



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΒΑΡΕΩΣ ΠΑΣΧΟΝΤΑ»**



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**«Σεισμοί, άμεσες και απότερες επιπλοκές των εγκλωβισμένων-
ραβδομυόλυση»**

Γκανούρης Γιώργος

A.M. M150621003

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

- Επιβλέπων:** Ζακυνθινός Επαμεινώνδας, Καθηγητής Εντατικής Θεραπείας
Τμήματος Ιατρικής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
- Μέλος Επιτροπής:** Μακρής Δημοσθένης, Καθηγητής Εντατικής Θεραπείας
Τμήματος Ιατρικής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
- Μέλος Επιτροπής:** Μανουλάκας Ευστράτιος, Διδάσκων Π.Μ.Σ., Επιμελητής Α'
Ε.Σ.Υ., PhD

ΛΑΡΙΣΑ 2024



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ**



**«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΒΑΡΕΩΣ ΠΑΣΧΟΝΤΑ»**

Master Thesis

**“Earthquakes, immediate and distant complications of
trapped-rhabdomyolysis.”**

Gkanouris Georgios

M150621003

LARISSA, 2024

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ – ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η διπλωματική εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Μεταπτυχιακού «Διαχείριση και αποκατάσταση Βαρέως Πάσχοντα», του Ιατρικού Τμήματος Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. -----

Υπογραφή

ΓΚΑΝΟΥΡΗΣ Θ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Περίληψη

Οι σεισμοί αποτελούν ένα εντυπωσιακό φυσικό φαινόμενο που συχνά πυροδοτεί μια αλυσίδα επιπτώσεων, επηρεάζοντας καθοριστικά τη δημόσια υγεία μέσω θυμάτων και τραυματισμών. Η επιδημιολογία των τραυματισμών και της θνησιμότητας που σχετίζονται με τους σεισμούς είναι μοναδική σε σύγκριση με άλλες καταστροφές. Οι τραυματισμοί που παρατηρούνται είναι άκρως μηχανικοί και συχνά πολυσυστημικοί, απαιτώντας εντατική θεραπευτική ιατρική και χειρουργική φροντίδα, σε μια χρονική στιγμή που οι τοπικές και περιφερειακές ικανότητες ιατρικής απόκρισης, έχουν τουλάχιστον, εν μέρει διαταραχθεί. Πολλοί ασθενείς που επιβιώνουν από ένα αμβλύ και διεισδυτικό τραύμα συχνά έχουν επακόλουθες επιπλοκές που οδηγούν σε πρόσθετη νοσηρότητα και θνησιμότητα. Πέραν των πολλών τραυματισμών που δύναται να προκληθούν άμεσα εξαιτίας ενός σεισμού σχεδόν πάντα μετά το πέρας αυτού του καταστροφικού φαινομένου ακολουθούν και άλλες ιατρικές επιπλοκές που επηρεάζουν σημαντικά συστήματα οργάνων, αλλά και γενικώς τη θνησιμότητα. Το σύνδρομο συντριβής παρατηρείται συχνά μετά την εκδήλωση ενός σεισμικού φαινομένου και είναι μια συστημική εκδήλωση σοβαρής, τραυματικής μυϊκής βλάβης που διαφέρει από τους τραυματισμούς σύνθλιψης, διότι πέραν των τραυματισμένων ιστών ακολουθούν και άλλες συστημικές εκδηλώσεις, επικίνδυνες όχι μόνο για τον ή τους τραυματισμένους ιστούς αλλά για ολόκληρο τον οργανισμό. Η ραβδομυόλυση είναι μια κατάσταση μυϊκής βλάβης που μπορεί να οδηγήσει σε διάφορες μορφές συστημικής προσβολής, με πιο σημαντική την οξεία νεφρική βλάβη, την ανισορροπία των ηλεκτρολυτών και τη διάχυτη ενδαγγειακή πήξη. Οι συστημικές επιπλοκές που σχετίζονται με τη ραβδομυόλυση προκύπτουν από τη διαρροή μυϊκών ενδοκυτταρικών συστατικών στην κυκλοφορία του αίματος. Η απελευθέρωση αυτή του ενδοκυτταρικού περιεχομένου στο κυκλοφορικό σύστημα, καθιστά τη ραβδομυόλυση ένα δυνητικά απειλητικό για τη ζωή σύνδρομο, που παρατηρείται συχνά μετά από σεισμούς σε εγκλωβισμένα και τραυματισμένα άτομα. Η επιβίωση των οποίων, εξαρτάται άμεσα από τη γρήγορη αντιμετώπιση, κατάλληλα εκπαιδευμένων υγειονομικών, όλων των ειδικοτήτων, σε ένα περιβάλλον καταστροφής, όπως είναι οι σεισμοί.

