιήσει την έρευνα και να οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τη χρονική σειρά των τραυμάτων και του θανάτου (Gennard, 2012).

Ακολουθεί η συλλογή των κλιματολογικών και μικροκλιματολογικών δεδομένων. Τα δεδομένα σχετικά με τη θερμοκρασία του αέρα και την υγρασία στη σκηνή, καθώς και η θερμοκρασία του σώματος και του περιβάλλοντος, είναι κρίσιμα για την εκτίμηση της ανάπτυξης των εντόμων και των προνυμφών. Ιδιαίτερη σημασία έχει η μέτρηση της θερμοκρασίας της μεταβολικής μάζας των προνυμφών (maggot), καθώς οι διαφορές στη θερμοκρασία μπορούν να επηρεάσουν την ταχύτητα ανάπτυξής τους (Petrović, 2012).

Όταν πρόκειται για τη συλλογή ενήλικων εντόμων, χρησιμοποιούνται ειδικά εργαλεία όπως το δίχτυ, το οποίο βοηθά στην απομάκρυνση των ενήλικων εντόμων από το σώμα. Στη συνέχεια, τα έντομα τοποθετούνται σε δοχεία με αιθυλική αλκοόλη για να τα θανατώσουν και στη συνέχεια μεταφέρονται σε φιάλες με αιθυλική αλκοόλη (70-80%). Η σωστή επισήμανση κάθε δείγματος, τόσο μέσα όσο και έξω από τη συλλεκτική συσκευασία, είναι ουσιώδης για την ασφαλή καταγραφή της θέσης και του χρόνου συλλογής (Haskell et al., 2000).

Τα αυγά, οι προνύμφες και οι νύμφες συλλέγονται με προσοχή από κάθε περιοχή του σώματος που έχει αποικιστεί, χρησιμοποιώντας μαλακές βούρτσες ή λαβίδες. Τα δείγματα αυτών των εντόμων πρέπει να αποθηκεύονται σε αιθυλική αλκοόλη (70-80%) για να διατηρηθεί η ακεραιότητά τους και να επιτραπεί η μελέτη των αναπτυξιακών σταδίων τους. Για τις ζωντανές προνύμφες και νύμφες, προετοιμάζεται ένα κατάλληλο δοχείο μεταφοράς, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει βαμβάκι ή υγρό χαρτί για να εμποδίσει την αφυδάτωσή τους κατά τη μεταφορά τους στο εργαστήριο (Fujimura et al., 2009).

Η συλλογή των αυγών και προνυμφών από τη γύρω περιοχή, 5-6 μέτρα από το σώμα, είναι, επίσης, απαραίτητη, καθώς τα έντομα, όταν εισέρχονται στη φάση της νύμφης, σταματούν να τρέφονται και μετακινούνται μακριά από το σημείο της αποικίας. Οι νύμφες και τα ενήλικα έντομα είναι λιγότερο πιθανό να βρεθούν κοντά στο σώμα, ενώ μπορεί να παρατηρηθούν σε πιο απομακρυσμένες περιοχές, όπου τα έντομα ολοκληρώνουν τον κύκλο της ανάπτυξής τους (Miller & Naples, 2002).

Η καταγραφή ιστορικών κλιματολογικών και μικροκλιματολογικών δεδομένων από το πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό είναι απαραίτητη, προκειμένου οι εντομολόγοι να υπολογίσουν το χρόνο ανάπτυξης των εντόμων με βάση τη συσσωρευμένη θερμότητα σε ώρες ή ημέρες, χρησιμοποιώντας παραμέτρους όπως οι Accumulated Degree Days (ADD) και Accumulated Degree Hours (ADH). Αυτά τα δεδομένα επιτρέπουν στους εντομολόγους να εκτιμήσουν την ταχύτητα ανάπτυξης των εντόμων και να προσδιορίσουν το χρόνο θανάτου με μεγαλύτερη ακρίβεια (Gennard, 2012).

Τέλος, η εκτίμηση των οικολογικών χαρακτηριστικών του χώρου, όπως το έδαφος, η βλάστηση, τα ζώα και το νερό, μπορεί να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για άλλους εμπειρογνώμονες που συμμετέχουν στην έρευνα του εγκλήματος. Αν το σώμα είναι θαμμένο, η διαδικασία συλλογής αποδεικτικών στοιχείων παραμένει παρόμοια, με τη διαφορά ότι το έδαφος ανασκάπτεται για να βρεθούν ενήλικα έντομα, προνύμφες, νύμφες και αυγά. Μετά την αφαίρεση του σώματος, το χώμα κάτω και γύρω από το σώμα εξετάζεται με τον ίδιο τρόπο (White, 2021).

Κεφάλαιο 11

Ορισμός Διαχείρισης Κρίσεων

Η διαχείριση κρίσεων στην ιατροδικαστική εντομολογία αποτελεί έναν κρίσιμο και συνάμα πολύπλοκο τομέα της εγκληματολογικής έρευνας. Ειδικότερα, όταν τα εγκλήματα περιλαμβάνουν την ανάλυση εντομολογικών στοιχείων, η ακριβής καταγραφή και ανάλυση αυτών των στοιχείων από τη σκηνή του εγκλήματος είναι καθοριστική για την επίλυση της υπόθεσης και την απονομή δικαιοσύνης. Η ιατροδικαστική εντομολογία βασίζεται κυρίως στη μελέτη των εντόμων που αναπτύσσονται σε νεκρά σώματα και των διαφόρων σταδίων ανάπτυξής τους (αυγά, προνύμφες, νύμφες και ενήλικα έντομα), τα οποία παρέχουν χρήσιμες ενδείξεις για την εκτίμηση του χρόνου θανάτου, γνωστός και ως Postmortem Interval (PMI).

Τα νεκροφαγικά έντομα αναπτύσσονται πάνω ή γύρω από το πτώμα, και η ανάπτυξή τους εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η φωτεινότητα και οι καιρικές συνθήκες. Καθώς οι έντονοι αυτοί παράγοντες επηρεάζουν τον ρυθμό ανάπτυξης των εντόμων, η διαχείριση της κρίσης κατά την ανάλυση των εντομολογικών στοιχείων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στη συλλογή, καταγραφή και ανάλυση αυτών των στοιχείων με τη σωστή διαδικασία. Μικρές παραλείψεις ή λάθη κατά την καταγραφή των περιβαλλοντικών συνθηκών μπορεί να οδηγήσουν σε σοβαρά λάθη στην εκτίμηση του χρόνου θανάτου και συνεπώς στην επίλυση του εγκλήματος (Sharma, 2003).

Η ακριβής καταγραφή των κλιματικών συνθηκών κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής των εντόμων είναι ουσιώδης για να υπολογιστεί σωστά ο χρόνος που έχει παρέλθει από τον θάνατο του θύματος. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μπορεί να επηρεάσει τη διάρκεια της ανάπτυξης των εντόμων. Αν το πτώμα βρεθεί σε περιβάλλον υψηλής θερμοκρασίας, όπως σε ένα όχημα εκτεθειμένο στον ήλιο, η ανάπτυξη των εντόμων θα είναι ταχύτερη, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε υποεκτίμηση του διαστήματος που έχει παρέλθει από τον θάνατο (White, 2021).

Η διαχείριση κρίσεων στην ιατροδικαστική εντομολογία δεν περιορίζεται μόνο στην ανάλυση των εντομολογικών στοιχείων, αλλά περιλαμβάνει και τη σωστή συλλογή, αποθήκευση και αποστολή αυτών των δειγμάτων στο εργαστήριο. Οι τεχνικοί της σκηνής του εγκλήματος, που είναι συχνά οι πρώτοι που αναλαμβάνουν την έρευνα, πρέπει να είναι επαρκώς εκπαιδευμένοι για να ακολουθήσουν αυστηρές διαδικασίες και πρωτόκολλα κατά τη συλλογή των εντομολογικών δειγμάτων. Ειδικότερα, η καταγραφή των συνθηκών του περιβάλλοντος και η διατήρηση της ακεραιότητας των δειγμάτων είναι κρίσιμη για την ακριβή εκτίμηση του mPMI (minimum postmortem interval) και τη διασφάλιση της αξιοπιστίας των στοιχείων αυτών στο δικαστήριο (Catts & Haskell, 1991).

Η συστηματική καταγραφή των περιβαλλοντικών παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η ηλιακή ακτινοβολία κατά τη στιγμή του εγκλήματος, μπορεί να προσφέρει καθοριστικές πληροφορίες για τη διαχείριση κρίσεων και την ακριβή εκτίμηση της χρονικής περιόδου μεταξύ θανάτου και εύρεσης του πτώματος. Για παράδειγμα, εάν το πτώμα έχει εκτεθεί σε υψηλή θερμοκρασία για μεγάλο χρονικό διάστημα, μπορεί να παρατηρηθεί ταχύτερη ανάπτυξη των εντόμων, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένη εκτίμηση του χρόνου θανάτου, αν δεν ληφθούν υπόψη αυτές οι εξωτερικές παράμετροι. Αυτό καθιστά την προσεκτική και συστηματική συλλογή δεδομένων για τις περιβαλλοντικές συνθήκες απαραίτητη, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ακριβής εκτίμηση του PMI και να αποφευχθούν λάθη στην εκτίμηση του χρόνου θανάτου (Sharma, 2003).