Λέξεις κλειδιά: ραβδομυόλυση, οξεία νεφρική βλάβη, σύνδρομο συντριβής, σεισμοί, φυσικές καταστροφές

Abstract

Earthquakes are a spectacular natural phenomenon that often sets off a chain of effects, significantly affecting public health through casualties and injuries. The epidemiology of injury and mortality associated with earthquakes is unique compared to other disasters. The injuries observed are highly mechanical and often multisystemic, requiring intensive therapeutic medical and surgical care, at a time when local and regional medical response capabilities are at least partially impaired. Many patients who survive a blunt and penetrating trauma often have subsequent complications that lead to additional morbidity and mortality. In addition to the many injuries that can be caused directly due to an earthquake, other medical complications that affect important organ systems, but also mortality in general, follow almost always after the end of this catastrophic phenomenon. The crush syndrome is often observed after the occurrence of a seismic event and is a systemic manifestation of severe, traumatic muscle damage that differs from crush injuries because, in addition to the injured tissues, other systemic manifestations follow, dangerous not only to the injured tissue(s) but to the whole organism. Rhabdomyolysis is a state of muscle damage that can lead to several forms of systemic involvement, the most important being acute kidney injury, electrolyte imbalance, and disseminated intravascular coagulation. The systemic complications associated with rhabdomyolysis result from the leakage of muscle intracellular components into the bloodstream. This release of intracellular contents into the circulatory system makes rhabdomyolysis a potentially life-threatening syndrome, often seen after earthquakes in trapped and injured individuals. The survival of which directly depends on the quick response, properly trained health workers, of all specialties, in a disaster environment, such as earthquakes.

Keywords: *rhabdomyolysis, acute kidney injury, crush syndrome, earthquakes, natural disasters*

Ευχαριστίες

Η εκπόνηση αυτής της εργασίας ίσως να μην είχε ολοκληρωθεί αν δεν υπήρχε η συμπαράσταση και βοήθεια κάποιων ανθρώπων.

Αρχικά θέλω να πω ένα τεράστιο ευχαριστώ, στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ζακυνθινό Επαμεινώνδα, για την καθοδήγηση, συμπαράσταση, κατανόηση και αμέριστη βοήθεια που μου προσέφερε, ώστε να φέρω εις πέρας την εργασία αυτή.

Επιπλέον ευχαριστώ θερμά τον κ. Σπανό Μιχάλη, υπεύθυνο Γραμματείας του Π.Μ.Σ. «Διαχείριση και αποκατάσταση Βαρέως Πάσχοντα», για τη σημαντική του βοήθεια που προσέφερε σε ότι πρόβλημα μου παρουσιαζόταν, συμβάλλοντας έτσι, στο να μπορέσω να ολοκληρώσω το έργο αυτό.

Θέλω επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Μακρή Δημοσθένη και τον κ. Μανουλάκα Ευστράτιο που ως μέλη της Τριμελούς Επιτροπής με τίμησαν με την παρουσία τους.

Και τέλος θέλω να ευχαριστήσω, τη Θώμη και το Θωμά, τους Θωμάδες μου!

Γκανούρης Γιώργος

Περιεχόμενα

<i>Περίληψη</i>	2
<i>Abstract</i>	3
<i>Ευχαριστίες</i>	4
<i>Εισαγωγή</i>	7
<i>Σκοπός της παρούσης έρευνας</i>	8
<i>Επιμέρους στόχοι της έρευνας</i>	9
<i>Ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης</i>	9
<i>Μεθοδολογία έρευνας</i>	10
<i>Διάρθρωση κεφαλαίων</i>	10
<i>Κεφάλαιο 1. Καταστροφές και Ιατρική</i>	12
Εισαγωγή	12
1.1 Καταστροφές	12
1.2 Σεισμοί	15
1.3 Καταστροφές και ιατρική	16
Επίλογος Κεφαλαίου	18
<i>Κεφάλαιο 2. Άμεσες και έμμεσες ιατρικές επιπλοκές των θυμάτων σεισμού</i>	19
Εισαγωγή	19
2.1 Ιατρική περίθαλψη κατά και μετά το σεισμό	19
2.2 Τραυματικές κακώσεις	22
2.2.1 Κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος	22
2.2.2 Θωρακικοί τραυματισμοί	25
2.2.3 Νεφρολογικές επιπλοκές	26
2.2.4 Νευρολογικά προβλήματα	29
2.3 Μη τραυματικές κακώσεις	30
2.3.1 Εγκεφαλοαγγειακές παθήσεις	30
2.3.2 Καρδιαγγειακές παθήσεις	31
2.3.3 Λοιμώξεις και μολυσματικές ασθένειες	32
Επίλογος Κεφαλαίου	34
<i>Κεφάλαιο 3. Σύνδρομο συντριβής</i>	35
Εισαγωγή	35
3.1 Τραυματισμός σύνθλιψης	35

3.2 Σύνδρομο συντριβής.....	36
3.2.1 Αιτιολογία, μηχανισμός και συμπτώματα του συνδρόμου συντριβής.....	38
3.2.2 Διάγνωση του συνδρόμου συντριβής.....	41
3.2.3 Θεραπεία του συνδρόμου συντριβής.....	43
Επίλογος κεφαλαίου	46
Κεφάλαιο 4. Ραβδομύολυση.....	48
Εισαγωγή	48
4.1 Ορίζοντας τη ραβδομύολυση.....	48
4.2 Ιστορικά στοιχεία της ραβδομύολυσης	49
4.3 Αιτιολογία της ραβδομύολυσης.....	52
4.3.1 Τραυματικά ή σωματικά αίτια.....	54
4.3.1 Μη τραυματικά ή μη σωματικά αίτια.....	55
4.4 Επιδημιολογία.....	56
4.5 Παθοφυσιολογία της ραβδομύολυσης.....	58
4.6 Ιστοπαθολογία της ραβδομύολυσης	61
4.7 Κλινικά χαρακτηριστικά και επιπλοκές της ραβδομύολυσης	62
4.8 Εκτίμηση της ραβδομύολυσης.....	64
4.9 Διαχείριση και αντιμετώπιση της ραβδομύολυσης	67
4.9.1 Αντιμετώπισης της τραυματικής ραβδομύολυσης	68
4.9.2 Αντιμετώπιση της μη τραυματικής ραβδομύολυσης.....	70
4.10 Έκβαση και αποτελέσματα της αντιμετώπισης της ραβδομύολυσης.....	71
Επίλογος Κεφαλαίου.....	71
Συμπεράσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης	72
Κατάλογος πινάκων.....	76
Κατάλογος εικόνων	77
Βιβλιογραφία	78