Επιπλέον, η ιατροδικαστική εντομολογία μπορεί να παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για άλλους τομείς της έρευνας, όπως η γεωγραφική θέση του θανάτου,

η ανίχνευση εάν το σώμα έχει μετακινηθεί και αν ο τόπος που βρέθηκε το σώμα είναι ο πρωτεύων ή δευτερεύων τόπος θανάτου. Οι εντομολογικές έρευνες μπορούν επίσης να προσφέρουν χρήσιμες ενδείξεις για τη διεξαγωγή τοξικολογικών αναλύσεων, καθώς και για τη λήψη δειγμάτων DNA από τα έντομα που βρέθηκαν στη σκηνή του εγκλήματος (Joseph et al., 2011). Αυτές οι αναλύσεις, σε συνδυασμό με τα δεδομένα από τα εντομολογικά δείγματα, μπορεί να βοηθήσουν στην αναγνώριση του θύματος, την ανασύνθεση των γεγονότων και τη διαλεύκανση των αιτίων του θανάτου.

Η διαδικασία διαχείρισης κρίσεων στην ιατροδικαστική εντομολογία απαιτεί επομένως συντονισμό και ακρίβεια κατά τη συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία των εντομολογικών στοιχείων. Ειδικά σε εγκλήματα που σχετίζονται με ανθρωποκτονίες, η αναγνώριση των παραμέτρων που επηρεάζουν την ανάπτυξη των εντόμων και η σωστή καταγραφή των περιβαλλοντικών συνθηκών είναι κρίσιμη για τη σωστή εκτίμηση του mPMI. Στην περίπτωση της δικαστικής ανάλυσης, κάθε μικρή παρανόηση ή λάθος στη διαδικασία συλλογής των στοιχείων μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά λάθη στην εκτίμηση του χρόνου θανάτου, επηρεάζοντας άμεσα την έκβαση της υπόθεσης.

Κεφάλαιο 12

Μια Επιστημονική Προσέγγιση για τη Βελτιστοποίηση της Διερεύνησης Εγκληματικών Υποθέσεων

Η ιατροδικαστική εντομολογία, ως ένα ταχέως εξελισσόμενο επιστημονικό πεδίο, διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη διαχείριση κρίσεων που αφορούν εγκληματολογικές υποθέσεις, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις θανάτων υπό αδιευκρίνιστες συνθήκες. Η επιστήμη αυτή βασίζεται στη θεμελιώδη αρχή της ανταλλαγής ιχνών του Locard, σύμφωνα με την οποία κάθε αλληλεπίδραση μεταξύ θύματος, δράστη και περιβάλλοντος αφήνει ίχνη, είτε αυτά είναι φυσικά είτε βιολογικά. Σε αντίθεση με άλλα αποδεικτικά στοιχεία, τα έντομα που βρίσκονται σε σκηνές εγκλήματος δρουν ως αυτόνομοι «μάρτυρες». Εμφανίζονται, αναπτύσσονται και απομακρύνονται χωρίς

ανθρώπινη παρέμβαση, αφήνοντας κρίσιμες πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανασύνθεση των γεγονότων και την ακριβή εκτίμηση του μεταθανάτιου διαστήματος (PMI). Η διαχείριση κρίσεων, στο πλαίσιο της ιατροδικαστικής εντομολογίας, περιλαμβάνει μια σειρά από ενέργειες που ξεκινούν από την άμεση αναγνώριση της κρίσης (π.χ. ένας θάνατος υπό ύποπτες συνθήκες), την κατάλληλη προετοιμασία και οργάνωση των πρωτοκόλλων συλλογής εντόμων και συνεχίζουν με την αξιολόγηση, ανάλυση και τεκμηρίωση των ευρημάτων. Τα έντομα μπορούν να παρέχουν πληροφορίες όχι μόνο για τον χρόνο θανάτου, αλλά και για τις συνθήκες στις οποίες βρέθηκε το σώμα, όπως η θερμοκρασία, το περιβάλλον και ενδεχομένως η μεταφορά του θύματος. Παρά την πρόοδο που έχει επιτευχθεί, η ιατροδικαστική εντομολογία συνεχίζει να αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις. Η έλλειψη διεθνών προτύπων στη δειγματοληψία και τη διατήρηση των εντόμων αποτελεί ένα από τα βασικότερα εμπόδια. Ενώ η καθοριστική δημοσίευση των Amendt et al. το 2007 προσπάθησε να θέσει γενικές κατευθυντήριες γραμμές, η έρευνα έχει αποδείξει ότι οι προτάσεις αυτές είναι πλέον παρωχημένες. Για παράδειγμα, οι παραδοσιακές μέθοδοι διατήρησης αυγών εντόμων σε αιθανόλη 70-95% έχουν αποδειχθεί αναποτελεσματικές, καθώς οδηγούν σε αποσύνθεση των ιστών.

Παρομοίως, η χρήση ζεστού νερού για τη σταθεροποίηση προνυμφών απαιτεί υλικά και συνθήκες που συχνά δεν είναι διαθέσιμα σε απαιτητικές σκληρές εγκλήματος. Η έλλειψη ενιαίων πρωτοκόλλων δειγματοληψίας καθιστά δύσκολη τη σύγκριση δεδομένων μεταξύ εργαστηρίων ή περιοχών. Επίσης, ο εντοπισμός και η ταυτοποίηση ειδών εντόμων μπορεί να είναι ιδιαίτερα περίπλοκος. Ενώ οι ενήλικες των νεκροφάγων εντόμων ταυτοποιούνται σχετικά εύκολα, η αναγνώριση προνυμφικών σταδίων ή περιστασιακών ειδών απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και συχνά μοριακές μεθόδους, όπως η ανάλυση DNA. Ωστόσο, οι μέθοδοι αυτές, αν και ακριβείς, είναι πιο δαπανηρές και χρονοβόρες, περιορίζοντας έτσι την άμεση εφαρμογή τους. Η διαχείριση κρίσεων μέσω της ιατροδικαστικής εντομολογίας δεν περιορίζεται μόνο στη συλλογή και ανάλυση δεδομένων, αλλά περιλαμβάνει και την επεξεργασία τους σε πραγματικό χρόνο, ιδιαίτερα όταν τα δεδομένα αυτά πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στο δικαστήριο. Οι ερευνητές και οι επαγγελματίες καλούνται

να αναγνωρίσουν τους περιορισμούς της επιστήμης τους και να επισημάνουν τα περιθώρια λάθους, ώστε να αποφεύγονται παρανοήσεις ή υπερβολικές δηλώσεις που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε δικαστικές επιπλοκές. Αυτός ο αυτοκριτικός χαρακτήρας της επιστήμης είναι κρίσιμος για την εξέλιξη και την εφαρμογή της.

Συνολικά, η ιατροδικαστική εντομολογία είναι ένα δυναμικό επιστημονικό πεδίο, που συνδυάζει τη βασική έρευνα με την πρακτική εφαρμογή. Η δημιουργία κριτικών ανασκοπήσεων, η ανάπτυξη διεθνών προτύπων και η προώθηση της διεπιστημονικής συνεργασίας αποτελούν σημαντικά βήματα για την ενίσχυση της αξιοπιστίας και της αποτελεσματικότητας του πεδίου. Μέσα από τη συστηματική διαχείριση κρίσεων, η ιατροδικαστική εντομολογία συμβάλλει όχι μόνο στη δικαιοσύνη, αλλά και στη συνεχή βελτίωση της επιστήμης και των εφαρμογών της.

Κεφάλαιο 13

Αναγνώριση μιας κρίσης στην ιατροδικαστική εντομολογία

Η διαχείριση μιας κρίσης στην ιατροδικαστική εντομολογία απαιτεί προσεκτική και οργανωμένη προσέγγιση, με στόχο την ακριβή αναγνώριση και ανάλυση των εντομολογικών δεδομένων για την υποστήριξη νομικών ερευνών. Κατά την αναγνώριση μιας κρίσιμης κατάστασης, η συλλογή εντομολογικών στοιχείων από τη σκηνή του εγκλήματος αποτελεί κρίσιμο βήμα. Τα στοιχεία πρέπει να συλλέγονται συστηματικά από όλα τα πιθανά σημεία (πάνω, κάτω και μέσα από τη σάρκα του σώματος), ώστε να εξασφαλίζεται η πληρότητα των δεδομένων (Catts & Goff, 1992).

Ενήλικα έντομα που εντοπίζονται πάνω από το πτώμα πρέπει να συλλαμβάνονται προσεκτικά με τη χρήση διχτυών, ενώ τόσο ζωντανά όσο και νεκρά δείγματα διατηρούνται σε ξεχωριστά δοχεία. Κάθε δείγμα πρέπει να σφραγίζεται και να επισημαίνεται με σαφήνεια, καταγράφοντας λεπτομέρειες όπως η ώρα συλλογής, η τοποθεσία, το στάδιο ανάπτυξης των εντόμων, καθώς και τα στοιχεία του επιστήμονα που διεξάγει τη συλλογή. Επιπλέον, ανώριμα έντομα μεταφέρονται σε εργαστηριακές συνθήκες, όπου καλλιεργούνται μέχρι την ωρίμανσή τους, προκειμένου να καταστεί δυνατή η μορφολογική ή γενετική τους ταυτοποίηση (Byrd & Tomberlin, 2020).

Σε περιπτώσεις κρίσεων, όπως εγκλήματα με ιδιαίτερα ευαίσθητες συνθήκες (π.χ. σεξουαλική κακοποίηση παιδιών, περιπτώσεις παραμέλησης ηλικιωμένων ή σωματικών κακώσεων), η προσεκτική συλλογή εντόμων μπορεί να προσφέρει κρίσιμα στοιχεία για τη χρονική και γεωγραφική ανάλυση της υπόθεσης. Επίσης, ενδείξεις όπως μύιαση σε γεννητικές ή περιπρωκτικές περιοχές πρέπει να ερμηνεύονται με ιδιαίτερη προσοχή, καθώς μπορεί να αντιπροσωπεύουν προηγούμενη προσβολή και όχι μεταθανάτιο αποικισμό (Gomes & Zuben, 2006).

Η αποτελεσματική διαχείριση της κρίσης απαιτεί επίσης την κατανόηση της επίδρασης περιβαλλοντικών παραγόντων. Παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, και το γεωγραφικό κλίμα επηρεάζουν σημαντικά την ταχύτητα ανάπτυξης των εντόμων και επομένως την ακρίβεια της εκτίμησης του χρόνου θανάτου. Ακόμη και σε περιπτώσεις ακραίων περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως πυρκαγιές, η αντοχή των εντόμων καθιστά δυνατή τη συλλογή χρήσιμων στοιχείων, καθώς η θερμότητα δεν αποτρέπει την αποίκιση από έντομα, αν και μπορεί να επισπεύσει την εισβολή τους (Tz'u, 1981; Benecke, 2005).

Η αναγνώριση της κρίσης στηρίζεται στη λεπτομερή και ορθολογική συλλογή των εντομολογικών στοιχείων, στη διασφάλιση της ακεραιότητάς τους, καθώς και στη σωστή ανάλυσή τους. Η ενσωμάτωση αυτών των δεδομένων στις νομικές διαδικασίες συμβάλλει καθοριστικά στην επίλυση περίπλοκων υποθέσεων, καθιστώντας την ιατροδικαστική εντομολογία αναπόσπαστο εργαλείο στη διαχείριση κρίσεων και την απονομή δικαιοσύνης.

Κεφάλαιο 14

Έγκαιρος Προγραμματισμός, Κατάλληλη Προετοιμασία και Αξιολόγηση Παρεμβάσεων με βάση την Ιατροδικαστική Εντομολογία

Η ιατροδικαστική εντομολογία διαδραματίζει καίριο ρόλο στη διαχείριση κρίσεων που σχετίζονται με την εξακρίβωση του χρόνου θανάτου, την ερμηνεία σκηνών εγκλήματος και την ανάλυση παραγόντων που επηρεάζουν την εγκληματολογική διερεύνηση. Για την αποτελεσματική διαχείριση των συνεπειών μιας κρίσης,

απαιτείται ένας πολυδιάστατος σχεδιασμός που περιλαμβάνει τον έγκαιρο προγραμματισμό, την κατάλληλη προετοιμασία, την εφαρμογή των παρεμβάσεων και την αξιολόγησή τους τόσο πριν όσο και κατά τη διάρκεια αλλά και μετά το πέρας της κρίσης. Στο πλαίσιο αυτό, η ενσωμάτωση των μεθόδων και των εργαλείων της ιατροδικαστικής εντομολογίας στον σχεδιασμό και την εφαρμογή τέτοιων παρεμβάσεων είναι καθοριστικής σημασίας.

Ο έγκαιρος προγραμματισμός ξεκινά με τη δημιουργία σαφών πρωτοκόλλων για τη συλλογή, την ανάλυση και την αξιοποίηση των εντομολογικών στοιχείων από το σημείο του εγκλήματος ή της κρίσης. Η ακριβής συλλογή των εντομολογικών δειγμάτων, όπως αυγά, προνύμφες και νύμφες, είναι κρίσιμη. Πρέπει να διασφαλιστεί ότι τα δείγματα αυτά διατηρούνται κατάλληλα, καθώς η ανάλυσή τους μπορεί να προσφέρει κρίσιμες πληροφορίες σχετικά με την ώρα και τις συνθήκες θανάτου (Anderson, 1999). Η συλλογή περιλαμβάνει τόσο τα έντομα από την επιφάνεια του σώματος όσο και από το περιβάλλον, καθώς οι διαφορετικές φάσεις διαδοχής εντόμων μπορούν να προσδιορίσουν τον χρόνο θανάτου (Goff, 2000). Η ανάπτυξη βάσεων δεδομένων για τα πρότυπα ανάπτυξης εντόμων ανάλογα με την τοποθεσία και τις κλιματολογικές συνθήκες είναι απαραίτητη. Αυτές οι βάσεις δεδομένων επιτρέπουν την ακριβή ερμηνεία των εντομολογικών ευρημάτων, ενώ παράλληλα υποστηρίζουν την προσαρμογή σε διαφορετικά γεωγραφικά πλαίσια (Byrd & Castner, 2010). Η εκπαίδευση των εγκληματολόγων, των αστυνομικών και των ιατροδικαστών στη συλλογή και ανάλυση εντομολογικών στοιχείων είναι θεμελιώδης. Τα λάθη στη συλλογή ή τη μεταφορά δειγμάτων μπορεί να οδηγήσουν σε ανακριβείς εκτιμήσεις (Catts & Haskell, 1990). Η κατάλληλη προετοιμασία επικεντρώνεται στη χρήση και ανάπτυξη εξειδικευμένων μεθόδων για την ανάλυση του μεταθανάτιου διαστήματος (Post Mortem Interval - PMI), το οποίο η ιατροδικαστική εντομολογία μπορεί να εκτιμήσει με ακρίβεια. Οι μέθοδοι αυτές περιλαμβάνουν την ανάλυση αναπτυξιακών προτύπων εντόμων. Οι κρεατόμυγες (Blow fly, Calliphoridae) φτάνουν σε πτώματα μέσα σε λεπτά από τον θάνατο και η ανάπτυξή τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του PMI (Greenberg, 1991). Η ανάλυση της προνυμφικής φάσης και της μετατροπής σε νύμφες είναι κρίσιμη (Smith, 1986). Επιπλέον, τα διαγράμματα που συσχετίζουν τη θερμοκρασία

με την ανάπτυξη των προνυμφών, επιτρέπουν την ακριβή εκτίμηση της ηλικίας των εντόμων (Amendt et al., 2007). Παράλληλα, η αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογιών, όπως η micro-CT και η χρωματογραφική ανάλυση υδρογονανθράκων των νυμφών, παρέχει υψηλή ακρίβεια στην εκτίμηση του PMI (Brown et al., 2012). Η χρήση γονιδιωματικής ανάλυσης για την παρακολούθηση της έκφρασης γονιδίων κατά τη διάρκεια της μεταμόρφωσης είναι επίσης χρήσιμη (Tarone & Foran, 2011).

Κατά τη διάρκεια της κρίσης, ο σχεδιασμός παρεμβάσεων βασίζεται στις πληροφορίες που παρέχονται από τα εντομολογικά δεδομένα. Η ακρίβεια στον υπολογισμό του χρόνου θανάτου είναι καθοριστική για νομικούς σκοπούς, ενώ παράλληλα μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό συνθηκών θανάτου που σχετίζονται με ανθρωποκτονίες ή ατυχήματα. Τα εντομολογικά δεδομένα προσφέρουν επίσης πληροφορίες για την πιθανή μετακίνηση του σώματος, καθώς τα διαφορετικά εντομολογικά είδη μπορούν να δείξουν αλλαγές στο περιβάλλον. Η αξιολόγηση των παρεμβάσεων απαιτεί συνεχή ανατροφοδότηση με βάση νέα ευρήματα και τεχνολογικές εξελίξεις.

Η θεμελίωση ενός αποτελεσματικού συστήματος ιατροδικαστικής εντομολογίας ξεκινά από τη συστηματική συλλογή δεδομένων και την προετοιμασία των απαραίτητων πόρων. Στο πλαίσιο αυτό, κεντρικό ρόλο παίζουν η δημιουργία εξειδικευμένων βάσεων δεδομένων, η οργάνωση του επιστημονικού προσωπικού και η ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων για όλους τους εμπλεκόμενους φορείς. Η καταγραφή και η διατήρηση λεπτομερών βάσεων δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία της ιατροδικαστικής εντομολογίας. Οι βάσεις αυτές πρέπει να περιλαμβάνουν πληροφορίες για την τοπική πανίδα εντόμων, τα στάδια ανάπτυξής τους, τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επηρεάζουν την ανάπτυξή τους και τη χρονική διαδοχή των ειδών που αποικίζουν τα πτώματα.

Οι βάσεις δεδομένων επιτρέπουν την ακριβή ταυτοποίηση των ειδών που σχετίζονται με εγκληματολογικές έρευνες και παρέχουν τις πληροφορίες που απαιτούνται για την εκτίμηση του PMI. Για παράδειγμα, τα νεκροφάγα έντομα, όπως οι μύγες της οικογένειας Calliphoridae, ακολουθούν προβλέψιμα μοτίβα ανάπτυξης και αποικισμού πτωμάτων, τα οποία καταγράφονται συστηματικά σε τέτοιες βάσεις δεδομένων (Amendt et al., 2011).



Εικόνα 4: Παρουσία μυγών σε κοιλότητες του σώματος μετά τον θάνατο (Πηγή: Forza Forensics, n.d.)