Εισαγωγή

Οι καταστροφές δεν είναι κάτι νέο ή ασυνήθιστο για την ανθρωπότητα. Οι ανθρώπινες κοινωνίες έρχονται συχνά αντιμέτωπες με απειλές καταστροφών, που είναι είτε φυσικής προέλευσης είτε αποτέλεσμα ανθρώπινης δράσης. Μια φυσική καταστροφή κατά τις Σαπουντζάκη & Δανδουλάκη (2016), είναι ένα γεγονός υψίστης σημασίας, απευκταίο και ολέθριων συνεπειών για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, που είναι το αποτέλεσμα των διαρκών και ασταμάτητων φυσικών διαδικασιών της γης και της βιόσφαιρας, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα τους σεισμούς. Το 75-80% των θανάτων στους σεισμούς οφείλεται στις καταρρεύσεις κτιρίων κατά τη διάρκεια και αμέσως μετά τον σεισμό, το 5-10% σε προβλήματα που προκύπτουν από βλάβες σε ζωτικά σημεία του οργανισμού και οι υπόλοιποι σε ιατρικά προβλήματα που θα προκύψουν μετά τον απεγκλωβισμό. Η ραβδομυόλυση κατά τον Kurultak (2022), είναι ένα από αυτά. Η ραβδομυόλυση προκαλεί βλάβη στους σκελετικούς μύες (Aleckovic-Halilovic *et al.*, 2020) και χαρακτηρίζεται από διαρροή των περιεχομένων των μυϊκών κυττάρων, μυοσφαιρίνης, σαρκοπλασματικών πρωτεϊνών (κινάση της κρεατίνης, γαλακτική αφυδρογονάση, αλδολάση, αλανίνη και ασπαρτική αμινοτρανσφεράση) και ηλεκτρολυτών στο εξωκυτταρικό υγρό και στην κυκλοφορία (Stanley *et al.*, 2023). Τα κοινά συμπτώματα και σημεία είναι μυϊκή αδυναμία, πόνος/μυαλγία, τοπικό οίδημα και ο σκούρο κόκκινος ή καφεκόκκινος χρωματισμός των ούρων (μυοσφαιρινουρία). Μπορεί να κυμαίνεται από ήπια αύξηση της κινάσης της κρεατινίνης έως επείγουσες ιατρικές καταστάσεις όπως σύνδρομο διαμερίσματος, εξάντληση ενδοαγγειακών υγρών, διάχυτη ενδοαγγειακή πήξη, οξεία νεφρική βλάβη που προκαλείται από χρωστικές ουσίες και καρδιακές αρρυθμίες. Η εργαστηριακή διάγνωση της ραβδομυόλυσης δείχνει αυξήσεις της κινάσης της κρεατίνης ορού και δεν υπάρχει συγκεκριμένη καθορισμένη αποκοπή των επιπέδων ορού. Πολλοί γιατροί χρησιμοποιούν τρεις έως πέντε φορές το ανώτατο όριο των φυσιολογικών τιμών από 100 έως 400 IU/L (περίπου 1000 IU/λίτρο) για διάγνωση. Η ραβδομυόλυση είναι μια από τις κύριες αιτίες οξείας νεφρικής ανεπάρκειας (Lameire *et al.*, 1987). Εάν εντοπιστεί έγκαιρα, η πρόγνωση της οξείας νεφρικής βλάβης από ραβδομυόλυση είναι σχετικά καλοήθης (Woodrow *et al.*, 1995). Η αιτιολογία της ραβδομυόλυσης μπορεί να ταξινομηθεί ως τραυματική και μη τραυματική. Σημαντικές αιτίες τραυματικής ραβδομυόλυσης είναι το σύνδρομο συντριβής από ατυχήματα, σεισμούς και άλλες φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές. Δεν οδηγεί κάθε μυϊκό τραύμα σε ραβδομυόλυση και νεφρική ανεπάρκεια. Εναλλακτικές αιτίες οξείας νεφρικής