Η εκπαίδευση του προσωπικού που εμπλέκεται στη συλλογή και ανάλυση εντομολογικών δεδομένων είναι απαραίτητη. Αυτό περιλαμβάνει ειδικευμένους επιστήμονες, αστυνομικούς, ιατροδικαστές και προσωπικό εργαστηρίων. Η εκπαίδευση πρέπει να καλύπτει:

Οι τεχνικές συλλογής δειγμάτων από τη σκηνή του εγκλήματος περιλαμβάνουν τη δειγματοληψία αυγών, προνυμφών και ενηλίκων εντόμων, ενώ η σωστή χρήση εργαλείων, όπως παγίδες εντόμων, είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ακεραιότητας των δειγμάτων κατά τη μεταφορά τους για εργαστηριακή ανάλυση. Παράλληλα, οι μοριακές τεχνικές, όπως η PCR, επιτρέπουν την ακριβή ταυτοποίηση των ειδών μέσω ανάλυσης DNA, διασφαλίζοντας την ακρίβεια στις έρευνες (Tarone et al., 2007). Η χρήση εξειδικευμένων λογισμικών για τη στατιστική ανάλυση και τη δημιουργία μαθηματικών μοντέλων ενισχύει περαιτέρω την επιστημονική τεκμηρίωση. Η συνεχιζόμενη εκπαίδευση των εμπλεκόμενων αποτελεί κεντρικό στοιχείο για την ενίσχυση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων και τη διασφάλιση της ποιότητας της διαδικασίας.

Κατάλληλη Προετοιμασία

Η αποτελεσματική χρήση της ιατροδικαστικής εντομολογίας προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλων τεχνολογιών, υποδομών και επιστημονικών εργαλείων που εξασφαλίζουν την ακρίβεια και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Ανάλυση DNA και σύγχρονες τεχνολογίες

Η ανάλυση DNA έχει φέρει επανάσταση στην ιατροδικαστική εντομολογία, επιτρέποντας την ταυτοποίηση ειδών ακόμη και σε περιπτώσεις όπου τα δείγματα είναι υποβαθμισμένα. Το μιτοχονδριακό DNA (mtDNA) είναι εξαιρετικά χρήσιμο λόγω της σταθερότητάς του και της αφθονίας του στα κύτταρα. Ειδικές γονιδιακές περιοχές, όπως το COI και το COII, χρησιμοποιούνται ευρέως για την ταυτοποίηση ειδών, ενώ πιο προηγμένες τεχνολογίες, όπως το Next-Generation Sequencing (NGS), επιτρέπουν τη μαζική ανάλυση δειγμάτων σε ελάχιστο χρόνο (Archer et al., 2005). Η μοριακή ανάλυση DNA, πέρα από την ταυτοποίηση των ειδών, επιτρέπει και την ανίχνευση τοξινών ή ναρκωτικών ουσιών, που μπορεί να βρίσκονται στους ιστούς των εντόμων.

Υποδομές και πρωτόκολλα

Η ύπαρξη κατάλληλων υποδομών, όπως ψυγεία για την αποθήκευση δειγμάτων σε χαμηλές θερμοκρασίες και εξειδικευμένος εξοπλισμός μεταφοράς, είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ακεραιότητας των δειγμάτων. Παράλληλα, η τυποποίηση διαδικασιών μέσω αναλυτικών πρωτοκόλλων διασφαλίζει τη συμμόρφωση με τα διεθνή πρότυπα.

Τα πρωτόκολλα αυτά καλύπτουν τη συλλογή, αποθήκευση και ανάλυση δειγμάτων και διασφαλίζουν ότι τα ευρήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αξιόπιστα σε δικαστικές υποθέσεις. Κατά τη διάρκεια κρίσεων, η ιατροδικαστική εντομολογία παρέχει κρίσιμες πληροφορίες για την ανάλυση του τύπου του εγκλήματος, την ερμηνεία του χρόνου θανάτου και την κατανόηση των συνθηκών που σχετίζονται με την υπόθεση. Η διαδικασία ξεκινά με τη συλλογή δειγμάτων από

τη σκηνή του εγκλήματος. Αυτό περιλαμβάνει τη δειγματοληψία αυγών, προνυμφών, ενηλικών εντόμων, καθώς και του περιβάλλοντος χώρου (χώμα, φυτά).

Η αναγνώριση των ειδών επιτρέπει την εκτίμηση του PMI, βασισμένη στα στάδια ανάπτυξης των εντόμων. Επιπλέον, η μοριακή ανάλυση γονιδιακής έκφρασης παρέχει πληροφορίες για την ηλικία των προνυμφών. Για παράδειγμα, η ανάλυση γονιδίων όπως το *bicoid* και το *chitin synthase* επιτρέπει την ακριβή εκτίμηση της ηλικίας των εντόμων, συμβάλλοντας στην ερμηνεία των δεδομένων (Tarone et al., 2007).

Προσαρμογή στις περιβαλλοντικές συνθήκες

Οι γεωγραφικές και κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν τη διαδοχή και τον ρυθμό ανάπτυξης των εντόμων. Επομένως, η γνώση της τοπικής πανίδας και των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών κάθε περιοχής είναι κρίσιμη για την ακριβή ανάλυση των δεδομένων.

Αξιολόγηση και Ανασκόπηση

Η ολοκλήρωση της έρευνας συνοδεύεται από την ανάλυση και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Αυτό περιλαμβάνει την καταγραφή όλων των διαδικασιών και ευρημάτων, την αξιολόγηση της εφαρμογής των πρωτοκόλλων και την ανασκόπηση των επιτυχιών και προκλήσεων.

Η δημοσίευση των δεδομένων και η ανταλλαγή γνώσης ενισχύουν τη συλλογική γνώση και συμβάλλουν στη βελτίωση των πρακτικών σε μελλοντικές υποθέσεις. Η ενσωμάτωση της ιατροδικαστικής εντομολογίας στον στρατηγικό σχεδιασμό, την εκπαίδευση, την αξιολόγηση και τη βελτίωση των υποδομών είναι κρίσιμη για την αποτελεσματική διαχείριση κρίσεων και την απονομή δικαιοσύνης.

Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία ανέδειξε τον πολυδιάστατο ρόλο της ιατροδικαστικής εντομολογίας στη διαλεύκανση εγκλημάτων, παρουσιάζοντας τις στρατηγικές, τις τεχνικές και τις προκλήσεις που σχετίζονται με την εφαρμογή της. Η ιατροδικαστική εντομολογία αποτελεί έναν εξειδικευμένο κλάδο που συνδυάζει τη βιολογία, τη χημεία και τη δικανική επιστήμη, προσφέροντας πολύτιμα δεδομένα για την εκτίμηση του ελάχιστου χρόνου θανάτου (minPMI), την ταυτοποίηση του θύματος και τη διαλεύκανση κρίσιμων νομικών υποθέσεων.

Ένα από τα σημαντικότερα συμπεράσματα της έρευνας είναι η καθοριστική σημασία της συλλογής και ανάλυσης εντομολογικών δεδομένων από τη σκηνή του εγκλήματος. Τα έντομα, ως φυσικοί αποικοδομητές, παίζουν βασικό ρόλο στη διαδικασία της αποσύνθεσης, και η μελέτη των ειδών, των σταδίων ανάπτυξής τους και της διαδοχής τους μπορεί να προσφέρει κρίσιμες πληροφορίες για τη χρονική εκτίμηση του θανάτου. Παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, οι περιβαλλοντικές συνθήκες και η παρουσία φαρμάκων ή τοξικών ουσιών επηρεάζουν σημαντικά τη δραστηριότητα των εντόμων, γεγονός που καθιστά αναγκαία την ενδεδειγμένη καταγραφή των μικροκλιματικών δεδομένων στη σκηνή του εγκλήματος.

Επιπλέον, η εργασία υπογραμμίζει τη σημασία της τυποποίησης των διαδικασιών για τη συλλογή και διατήρηση εντομολογικών δειγμάτων. Η χρήση κατάλληλων εργαλείων και πρωτοκόλλων διασφαλίζει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των δεδομένων που συλλέγονται. Για παράδειγμα, η συλλογή προνυμφών, αυγών, ενήλικων εντόμων και κελυφών πρέπει να πραγματοποιείται με συστηματικό τρόπο και να διατηρούνται κατάλληλα για περαιτέρω εργαστηριακή ανάλυση. Η ανάλυση των εντόμων, είτε μέσω μορφολογικών είτε μέσω γενετικών μεθόδων, είναι κρίσιμη για την ταυτοποίηση των ειδών και την εκτίμηση του minPMI.

Ένα άλλο βασικό εύρημα της εργασίας αφορά την εφαρμογή της ιατροδικαστικής εντομολογίας στη διαχείριση κρίσεων. Η σύνδεση της εντομολογίας με την κρίση βασίζεται στην ικανότητα αυτής της επιστήμης να παρέχει γρήγορα και ακριβή δεδομένα που μπορούν να διευκολύνουν την επίλυση πολύπλοκων υποθέσεων, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις μαζικών θανάτων ή φυσικών καταστροφών.

Μέσα από την ανάλυση της εντομολογικής κοινότητας σε διαφορετικά περιβάλλοντα, η εργασία κατέδειξε τη σημασία της συνεργασίας μεταξύ επιστημονικών κλάδων και την ανάγκη δημιουργίας ολοκληρωμένων πρωτοκόλλων που θα ενσωματώνουν τα εντομολογικά δεδομένα σε ευρύτερες στρατηγικές διαχείρισης κρίσεων.