ανεπάρκειας όπως αφυδάτωση, σήψη, φάρμακα πρέπει πάντα να αξιολογούνται. Οι επιληπτικές κρίσεις, η χρήση αλκοόλ, τα ναρκωτικά, η παρατεταμένη κατάκλιση είναι κοινές αιτίες μη τραυματικής ραβδομυόλυσης. Η ραβδομυόλυση κλινικά είναι μια τριάδα μυαλγίας, μυοσφαιρινουρίας (ούρα με χρώμα τσαγιού) και αδυναμίας (Stanley *et al.*, 2023). Παρόλο που λιγότερο από το 10% των ασθενών παρουσιάζουν κλασικά συμπτώματα, οι περισσότεροι ασθενείς έχουν ήπια μη φυσιολογικά εργαστηριακά ευρήματα και είναι ασυμπτωματικοί (Bagley *et al.*, 2007). Η θεραπεία της ραβδομυόλυσης συνιστά κυρίως υποστηρικτική φροντίδα με επαρκή ενυδάτωση στοχεύοντας στην πρόληψη της οξείας νεφρικής ανεπάρκειας (Sanadgol *et al.*, 2009). Η έκβαση των ασθενών με ραβδομυόλυση εξαρτάται από την αιτία, την ηλικία του ασθενούς και άλλες συννοσηρότητες. Η συνεχιζόμενη μυϊκή κατάρρευση χωρίς αναγνωρίσιμη αιτία έχει ποσοστό θνησιμότητας 4%. Με κατάλληλη θεραπεία, τα ποσοστά θνησιμότητας έχουν μειωθεί τα τελευταία χρόνια, αλλά η διαταραχή εξακολουθεί να φέρει σημαντική νοσηρότητα. Η ταχεία παρέμβαση με επιθετική ενυδάτωση είναι το κλειδί για την πρόληψη νεφρικής βλάβης και νεφρικής ανεπάρκειας (Caughey *et al.*, 2018). Πολλοί ασθενείς χρειάζονται μήνες για να ανακτήσουν τη μυϊκή μάζα ακόμη και μετά την ανάρρωση, και μερικοί έχουν ακόμη και υπολειπόμενο πόνο για μερικά χρόνια (Divine *et al.*, 2020). Με μια διεπαγγελματική προσέγγιση της ομάδας υγειονομικής περίθαλψης στη διάγνωση και τη φροντίδα που περιλαμβάνει κλινικούς ιατρούς (MDs, DOs, PAs, NPs), ειδικούς, νοσηλευτές και φαρμακοποιούς, οι ασθενείς με ραβδομυόλυση μπορούν να επιτύχουν καλά αποτελέσματα και να αποφύγουν τις μακροπρόθεσμες συνέπειες αυτής κατάστασης (Stanley *et al.*, 2023).

Σκοπός της παρούσης έρευνας

Ο σκοπός της παρούσης εργασίας είναι μέσω της συστηματικής μελέτης διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας, η εργασία αυτή να αποτελέσει μια συνοπτική προσέγγιση ενός πολύ συχνού προβλήματος που παρατηρείται μετά την εκδήλωση ισχυρών σεισμών και είναι παγκοσμίως γνωστό ως ραβδομυόλυση. Επίσης αποσκοπείται, η εργασία αυτή να αποτελέσει ένα επιπλέον εργαλείο να απαντηθούν κάποια πιθανά ερωτήματα που θα δημιουργηθούν σε κάποιον/α που θα επιλέξει να μελετήσει πιο διεξοδικά τη ραβδομυόλυση.

Επιμέρους στόχοι της έρευνας

Παράλληλα για την ορθότερη προσέγγιση του σκοπού της παρούσας μελέτης κρίθηκε αναγκαίο να προσδιοριστούν τα εξής:

- Οι καταστροφές και η αντιμετώπιση αυτών από ιατρικής πλευράς.
- Άμεσες και έμμεσες ιατρικές επιπλοκές των θυμάτων σεισμού.
- Το σύνδρομο συντριβής.

Ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης

Το 75-80% των θανάτων στους σεισμούς οφείλεται στις καταρρεύσεις κτιρίων κατά τη διάρκεια και αμέσως μετά τον σεισμό, το 5-10% σε προβλήματα που προκύπτουν από βλάβες σε ζωτικά όργανα του οργανισμού και οι υπόλοιποι σε ιατρικά προβλήματα που θα προκύψουν μετά τον απεγκλωβισμό. Η ραβδομύλωση είναι ένα από αυτά. Πρόκειται για μια κατάσταση μυϊκής βλάβης που μπορεί να οδηγήσει σε διάφορες μορφές συστηματικής προσβολής, με πιο σημαντική την οξεία νεφρική βλάβη, την ανισορροπία των ηλεκτρολυτών και τη διάχυτη ενδαγγειακή πήξη. Οι συστηματικές επιπλοκές που σχετίζονται με τη ραβδομύλωση προκύπτουν από τη διαρροή μυϊκών ενδοκυτταρικών συστατικών στην κυκλοφορία του αίματος. Μέσω της εργασίας αυτής εξετάζονται τα αίτια, η παθοφυσιολογία, η θεραπεία, η αντιμετώπιση και τονίζεται ο ρόλος της διεπαγγελματικής ομάδας στη διαχείρισή της.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν για την συστηματική ανασκόπηση της ραβδομύλωσης είναι:

- Ποια η συσχέτιση των καταστροφών και ειδικότερα των σεισμών με τον ιατρικό κόσμο;
- Ποιες οι άμεσες και έμμεσες επιπλοκές των θυμάτων ενός σεισμού;
- Ποια η διαφορά των τραυματισμών σύνθλιψης από το σύνδρομο συντριβής;
- Πως ορίζεται η ραβδομύλωση και ποιες οι διαθέσιμες επιλογές διαχείρισης;
- Πως η ιατρική κοινότητα μπορεί να επιτύχει το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα στην αντιμετώπιση των ασθενών με ραβδομύλωση;