Παράλληλα, αναδείχθηκαν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο κλάδος, όπως η έλλειψη επαρκούς εκπαίδευσης για τους εντομολόγους που εμπλέκονται σε εγκληματολογικές υποθέσεις, καθώς και η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα σε ειδικές γεωγραφικές περιοχές ή περιβάλλοντα. Η διαφορά στη διαδοχή των εντόμων ανάλογα με το περιβάλλον (αστικό ή φυσικό) και οι επιπτώσεις των διαφορετικών κλιματικών συνθηκών απαιτούν εξατομικευμένες μελέτες που θα ενισχύσουν τη βάση δεδομένων του κλάδου και θα οδηγήσουν σε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

Η εργασία υπογραμμίζει, επίσης, τη σπουδαιότητα της ανάλυσης DNA και των σύγχρονων τεχνολογιών, όπως η χρήση ψηφιακών μοντέλων και εξειδικευμένων λογισμικών για την επεξεργασία δεδομένων. Αυτές οι καινοτομίες, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη τοπικών και διεθνών συλλογών εντόμων, μπορούν να ενισχύσουν την ακρίβεια των εκτιμήσεων και να επιτρέψουν τη διασύνδεση δεδομένων από διαφορετικές περιοχές και περιστατικά.

Τα πρακτικά παραδείγματα και οι μελέτες περίπτωσης που αναλύθηκαν επιβεβαιώνουν ότι η ιατροδικαστική εντομολογία, όταν συνδυάζεται με τεχνικές διαχείρισης κρίσεων, αποτελεί ένα απαραίτητο εργαλείο για την επίλυση εγκλημάτων, την ενίσχυση της δικαιοσύνης και τη διασφάλιση της διαφάνειας στις εγκληματολογικές διαδικασίες.

Η ιατροδικαστική εντομολογία, παρά τη σημαντική της πρόοδο, συνεχίζει να παρουσιάζει περιθώρια βελτίωσης και ανάπτυξης. Μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να εστιάσουν στην ανάπτυξη τοπικών και παγκόσμιων βάσεων δεδομένων που θα περιλαμβάνουν πληροφορίες για τα είδη εντόμων, τη διαδοχή τους και την ανάπτυξή τους υπό διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Ειδικότερα, είναι απαραίτητη η περαιτέρω μελέτη της διαδοχής εντόμων σε τροπικά και ακραία περιβάλλοντα, όπου

οι συνθήκες μπορεί να διαφοροποιούνται σημαντικά από τις ήδη τεκμηριωμένες περιοχές.

Επιπλέον, οι σύγχρονες τεχνολογίες, όπως η ανάλυση DNA, η χρήση μηχανικής μάθησης και τεχνητής νοημοσύνης, μπορούν να ενσωματωθούν για την αυτοματοποίηση και τη βελτίωση της ακρίβειας στις αναλύσεις. Παράλληλα, οι έρευνες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στην επίδραση παραγόντων όπως η ρύπανση, τα τοξικά κατάλοιπα και οι κλιματικές αλλαγές, που ενδέχεται να επηρεάζουν την εντομολογική διαδοχή και τις ιατροδικαστικές αναλύσεις.

Συνοψίζοντας, η εργασία καταλήγει ότι η ιατροδικαστική εντομολογία, με τη συστηματική και επιστημονική της προσέγγιση, μπορεί να λειτουργήσει ως ένα κρίσιμο εργαλείο για την επίλυση νομικών υποθέσεων και την αντιμετώπιση κρίσεων. Ωστόσο, απαιτούνται περαιτέρω έρευνα, εκπαίδευση και συνεργασία μεταξύ των επιστημονικών και νομικών κοινοτήτων για να αξιοποιηθεί πλήρως το δυναμικό της και να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις που εξακολουθούν να υφίστανται. Ακόμη, η διεπιστημονική συνεργασία μεταξύ εντομολόγων, εγκληματολόγων, γενετιστών και ειδικών στη διαχείριση κρίσεων είναι καίριας σημασίας για την ενοποίηση της γνώσης και τη δημιουργία ολοκληρωμένων πρωτοκόλλων. Οι μελλοντικές έρευνες μπορούν να συμβάλουν καθοριστικά στη θεμελίωση της ιατροδικαστικής εντομολογίας ως έναν ισχυρό και αδιαμφισβήτητο κλάδο στη διερεύνηση εγκλημάτων και στη διαχείριση κρίσεων.

Βιβλιογραφία

- Amendt, J., Campobasso, C. P., Gaudry, E., Reiter, C., LeBlanc, H. N., & Hall, M. (2007). Best practice in forensic entomology—Standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine*, 121(1), 90–104. <https://doi.org/10.1007/s00414-006-0103-3>
- Amendt, J., et al. (2007). Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic Science International*, 165(2-3), 162-167.
- Amendt, J., Richards, C. S., Campobasso, C. P., Zehner, R., & Hall, M. J. (2011). Forensic entomology: Applications and limitations. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 7, 379–392. <https://doi.org/10.1007/s12024-011-9261-4>
- Amendt, J., Zehner, R., & Hall, M. J. R. (2007). "Current concepts in forensic entomology." *Forensic Science International*, 165(2-3), 173–178.
- Anderson, G. S. (1995). The use of insects in death investigations: An analysis of cases in British Columbia over a five year period. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 28(4), 277–292.
- Anderson, G. S., Cervenka, V. J., Haglund, W., & Sorg, M. (2002). Insects associated with the body: Their use and analyses. In W. D. Haglund & M. Sorg (Eds.), *Advances in forensic taphonomy: Method, theory, and archaeological perspectives* (p. 173-200). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420058352>
- Archer, M. S., & Elgar, M. A. (2003). Yearly activity patterns in southern Victoria (Australia) of seasonally active carrion insects. *Forensic Science International*, 132(3), 173–176. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(02\)00416-8](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(02)00416-8)
- Archer, M. S., & Wallman, J. F. (2017). The development of forensic entomology in Australia and New Zealand: An overview of casework practice, quality control and standards. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 49(2), 125–133. <https://doi.org/10.1080/00450618.2016.1153715>
- Archer, M. S., et al. (2005). Insect succession on buried carrion in temperate areas. *Forensic Science International*, 153(2-3), 202-208.
- Bajerlein, D., Taberski, D., & Matuszewski, S. (2018). Estimation of postmortem interval (PMI) based on empty puparia of *Phormia regina* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae) and third larval stage of *Necrodes littoralis* (L.) (Coleoptera: Silphidae)—Advantages of using different PMI indicators. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 55, 95–98. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2018.02.003>
- Bambaradeniya, T. B., Magni, P. A., & Dadour, I. R. (2023). A summary of concepts, procedures, and techniques used by forensic entomologists and proxies. *Insects*, 14(6), 536. <https://doi.org/10.3390/insects14060536>

- Bambaradeniya, T. B., Magni, P. A., & Dadour, I. R. (2023). A summary of concepts, procedures and techniques used by forensic entomologists and proxies. *Insects*, 14(6), 536. <https://doi.org/10.3390/insects14060536>
- Bambaradeniya, Y. T. B., Magni, P. A., & Dadour, I. R. (2023). Current status of five warm season Diptera species in estimating the post-mortem interval. *Annals of the Entomological Society of America*, 116, 19–50. <https://doi.org/10.1093/aesa/sacz021>
- Benecke, M. (2005). *Forensic entomology: The application of insect biology to crime scene investigations*.
- Bergeret, M. (1855). Infanticide. Momification naturelle du cadavre. Découverte du cadavre d'un enfant nouveau-né dans une cheminée où il s'était momifié. Détermination de l'époque de la naissance par la présence de nymphes et de larves d'insects dans le cadavre, et par l'étude de leurs métamorphoses (Homicide of a newborn child found in a chimney, and its natural mumification. Determination of postmortem interval by the use of insect larvae and their metamorphosis). *Annales d'Hygiène Publique et de Médecine Légale*, 4, 442–452. (in French).
- Beutler, M., Hart, A. J., & Hall, M. J. R. (2020). The use of wing fray and sex ratios to determine the origin of flies at an indoor crime scene. *Forensic Science International*, 307, 110104. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.110104>
- Bianchini, G. (1929). Contributio pratico e sperimentale allo studio della fauna cadaverica (Practical and experimental contribution concerning the study of the fauna of cadavers). Siena: Bernardinno. (in Italian).
- Bilaniuk, V., & Beresford, D. V. (2010). Sampling adult blow flies (Diptera: Calliphoridae) at pig carcasses with sticky traps: Effects of trap colour, height, and inclination. *Journal of the Canadian Society of Forensic Science*, 43(3), 181–190. <https://doi.org/10.1080/00085030.2010.10757391>
- Bugelli, V., Tarozzi, I., Galante, N., Bortolini, S., & Franceschetti, L. (2023). Review on forensic importance of myiasis: Focus on medicolegal issues on post-mortem interval estimation and neglect evaluation. *Legal Medicine*, 63, 102263. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2023.102263>
- Byrd, J. H., & Castner, J. L. (Eds.). (2009). *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press.
- Byrd, J. H., & Tomberlin, J. K. (2020). *Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations* (3rd ed.). CRC Press. ISBN 978-0-8153-5020-0.
- Byrd, J. H., & Tomberlin, J. K. (2020). *Forensic entomology: The utility of insects in legal investigations*.

Campobasso, C. P., & Introna, F. (2001). The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role. *Forensic Science International*, 120, 132–139. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00413-0](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00413-0)

Catts, E. P., & Goff, M. L. (1992). Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology*, 37, 253–272. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.37.010192.001345>

Catts, E. P., & Goff, M. L. (1992). Forensic entomology in criminal investigations.

Catts, E. P., & Haskell, N. H. (1991). *Entomology & death: A procedural guide*. Clemson, SC: Joyce's Print Shop.

Charabidze, D., & Hedouin, V. (2019). Temperature: The weak point of forensic entomology. *International Journal of Legal Medicine*, 133(4), 633–639. <https://doi.org/10.1007/s00414-019-02141-w>.

Charabidze, D., & Martin-Vega, D. (2021). Looking back to move forward: How review articles could boost forensic entomology. *Insects*, 12(7), 648.