Μεθοδολογία έρευνας

Η συγγραφή της συγκεκριμένης εργασίας έγινε δευτερογενώς μέσω της συγκέντρωσης στοιχείων από προηγούμενες πρωτογενείς έρευνες και επιστημονικά άρθρα. Η επίτευξη της συγκέντρωσης αυτών των στοιχείων έγινε μέσω ανασκόπησης διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας, που αναζητήθηκε σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων όπως: PubMed, Google Scholar, National Library of Medicine, Ncdi, στο Ιδρυματικό Αποθετήριο (ΙΑ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στην Ενιαία Πλατφόρμα Ιδρυματικού Αποθετηρίου / Ψηφιακής Βιβλιοθήκης (ΕΠΙΑΨΒ) του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, στο Αποθετήριο «Κάλλιπος» και στην διαθέσιμη ελληνική ιατρική βιβλιογραφία. Για τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης μελέτης χρησιμοποιήθηκαν επιστημονικά άρθρα, ηλεκτρονικά βιβλία, διδακτορικές, μεταπτυχιακές και προπτυχιακές εργασίες που είναι αναρτημένες στο διαδίκτυο. Η ημερομηνία δημοσίευσης των άρθρων είναι έως και το 2023, με την πλειονότητα αυτών να είναι μετά το 2010. Εκτός της ελληνικής γλώσσας χρησιμοποιήθηκαν άρθρα που έχουν δημοσιευθεί στα αγγλικά, στα ισπανικά και ένα στα τουρκικά. Η αναζήτηση της βιβλιογραφίας έγινε με χρήση των λέξεων κλειδιά όπως: *ραβδομυόλυση, οξεία νεφρική βλάβη, σύνδρομο συντριβής, σεισμοί, φυσικές καταστροφές (rhabdomyolysis, acute kidney injury, crush syndrome, earthquakes, natural disasters / rabdomiolisis, insuficiencia renal aguda, síndrome de aplastamiento, terremotos, desastres naturales* στα αγγλικά και στα ισπανικά αντίστοιχα, και οι λέξεις: *rabdomiyoliz (=ραβδομυόλυση), deprem (=σεισμός)*, στα τουρκικά. Για την ορθότερη διεξαγωγή της ανασκοπικής έρευνας χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyzes) ώστε να πραγματοποιηθεί μια ολοκληρωμένη ανασκοπική διαδικασία.

Διάρθρωση κεφαλαίων

Η μελέτη αυτή που τιτλοφορείται ως: «Σεισμοί, άμεσες και απώτερες επιπλοκές των εγκλωβισμένων-ραβδομυόλυση» αποτελείται από πέντε (5) κεφάλαια εκ των οποίων το πέμπτο είναι τα συμπεράσματα που προκύπτουν μετά τη μελέτη της βιβλιογραφίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο αυτής της μελέτης γίνεται μια αναφορά στις καταστροφές διαχωρίζοντάς αυτές σε φυσικές και ανθρωπογενείς, δίνοντας έμφαση στους σεισμούς και στο ρόλο της ιατρικής σε τέτοιες κρίσιμες στιγμές.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται οι άμεσες και έμμεσες επιπλοκές των σεισμών από ιατρικής απόψεως στα θύματα περιγράφοντας κυρίως τραυματικές και μη τραυματικές κακώσεις.

Στο τρίτο κεφάλαιο προσδιορίζεται η διαφορά των τραυματισμών σύνθλιψης και του συνδρόμου συντριβής δεδομένου ότι εμφανίζονται σε μεγάλη πλειονότητα θυμάτων ισχυρών σεισμών, αλλά κυρίως διότι συσχετίζονται άμεσα με τη ραβδομύλωση.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια συνοπτική προσέγγιση της ραβδομύλωσης. Αφού γίνει μια σύντομη αναφορά στην ιστορία της ραβδομύλωσης, εν συνεχεία γίνεται αναφορά στην αιτιολογία, στην επιδημιολογία, στην παθοφυσιολογία, στην ιστοπαθολογία, στα κλινικά χαρακτηριστικά, στην εκτίμηση, αντιμετώπιση, διαχείριση και έκβαση της ραβδομύλωσης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο κατατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν μέσω της συστηματικής μελέτης της βιβλιογραφίας.

Τέλος μετά το κεφάλαιο των συμπερασμάτων παρατίθεται το σύνολο της βιβλιογραφίας που μελετήθηκε, ώστε να ολοκληρωθεί το παρόν σύγγραμμα.

Κεφάλαιο 1. Καταστροφές και Ιατρική

Εισαγωγή

Οι καταστροφές δεν είναι κάτι νέο για την ανθρωπότητα, το ποσοστό όμως εμφάνισης τους, τα τελευταία χρόνια, έχει δραματικά αυξηθεί. Κάθε καταστροφή έχει τα δικά της ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και αναδεικνύει ειδικά ζητήματα που σχετίζονται τόσο με τις συνθήκες εκδήλωσης και διεργασίας τους, όσο και με τα κοινωνικοοικονομικά, γεωγραφικά και πολιτισμικά χαρακτηριστικά της περιοχής, που λαμβάνουν χώρα. Οι σεισμοί αποτελούν ένα εντυπωσιακό φυσικό φαινόμενο που συχνά πυροδοτεί μια αλυσίδα επιπτώσεων επηρεάζοντας καθοριστικά τη δημόσια υγεία μέσω θυμάτων και τραυματισμών. Είναι σχεδόν βέβαιο ότι όλοι οι επαγγελματίες υγείας κάποια στιγμή θα χρειαστεί να αποκριθούν σε κάποιο είδους καταστροφικού γεγονότος. Και τότε θα απαιτηθούν ενέργειες που θα στοχεύουν στη μείωση των συνεπειών της καταστροφής μέσω αποτελεσματικής ιατρικής υποστήριξης στον τόπο εκδήλωσης αυτής, όσο και μετέπειτα.