Charabidze, D., Gosselin, M., & Hedouin, V. (2017). Use of necrophagous insects as evidence of cadaver relocation: Myth or reality? *PeerJ*, 5, e3506. <https://doi.org/10.7717/peerj.3506>

Criminal Practice Directions. (2015). Criminal Practice Directions 2015, Division V: Evidence—19A: Expert evidence, 19B: Statements of understanding and declarations of truth in expert reports. *Criminal Practice Directions*. Retrieved January 19, 2021, from <https://www.justice.gov.uk/courts/procedure-rules/criminal/docs/2015/criminal-practice-directions-v-evidence-2015.pdf>

Crown Prosecution Service. (2019, October 9). *Code for Crown Prosecutors, Expert Evidence*. Retrieved December 1, 2020, from <https://www.cps.gov.uk/legal-guidance/expert-evidence>

Dadour, I. R., & Morris, B. (2014). Forensic entomology: A synopsis, guide, and update. In G. N. Ruttly (Ed.), *Essentials of autopsy practice* (pp. 105–130). Springer.

Dadour, I. R., Cook, D. F., Fissioli, J. N., & Bailey, W. J. (2001). Forensic entomology: Application, education and research in Western Australia. *Forensic Science International*, 120, 48–52. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00425-7](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00425-7)

Dawson, B. M., Barton, P. S., & Wallman, J. F. (2021). Field succession studies can help to identify forensically useful Diptera. *Journal of Forensic Sciences*, 66(6), 2319–2328. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14827>

- Di Luise, E., Magni, P., Staiti, N., Spitaleri, S., & Romano, C. (2008). Genotyping of human nuclear DNA recovered from the gut of fly larvae. *Forensic Science International*, 1, 591–592. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2008.03.031>
- Finley, S. J., Benbow, M. E., & Javan, G. T. (2015). Microbial communities associated with human decomposition and their potential use as postmortem clocks. *International Journal of Legal Medicine*, 129, 623–632. <https://doi.org/10.1007/s00414-015-1253-4>
- Firoozfar, F., Moosa-Kazemi, H., Baniardalani, M., Abolhassani, M., Khoobdel, M., & Rafinejd, J. (2011). Mass rearing of *Lucilia sericata* Meigen (Diptera: Calliphoridae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(1), 54–56. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60015-5](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60015-5)
- Forbes, S. L., & Carter, D. O. (2015). Processes and mechanisms of death and decomposition of vertebrate carrion. In M. E. Benbow, J. K. Tomberlin, & A. M. Torone (Eds.), *Carrion ecology, evolution, and their applications* (pp. 13–30). CRC Press.
- Fujimura, M., Koler-Gregorić, T., & Šuperina, M. (2009). Primjena forenzičke entomologije u istraživanju kaznenih djela. *Policija i sigurnost*, 18(4), 441–471.
- Garrido-Cardenas, J. A., & Manzano-Agugliaro, F. (2017). The metagenomics worldwide research. *Current Genetics*, 63, 819–829. <https://doi.org/10.1007/s00294-017-0692-2>
- Gaudry, E., & Dourel, L. (2013). Forensic entomology: Implementing quality assurance for expertise work. *International Journal of Legal Medicine*, 127(6), 1031–1037. <https://doi.org/10.1007/s00414-013-0892-x>
- Gennard, D. (2007). *Forensic entomology: An introduction*. University of Lincoln.
- Gennard, D. E. (2012). *Forensic Entomology: An Introduction*. Wiley-Blackwell.
- Gomes, L., & Zuben, C. J. (2006). Entomological evidence in forensic cases.
- Gosselin, M., Wille, S. M., Fernandez, M. D. M. R., Di Fazio, V., Samyn, N., De Boeck, G., & Bourel, B. (2011). Entomotoxicology, experimental set-up and interpretation for forensic toxicologists. *Forensic Science International*, 208, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.11.001>
- Greenberg, J. (1991). *Oedipus and beyond: A clinical theory*. Harvard University Press.
- Griffiths, K., Krosch, M. N., & Wright, K. W. (2020). Variation in decomposition stages and carrion insect succession in a dry tropical climate and its effect on estimating postmortem interval. *Forensic Science Research*, 5, 327–335. <https://doi.org/10.1080/20961790.2020.1794215>

Guo, J., Fu, X., Liao, H., Hu, Z., Long, L., Yan, W., & Cai, J. (2016). Potential use of bacterial community succession for estimating post-mortem interval as revealed by high-throughput sequencing. *Scientific Reports*, *6*, 24197. <https://doi.org/10.1038/srep24197>

Hagstrum, D. W., & Athanassiou, C. G. (2019). Improving stored product insect pest management: From theory to practice. *Insects*, *10*, 332. <https://doi.org/10.3390/insects10090332>

Haines, A. M., Webb, S. L., & Wallace, J. R. (2021). Conservation forensics: The intersection of wildlife crime, forensics, and conservation. In S. C. Underkoffler & H. R. Adams (Eds.), *Wildlife biodiversity conservation* (pp. 125–146). Springer.

Hall, M., Whitaker, A., & Richards, C. (2012). Forensic entomology. In N. Marques-Grant & J. Roberts (Eds.), *The forensic ecology handbook: From crime scene to court* (pp. 111–140). John Wiley & Sons Ltd. ISBN 978-1-119-97419-2.

Hans, K. R., Yoho, K., Robbins, H., & Weidner, L. M. (2021). A review of the forensic entomology literature in the Midwestern United States. *WIREs Forensic Science*, *3*(5), e1424.

Haskell, N. H., Lord, W. D., & Byrd, J. H. (2000). Collection of entomological evidence during death investigation. In J. Byrd & J. Castner (Eds.), *Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigation* (2nd ed., pp. 81–121). Boca Raton, FL: CRC Press.

Helm, R. K. (2021). Evaluating witness testimony: Juror knowledge, false memory, and the utility of evidence-based directions. *International Journal of Evidence & Proof*, *25*(4), 264–285. <https://doi.org/10.1177/13657127211031018>

Hodecek, J. (2020). Revisiting the concept of entomotoxicology. *Forensic Science International: Synergy*, *2*, 282–286. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2020.09.003>

Hofer, I. M., Hart, A. J., Martín-Vega, D., & Hall, M. J. (2017). Optimising crime scene temperature collection for forensic entomology casework. *Forensic Science International*, *270*, 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.10.037>

Hofmann, O. (1886). Observations de larves de Diptères sur des cadavres exhumés (Observations on Diptera larvae on exhumed corpses). *Comptes Rendus des Séances de la Société Entomologique de Belgique*, *74*, 131–132. (in French).

Holzer, F. J. (1939). Zerstörung an Wasserleichen durch Larven der Köcherfliege (Destruction of corpses submerged in water by Trichoptera (caddis-fly) larvae). *Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin*, *31*, 223–228. (in German).

Home Office, Association of Police and Crime Commissioners, & National Police Chiefs' Council. (2019, April). *Forensics Review: Review of the Provision of Forensic Science to*

the Criminal Justice System in England and Wales. Retrieved December 21, 2020, from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/911660/Joint_review_of_forensics_and_implementation_plan_accessible_.pdf

House of Lords, Science and Technology Select Committee. (2019, May). *3rd Report of Session 2017-2019, HL Paper 333. Forensic Science and the Criminal Justice System: A Blueprint for Change*. Retrieved December 21, 2020, from <https://publications.parliament.uk/pa/ld201719/ldselect/ldsctech/333/33302.htm>

Hu, G., Li, L., Zhang, Y., Shao, S., Gao, Y., Zhang, R., Wang, Y., Zhang, Y., Guo, Y., Kang, C., Wang, J., & Wang, Y. (2023). A global perspective of forensic entomology case reports from 1935 to 2022. *International Journal of Legal Medicine*, *137*, 1535–1553. <https://doi.org/10.1007/s00414-023-03067-3>

Iancu, L., Dean, D. E., & Purcarea, C. (2018). Temperature influence on prevailing necrophagous Diptera and bacterial taxa with forensic implications for postmortem interval estimation: A review. *Journal of Medical Entomology*, *55*(6), 1369–1379. <https://doi.org/10.1093/jme/tiy104>

James, R., Eitzen, D., Hall, R., Wallman, J., McKenna, C., & Byard, R. (2000). Autopsy and quarantine considerations in a case of illegal entry of a corpse into Australia. *Journal of Law and Medicine*, *8*(1), 89–91.

Johnston, W., & Villeneuve, G. (1897). On the medico-legal application of entomology. *The Montreal Medical Journal*, *26*, 81–90.

Joseph, I., Mathew, D. G., Sathyan, P., & Vargheese, G. (2011). The use of insects in forensic investigations: An overview on the scope of forensic entomology. *Journal of Forensic Dental Sciences*, *3*(2), 89–91.

Karsch, F. (1888). Über Leichenwürmer (On corpse worms). *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, *3*, 88–90. (in German).

Kintz, P., Tracqui, A., Ludes, B., Waller, J., Boukhabza, A., Mangin, P., & Chaumont, A. J. (1990). Fly larvae and their relevance in forensic toxicology. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, *11*, 63–65. <https://doi.org/10.1097/00000433-199003000-00002>

Klingelhöffer. (1898). Zweifelhafte Leichenbefunde durch Benagung von Insekten (Misinterpretation on the cause of death as a result of insects feeding on corpses). *Vierteljahrsschrift für Gerichtliche Medizin*, *25*, 58–63. (in German).

Kreitlow, K. L. T. (2009). Insect succession in a natural environment. In J. H. Byrd & J. L. Castner (Eds.), *Forensic entomology* (2nd ed., pp. 251–269). CRC Press.

- Krosch, M. N., Johnston, N. P., Law, K., Wallman, J. F., & Archer, M. S. (2025). Retrospective review of forensic entomology casework in eastern Australia from 1994 to 2022. *Forensic Science International*, 367, 112355. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2024.112355>
- Ling, S., Kaplan, J., & Berryessa, C. M. (2021). The importance of forensic evidence for decisions on criminal guilt. *Science & Justice*, 61(2), 142–149. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2020.11.004>
- Lutz, L., Zehner, R., Verhoff, M. A., Bratzke, H., & Amendt, J. (2021). It is all about the insects: A retrospective on 20 years of forensic entomology highlights the importance of insects in legal investigations. *International Journal of Legal Medicine*, 135, 2637–2651. <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02624-6>
- Martín-Vega, D., & Hall, M. J. R. (2016). Estimating the age of *Calliphora vicina* eggs (Diptera: Calliphoridae): Determination of embryonic morphological landmarks and preservation of egg samples. *International Journal of Legal Medicine*, 130, 845–854. <https://doi.org/10.1007/s00414-015-1308-x>
- Martín-Vega, D., Simonsen, T. J., Wicklein, M., & Hall, M. J. R. (2017). Age estimation during the blow fly intra-puparial period: A qualitative and quantitative approach using micro-computed tomography. *International Journal of Legal Medicine*, 131, 1429–1448. <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1598-2>
- Maschka. (1881). Angeblicher Tod eines Kindes infolge von Verletzungen. Natürliche Todesart. Entstehung der Verletzung nach dem Tod durch Ameisenbisse (Alleged death of a child due to injuries. Natural cause of death. Injury patterns caused by ant bites). *Vierteljahrsschrift für Gerichtliche Medizin (Neue Folge)*, 34, 193–197. (in German).
- Matuszewski, S. (2021). *Post-mortem interval estimation based on insect evidence: Current challenges*. *Insects*, 12, 314. <https://doi.org/10.3390/insects12030314>
- Mégnin, P. (1887). La faune des tombeaux. In M. Brown-Séquard (Ed.), *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*, 105, 948–951. (in French).
- Mégnin, P. (1894). *La faune de cadavres. Application de l'entomologie à la médecine légale*. Encyclopédie scientifique des Aides-Mémoire. Paris: Masson, Gauthier-Villars. (in French).
- Mégnin, P. (1894). *La faune des Cadavres. Application de l'entomologie à la Médecine Légale* (Fauna of Cadavers. Application of Entomology in Legal Medicine). *Encyclopédie scientifique des Aides-Mémoire*. Les Belles Lettres.

- Meixner, K. (1922). Leichenzerstörung durch Fliegenmaden (Destruction of corpses caused by blow fly maggots). *Zeitschrift für Medizinalbeamte*, 35, 407–413. (in German).
- Merkel, H. (1925). Die Bedeutung der Art der Tötung für die Leichenzerstörung durch Madenfrass (The importance of the circumstances of death on the destruction of corpses). *Deutsche Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin*, 5, 34–44. (in German).
- Michaud, J. P., Schoenly, K. G., & Moreau, G. (2012). Sampling flies or sampling flaws? Experimental design and inference strength in forensic entomology. *Journal of Medical Entomology*, 49(1), 1–10. <https://doi.org/10.1603/ME11063>
- Miller, D. F. (1929). Determining the effects of change in temperature upon the locomotor movements of fly larvae. *Journal of Experimental Zoology*, 52, 293–313. <https://doi.org/10.xxxxx> (αν υπάρχει DOI).
- Miller, J. S., & Naples, V. L. (2002). Forensic entomology for the laboratory-based biology classroom. *American Biology Teacher*, 64(2), 136–142.
- Minnich, D. E. (1930). The chemical sensitivity of the legs of the blow-fly to various sugars. *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie*, 11, 1–55. <https://doi.org/10.xxxxx> (αν υπάρχει DOI).
- Moemenbellah-Fard, M. D., Keshavarzi, D., Fereidooni, M., Soltani, A., Gholamzadeh, S., Montazeri, M., & Soltani, Z. (2015). First case report of *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) on an outdoor human corpse with an estimation of postmortem interval from Iran. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(3), 400–402.
- Mohr, R. M., & Tomberlin, J. K. (2015). Development and validation of a new technique for estimating a minimum postmortem interval using adult blow fly (Diptera: Calliphoridae) carcass attendance. *International Journal of Legal Medicine*, 129(4), 851-859. <https://doi.org/10.1007/s00414-014-1094-x>
- Morley, C. (1907). Ten years' work among vertebrate carrion. *Entomologist's Monthly Magazine*, 43, 45–51.
- Morris, B., Harvey, M. L., & Dadour, I. R. (2015). International collaborations and training. In J. Tomberlin & E. Benbow (Eds.), *International dimensions & frontiers in forensic entomology* (Vol. 30, pp. 399–416). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b19072-26>
- Motter, M. G. (1897). Underground zoology and legal medicine. *Journal of the American Medical Association*, 29, 646, 810.
- Neven, L. G. (2000). Physiological responses of insects to heat. *Postharvest Biology and Technology*, 21(2), 103–111. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00109-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00109-1)

- Nuorteva, P., Schumann, H., Isokoski, M., & Laiho, K. (1974). Studies on the possibilities of using blowflies (Dipt., Calliphoridae) as medicolegal indicators in Finland. 2. Four cases where species identification was performed from larvae. *Annales Entomologici Fennici*, 40, 70–74.
- Payne, J. A. (1965). A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa Linnaeus*. *Ecology*, 46, 592–602. <https://doi.org/10.2307/1934812>
- Payne, J. A., King, E. W., & Beinhart, G. (1968). Arthropod succession and decomposition of buried pigs. *Nature*, 219, 1180–1181. <https://doi.org/10.1038/2191180a0>
- Peredelsky, A. A., & Pastuchova, A. (1930). Der Einfluß der Nahrungsmengen auf die Dynamik einiger Erscheinungen im Leben der Schmeißfliege. *Biologia Generalis*, 6, 327–352.
- Petrović, A. (2012). *Forenzička entomologija – radna skripta* [Forensic entomology - lectures]. Beograd: Biološki fakultet.
- Pietrusky, F., & Leo, A. (1929). Über Aasfresser und ihre gerichtsärztliche Bedeutung (On carrion-feeding animals and their relevance for forensic medicine). *Zeitschrift für Desinfektion und Praktischer Desinfektor*, 21(4), 50–53.
- Pittner, S., Bugelli, V., Weitgasser, K., Zissler, A., Sanit, S., Lutz, L., & Amendt, J. (2020). A field study to evaluate PMI estimation methods for advanced decomposition stages. *International Journal of Legal Medicine*, 134, 1361–1373. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02455-x>
- Prasad, S., & Aneesh, E. M. (2020). Tools and techniques in forensic entomology—A critical review. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42, 2785–2794. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00384-0>
- Reinhard, H. (1882). Beiträge zur Gräberfauna (Contributions on the fauna of graves). *Verhandlungen der kaiserlich-königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 31, 207–210. (in German).
- Richards, C. S., Simonsen, T. J., Abel, R. L., Hall, M. J. R., Schywn, D. A., & Wicklein, M. (2012). Virtual forensic entomology: Improving estimates of minimum post-mortem interval with 3D micro-computed tomography. *Forensic Science International*, 220, 251–264. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2012.03.012>
- Robinson, W. H. (2005). *Urban insects and arachnids: A handbook of urban entomology* (1st ed.). Cambridge University Press. ISBN 9780521812535.
- S. Tzū. (1924). *The Hsi Yüan Lu or Instructions to Coroners* (Version from 1843, compiled by T'ung Lien, H. A. Giles, Trans.). *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 17, 59–107.

- Schoenly, K. G., Haskell, N. H., Mills, D. K., Bieme-Ndi, C., Larsen, K., & Lee, Y. (2006). Recreating death's acre in the school yard: Using pig carcasses as model corpses to teach concepts of forensic entomology & ecological succession. *American Biology Teacher*, 68, 402–410. [https://doi.org/10.1662/0002-7685\(2006\)68\[402:RDATSY\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1662/0002-7685(2006)68[402:RDATSY]2.0.CO;2)
- Sharanowski, B. J., Walker, E. G., & Anderson, G. S. (2008). Insect succession and decomposition patterns on shaded and sunlit carrion in Saskatchewan in three different seasons. *Forensic Science International*, 179(2-3), 219–240. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2008.04.006>
- Sharma, B. R. (2003). Clinical forensic medicine--management of crime victims from trauma to trial. *Journal of Clinical Forensic Medicine*, 10(4), 267–273.
- Skendžić, S., Zovko, M., Pajač Živković, I., Lešić, V., & Lemic, D. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12(5), 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>
- Smith, K. G. V. (1986). *A manual of forensic entomology*. Trustees of the British Museum (Natural History).
- Sperling, F. A. H., et al. (1994). DNA-based identification of insect species used in forensic entomology. *Journal of Forensic Sciences*, 39(2), 418-427.
- Sung Tzū. (1981). *The Washing Away of Wrongs* (Original title: Hsi yüan chi lu, Book 2, B. von McKnight, Trans.). Ann Arbor, MI: Center for Chinese Studies, University of Michigan. (Chapter 5).
- Tarone, A. M., & Foran, D. R. (2007). Gene expression during blow fly development. *International Journal of Legal Medicine*, 121(4), 367-373.
- Taschenberg, E. L. (1877). *Die Insekten, Tausendfüßer und Spinnen* (The insects, millipedes, and spiders). In *Brehms Thierleben, Vierte Abtheilung — Wirbellose Thiere, Erster Band*. Leipzig: Bibliographisches Institut. (in German).
- The Accreditation of Forensic Service Providers Regulations. (2018). UK Statutory Instruments 2018 No. 1276, Regulation 3, Scope. Retrieved January 20, 2021, from <https://www.legislation.gov.uk/uksi/2018/1276/regulation/3/made>
- Thümmel, L., Lutz, L., Geissenberger, J., Pittner, S., Heimer, J., & Amendt, J. (2023). Decomposition and insect succession of pig carcasses in staged versus outdoor scenes – A preliminary study. *Forensic Science International*, 346, 111640. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2023.111640>
- Tomberlin, J. K., & Benbow, M. E. (2020). *Forensic entomology: International dimensions and frontiers*. CRC Press.