1.1 Καταστροφές

Χρησιμοποιώντας κάποιος τον όρο καταστροφή, περιγράφει μια σοβαρή αναστάτωση και διαταραχή που συμβαίνει σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, επηρεάζοντας τη λειτουργία μιας κοινότητας ή μιας κοινωνίας εξαιτίας των εκτεταμένων ανθρώπινων, υλικών, οικονομικών ή περιβαλλοντικών απωλειών που προκαλεί υπερβαίνοντας την ικανότητα της πληγείσας κοινότητας ή κοινωνίας να την αντιμετωπίσει κάνοντας χρήση των δικών της πόρων και δυνατοτήτων (Gopalakrishnan, 2019). Οι καταστροφές μπορούν να έχουν ανθρώπινη προέλευση αν και συχνά προκαλούνται από τη φύση (IFRC, 2019). Γεγονός το οποίο αμέσως, κατηγοριοποιεί τις καταστροφές σε φυσικές και σε ανθρωπογενείς καταστροφές (Gopalakrishnan, 2019), (βλ. Πίνακα 1.1). Ωστόσο, πλήθος επιστημόνων αμφισβητούν την εξολοκλήρου φυσικής προέλευσης, καταστροφή (Σαπουντζάκη & Δανδουλάκη, 2016), ενώ άλλοι όπως ο Maskrey (1993) δηλώνουν κατηγορηματικά, πως οι καταστροφές είναι εξολοκλήρου αποτέλεσμα ανθρώπινων ενεργειών και δεν είναι φυσικές («*los desastres non son naturales*»).

Οι καταστροφές αποτελούν την τελική κατάληξη μιας σειράς συνθηκών όπως: της έκθεσης σε κίνδυνο, τις συνθήκες τρωτότητας που επικρατούν και την ανεπαρκή ικανότητα ή τα ελλιπή μέτρα μείωσης ή αντιμετώπισης αυτών (UNISDR, 2009). Οδηγούν

σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, συμβαίνουν σε όλα τα μέρη του κόσμου, τόσο στις αραιοκατοικημένες αγροτικές όσο και στις πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές, εξαιτίας τόσο φυσικών όσο και ανθρωπογενών κινδύνων. Συχνά ταξινομούνται ανάλογα με την ταχύτητα εμφάνισής τους (αιφνίδια ή αργή), την αιτία τους (φυσική ή ανθρωπογενής) ή την κλίμακα έντασής τους (μέγιστης ή ελάσσονος σημασίας) (Wisner, Adams & WHO, 2002).

Ο κίνδυνος των καταστροφών ή και οι ίδιες οι καταστροφές, έχουν την προέλευσή τους σε ορισμένες κοινωνικό-περιβαλλοντικές διαδικασίες. Η ευρεία χρήση της έννοιας της «κοινωνικής κατασκευής» του κινδύνου που γίνεται στις μέρες μας, αποσκοπεί να συμπεριλάβει την ιδέα, ότι η κοινωνία κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής της με τον φυσικό κόσμο, «κατασκευάζει» ή δημιουργεί κίνδυνο καταστροφής, μετατρέποντας φυσικά φαινόμενα σε κινδύνους μέσω κοινωνικών διεργασιών που αυξάνουν την έκθεση και την ευπάθεια των ανθρώπων, τα μέσα διαβίωσης και την παραγωγή τους, τις υποδομές και τις υπηρεσίες υποστήριξης (Maskrey, 1993).

Η επίδραση των φυσικών καταστροφών έχει αντίκτυπο στην πλειονότητα της κοινότητας που εκδηλώθηκε επηρεάζοντας το σύνολο των υποδομών όπως κτίρια, δρόμους, ύδρευση, ηλεκτρισμό και επικοινωνίες. Παρ' όλα αυτά, τόσο οι φυσικές καταστροφές όσο και οι ανθρωπογενείς (με εξαίρεση τις τρομοκρατικές επιθέσεις) αν και συμβαίνουν σε όλους, επηρεάζουν δυσανάλογα τους φτωχούς και ευάλωτους πληθυσμούς (Alpert & Jaffe, 2022).

Γενικώς, ένα γεγονός ή μια σειρά γεγονότων, που μπορεί να προκύψουν από φυσικές ή ανθρωπογενείς καταστροφές ή και από συνδυασμό αυτών, σε ευρεία περιοχή, απειλώντας την ευημερία, την υγεία ή την ασφάλεια των κοινοτήτων καλείται ανθρωπιστική έκτακτη ανάγκη (Williams & Downes, 2017).

Τις τελευταίες δεκαετίες, η συχνότητα των καταστροφών έχει αυξηθεί σημαντικά (Emanuel, 2005), υποχρεώνοντας σχεδόν ολόκληρο τον ιατρικό κόσμο να είναι έτοιμος ανά πάσα στιγμή να ανταποκριθεί και να ανταπεξέλθει σε μια επικείμενη καταστροφή (F. Al-Jazairi, 2019), επιδεικνύοντας τέτοια ικανότητα ώστε πέραν των άλλων απωλειών, να ελαχιστοποιήσουν τουλάχιστον τις συνέπειες, στον τομέα της υγείας (American Association of Colleges of Nursing, 2008).