- Tomberlin, J. K., Byrd, J. H., Wallace, J. R., & Benbow, M. E. (2012). Assessment of decomposition studies indicates need for standardized and repeatable research methods in forensic entomology. *Journal of Forensic Research*, 3, 1000147. <https://doi.org/10.4172/2157-7145.1000147>
- Touroo, R., & Fitch, A. (2018). Crime scene findings and the identification, collection, and preservation of evidence. In J. S. Brooks (Ed.), *Veterinary forensic pathology* (pp. 9–25). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-98135-2>
- Tyndale-Biscoe, M. (1984). Age-grading methods in adult insects: A review. *Bulletin of Entomological Research*, 74(3), 341–377. <https://doi.org/10.1017/S0007485300012492>
- Tz'u, S. (1981). Origins of forensic entomology in ancient China.
- Vanin, S. (2016). Advances in forensic entomology in missing persons investigations. In S. J. Morewitz & C. S. Colls (Eds.), *Handbook of missing persons* (pp. 309–317). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27088-6_19
- von Horoszkiewicz, S. (1902). Casusistischer Beitrag zur Lehre von der Benagung der Leichen durch Insecten (A case report concerning the feeding of insects on human corpses). *Vierteljahrsschrift für Gerichtliche Medizin* (3. Folge), 23, 235–239.
- Wallace, J. R. (2015). *Aquatic vertebrate carrion decomposition*. In M. E. Benbow, J. K. Tomberlin, & A. M. Torone (Eds.), *Carrion ecology, evolution, and their applications* (pp. 247–271). CRC Press.
- Wallman, J. F., & Archer, M. S. (2015). *Australia and New Zealand*. In J. K. Tomberlin & M. E. Benbow (Eds.), *Forensic entomology: International dimensions and frontiers* (pp. 53–72). CRC Press.
- Weidner, H. (1936). Beiträge zur Kasuistik des Ungezieferwahns (Cases of entomophobia). *Münchener Medizinische Wochenschrift*, 83, 1920–1921. (in German).
- Weidner, H. (1939). Die Großstadt als Lebensraum der Insekten, ihre Biotope und ihre Besiedlung (Large cities as habitats for insects). *Internationaler Kongress für Entomologie*, Berlin, 347–361. (in German).
- Weithmann, S., von Hoermann, C., Degasperi, G., Brandt, K., Steiger, S., & Ayasse, M. (2021). Temporal variability of the rove beetle (Coleoptera: Staphylinidae) community on small vertebrate carrion and its potential use for forensic entomology. *Forensic Science International*, 323, 110792. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.110792>
- Wells, J. D., & LaMotte, L. R. (2001). "Estimating the postmortem interval." *Annual Review of Entomology*, 46(1), 219–240.

Wells, J. D., & Stevens, J. R. (2008). Application of DNA-based methods in forensic entomology. *Annual Review of Entomology*, 53, 103–120. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093502>

Wells, J. D., & Stevens, J. R. (2008). Application of DNA-based methods in forensic entomology. *Annual Review of Entomology*, 53, 103-120.

Wescott, D. J. (2018). Recent advances in forensic anthropology: Decomposition research. *Forensic Science Research*, 3, 278–293. <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1497679>

White, L. T. (2021). *Collecting and preserving entomological evidence at a scene*. Retrieved March 14, 2022, from [https://www.academia.edu/64924143/Print to PDF Entomology PP](https://www.academia.edu/64924143/Print_to_PDF_Entomology_PP)

White, L. T. (2021). *Collecting and Preserving Entomological Evidence at a Scene*. Retrieved March 14, 2022, from [https://www.academia.edu/64924143/Print to PDF Entomology PP](https://www.academia.edu/64924143/Print_to_PDF_Entomology_PP).

Zehner, R., et al. (2004). Differential gene expression in forensic entomology. *Forensic Science International*, 144(2-3), 216-220.

Γιαννούλης, Π. Κ., & Λεοντάρη, Ρ. (2013). Ιατροδικαστική εντομολογία: Η αμφίδρομη σχέση ειδικού με δικαστήρια και αποδείξεις της φύσης. *Επιστήμη*. Ανάκτηση από https://www.astynomia.gr/file/2013/07/278iatrodikastikh_entomologia.pdf

Στούκας, Β., & Μιχαλοδημητράκης, Μ. (2008). Ιατροδικαστική εντομολογία: Οι μύγες και τα σκαθάρια στην υπηρεσία του νόμου. *Αρχαία Ελληνικής Ιατρικής*, 25(2), 217–220. Ανακτήθηκε από <https://www.mednet.gr/archives/2008-2/pdf/217.pdf>

Benecke, M. (2005). *Arthropods and corpses*. In *Forensic Pathology Reviews* (pp. 207–240). <https://doi.org/10.1385/1-59259-872-2:207>

Vanin, S., & Huchet, J.-B. (2017). *Forensic entomology and funerary archaeoentomology: Forensic analysis of the dead and the depositional environment*. In E. M. J. Schotsmans, N. Márquez-Grant, & S. L. Forbes (Eds.), *Taphonomy of human remains: Forensic analysis of the dead and the depositional environment* (pp. 167–186). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118953358>

Forza Forensics. (n.d.). *Entomology at the crime scene*. Retrieved February 10, 2025, from <https://www.forzaforensics.com/entomology-at-the-crime-scene>

Ahmad, S., & Tabassum, K. N. (2018). Now a day's forensic entomology is considered as important tool in medico-legal cases. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 5(1), 43–49. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2018.5.1.0074>

Παράρτημα

ΕΝΤΟΜΑ ΙΑΤΡΟΔΙΚΑΣΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ

ΔΙΠΤΕΡΑ ΙΑΤΡΟΔΙΚΑΣΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ

Οικ. Calliphoridae	Οικ. Sarcophagidae
Calliphora coloradensis	Sarcophaga bullata
Calliphora latifrons (Eucalliphora lilaea)	Sarcophaga haemorrhoidalis
Calliphora loewi (Calliphora morticia)	Οικ. Muscidae
Calliphora vicina (Calliphora erythrocephala)	Fannia canicularis
Calliphora vomitoria	Fannia scalaris
Chrysomya albiceps	Hydrotaea (Ophyra) aenescens
Chrysomya megacephala	Hydrotaea (Ophyra) leucostoma
Chrysomya rufifacies	Musca domestica
Cochliomyia macellaria	Synthesiomyia nudiseta
Comptosomyiops callipes	Οικ. Piophilidae
Cynomyopsis (Cynomya) cadaverina	Piophila casei
Cynomya mortuorum (Calliphora mortuorum)	Prochyliza sp.
Lucilia illustris (Musca illustris)	Οικ. Scathophagidae
Lucilia silvarum (Bufolucilia silvarum)	Scatophaga stercoraria
Phaenicia cluvia (Lucilia cluvia)	Οικ. Sepsidae
Phaenicia coeruleiviridis (Lucilia coeruleiviridis)	Sepsis sp.
Phaenicia cuprina (Lucilia cuprina, pallescens)	Οικ. Sphaeroceridae
Phaenicia eximia (Lucilia eximia)	Poecilomella angulata
Phaenicia sericata	Οικ. Stratiomyidae
Phormia regina	Hermetia illucens
Protophormia terraenovae (P. terrae-novae)	Οικ. Psychodidae
Οικ. Phoridae	Psychoda alternata
Megaselia scalaris	Είδη κουνουπιών και άλλων
Conicera tibialis	αιμομυζητικών διπτέρων

ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ ΙΑΤΡΟΔΙΚΑΣΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ

Οικ. Silphidae		Οικ. Dermestidae
Heterosilpha ramosa (Silpha ramosa)		Dermestes ater
Nicrodes surinamensis		Dermestes caninus
Necrophilia americana (Silpha Americana)		Dermestes maculatus
Nicrophorus americanus		Οικ. Staphylinidae
Nicrophorus carolinus		Creophilus maxillosus
Nicrophorus investigator		Platydacus comes
Nicrophorus marginatus		Platydacus fossator
Nicrophorus orbicollis		Platydacus maculosus
Nicrophorus tomentosus		Platydacus tomentosus
Oiceoptoma inaequalis		Οικ. Histeridae
Oiceoptoma noveboracense		Oiceoptoma noveboracense Saprinus pennsylvanicus
Oiceoptoma rugulosum		Οικ. Cleridae
Anatophilus lapponicus (Silpha lapponica)		Necrobia rufipes
Οικ. Trogidae		Οικ. Scarabaeidae
Trox suberosus (Omorgus suberosus)		Deltochilum gibosum gibosum
Οικ. Nitidulidae		Phanaeus vindex
Δηλητηριώδη Έντομα		