Ενώ οι ειδικοί ιατροί στον μετριασμό, την ετοιμότητα και την αντιμετώπιση των καταστροφών χρειάζονται παγκοσμίως, η αρχική φάση της αντιμετώπισης μιας

καταστροφής εξαρτάται σχεδόν εξ ολοκλήρου από το ιατρικό και παραϊατρικό προσωπικό που θα εκτελεί τα καθήκοντά του την ημέρα εκδήλωσης ενός καταστροφικού γεγονότος. Κάτι που αδιαμφισβήτητα φανερώνει το μέγεθος της σημασίας αλλά και του πόσο απαραίτητο είναι όλο το προσωπικό υγειονομικής περίθαλψης να έχει εργασιακή γνώση στον τομέα των καταστροφών έτσι ώστε να είναι έτοιμο να ενσωματωθεί στο σύστημα απόκρισης, επιτυγχάνοντας το βέλτιστο των δυνατοτήτων του (Ciottonne, 2023).

ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ	
ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ	ΑΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ
<i>Γεωφυσικής προέλευσης</i>	<i>Τεχνολογικές/βιομηχανικές καταστροφές</i>
Σεισμός	Διαρροές επικίνδυνων υλικών
Μετακινήσεις Εδαφικών Μαζών	Ατυχήματα συγκοινωνιών/μεταφορών
Ηφαιστειογενής	Εκρήξεις
	Καταρρεύσεις κτηρίων, υποδομών
<i>Μετεωρολογικής προέλευσης</i>	
Καταιγίδα/Θύελλα	<i>Τρομοκρατία/Διεθνής βία</i>
Ακραίες θερμοκρασίες	Βόμβες ή εκρήξεις
Ομίχλη	Απελευθέρωση χημικών υλικών
	Απελευθέρωση βιολογικών παραγόντων
<i>Υδρολογικής προέλευσης</i>	Απελευθέρωση ραδιενεργών παραγόντων
Πλημμύρα	Πολλαπλοί ή μαζικοί πυροβολισμοί
Καθίζηση εδάφους	Ανταρσίες
Δράση κυμάτων	Εκ προθέσεως πυρκαγιές
<i>Κλιματολογικής προέλευσης</i>	<i>Σύνθετες καταστάσεις έκτακτης ανάγκης</i>
Ξηρασία	Συγκρούσεις ή πόλεμοι
Ακραίες θερμοκρασίες	Γενοκτονία
Πυρκαγιές υπαίθρου	
<i>Βιολογικής προέλευσης</i>	
Επιδημία	
Προσβολή από έντομα	
Αφανισμός ζώων	
<i>Εξωγήινης προέλευσης</i>	
Πρόσκρουσης (αστεροειδής, μετεωρίτες κ.α.)	
Διαστημικός καιρός (Ενεργειακά σωματίδια, γεωμαγνητική καταιγίδα)	

Πίνακας 1.1: Ταξινόμηση των καταστροφών σύμφωνα με τις Σαουντζάκη & Δανδουλάκη, (2016) και τον Berman, (2009).

1.2 Σεισμοί

Κανένα άλλο φυσικό φαινόμενο δε δημιουργούσε τόσο φόβο και ανασφάλεια στις ανθρώπινες κοινωνίες όσο αυτό του σεισμού. Το άγνωστο της εκδήλωσης αυτού του φαινομένου σε χρόνο, μέρος, μέγεθος και διάρκεια ήταν η βασική και κύρια αιτία γέννησης αυτών των συναισθημάτων στους ανθρώπους. Η απότομη και χωρίς προειδοποίηση εκδήλωση του σεισμού ελαχιστοποιεί τα περιθώρια αντίδρασης και προφύλαξης των ανθρώπων, καθιστώντας τους ευάλωτους και διαρκώς εκτεθειμένους (Λέκκας, 2000).

Οι σεισμοί είναι από τις πιο εντυπωσιακές γεωλογικές διεργασίες και παραμένουν μια από τις πιο απρόβλεπτες φυσικές καταστροφές, με τη δυνατότητα να προκαλέσουν ολέθριες επιπτώσεις σε ανθρώπους (βλ. Πίνακα 1.2) και κατασκευές (Mavrouli *et al.*, 2023). Αποτελούν κατά τον Kurultak (2022), φυσικά γεγονότα που είναι κοινά σε όλο τον κόσμο και που θα συνεχίσουν να συμβαίνουν. Ενώ οι Lin & Lee (2022), συμπληρώνουν πως εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής θα επιδεινωθεί η συχνότητα και το μέγεθος των σεισμών καθιστώντας τους ίσως από τις πιο καταστροφικές φυσικές καταστροφές στη γη στο εγγύς μέλλον.

Η επιστημονική και τεχνολογική πρόοδος έχει επιτρέψει την πρόβλεψη πολλών τύπων φυσικών καταστροφών, οι καταστροφές από τους σεισμούς όμως ακόμη είναι αδύνατο να προβλεφθούν αληθινά (Hendriks & Ordyke, 2022).

Η ξαφνική και χωρίς προειδοποίηση εκδήλωση ενός σεισμικού φαινομένου συναρτήσει και του χρόνου εμφάνισης, είναι καθοριστικής σημασίας για τον αριθμό των θυμάτων. Ένας σεισμός που χτυπά ξαφνικά το βράδυ όταν οι άνθρωποι κοιμούνται, θα είναι πιο καταστροφικός από έναν κατά τη διάρκεια της ημέρας που οι άνθρωποι είναι ξύπνιοι. Οι μετασεισμοί μπορεί επίσης να οδηγήσουν σε θύματα. Οι αρχικοί τραυματισμοί περιλαμβάνουν κατάγματα, ρήξεις και τραυματισμό από σύνθλιψη. Πολλοί από εκείνους που υποφέρουν από τραυματισμό σύνθλιψης αναπτύσσουν σύνδρομο «διαμερίσματος» που μπορεί να περιλαμβάνει ραβδομυόλυση και νεφρική ανεπάρκεια. Ένα σημαντικό ποσοστό αυτών των ασθενών θα χρειαστεί αιμοκάθαρση ενώ και αρκετά θύματα με τραύμα σύνθλιψης θα χρειαστεί να υποβληθούν σε φασιοτομή. Παράλληλα εκτός των άμεσων και έμμεσων συνεπειών που δύναται να προκληθούν εξαιτίας ενός σεισμού ελλοχεύει συγχρόνως η πιθανότητα εκδήλωσης επιδημιών και μολυσματικών ασθενειών (Alpert & Jaffe, 2022).

Η εμφάνιση ενός σεισμικού φαινομένου όπως αυτού που συνέβη στις 6 Φεβρουαρίου του 2023 στα σύνορα Τουρκίας και Συρίας, ήταν μια τεράστια καταστροφή με πολύ μεγάλο αριθμό θυμάτων, που απέδειξε ότι είναι επιτακτική ανάγκη για όλες τις αρχές και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής προστασίας, να ακολουθούν τον δρόμο της λογικής και της επιστήμης και να λαμβάνουν υπόψη τις προειδοποιήσεις και τις συστάσεις της επιστημονικής και ιατρικής κοινότητας προκειμένου οι βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες συνέπειες τέτοιων γεγονότων να είναι όσο το δυνατόν λιγότερες, εμπλουτίζοντας συγχρόνως τον ιατρικό κόσμο με εμπειρία που θα ελαχιστοποιήσει ανάλογες συνέπειες στο μέλλον (Düzova *et al.*, 2023).

Οι πιο θανατηφόροι σεισμοί από το 2000 έως το Σεπτέμβριο του 2023			
Χρονολογία	Περιοχή	Μέγεθος σεισμού	Θύματα
8 Σεπτεμβρίου 2023	Μαρόκο	6.8	> 2.000
6 Φεβρουαρίου 2023	Τουρκία και Συρία	7.8	> 45.000
25 Απριλίου 2015	Νεπάλ	7.8	> 8.800
11 Μαρτίου 2011	Ιαπωνία	9.0	> 18.400
12 Ιανουαρίου 2010	Αιτή	7.0	> 316.000
12 Μαΐου 2008	Κίνα	7.9	> 87.500
27 Μαΐου 2006	Ινδονησία	6.3	> 5.700
8 Οκτωβρίου 2005	Κασμίρ	7.6	> 80.000
26 Δεκεμβρίου 2004	Ινδονησία	9.1	≈ 230.000
26 Δεκεμβρίου 2003	Ιράν	6.6	> 20.000
26 Ιανουαρίου 2001	Ινδία	7.6	≈ 20.000

Πίνακας 1.2: Οι πιο θανατηφόροι σεισμοί από το 2000 έως το Σεπτέμβριο του 2023 σύμφωνα με το The Associated Press (2023, September 11), (<https://apnews.com/article/morocco-earthquake-deadliest-temblor-bcdadebd8b1b06b12ac5e88cd4638262>)

1.3 Καταστροφές και ιατρική

Οι επαγγελματίες του ιατρικού κλάδου έχουν μοναδικό ρόλο στην αντιμετώπιση των καταστροφών (Alpert & Jaffe, 2022). Ο κίνδυνος των καταστροφών, όπως και οι καταστροφές, αυξάνονται σταθερά τις τελευταίες δεκαετίες και λόγω των σημερινών διαδικασιών της κλιματικής αλλαγής, μπορεί να αναμένεται ότι θα συνεχίσουν να αυξάνονται στο μέλλον (Maskrey, 1993), γεγονός που φανερώνει τη σχεδόν βέβαιη

πιθανότητα ενός ιατρού επειγόντων, να κληθεί να αντιμετωπίσει περιστατικά που είναι αποτελέσματα μιας καταστροφής (F. Al-Jazairi, 2019).

Η ιδιαιτερότητα μάλιστα που παρουσιάζει το θέμα των καταστροφών ως προς την απόκριση των ιατρών για την αντιμετώπιση των διαφόρων αγχωτικών και μαζικών περιστατικών μιας καταστροφής είναι τόσο μεγάλη (Brown, *et al.*, 2023), που όπως αναφέρεται από τον F. Al-Jazairi, (2019) γίνονται προσπάθειες ώστε η ιατρική των καταστροφών να γίνει ξεχωριστή ειδικότητα, με μοναδική εστίαση στη διαχείριση των περιστατικών που προκαλούνται εξαιτίας των καταστροφών. Τα θύματα των καταστροφών εκτός των προβλημάτων που έχουν και χρίζουν άμεσης ιατρικής περίθαλψης, πολλές φορές αντιμετωπίζουν και άλλα προβλήματα που συνήθως δε γίνονται άμεσα αντιληπτά, αποτελώντας κίνδυνο για τη ζωή των διασωθέντων θυμάτων, όπως για παράδειγμα η εν τω βάθει φλεβική θρόμβωση, που παρατηρείται σε σεισμούς (Sahebi *et al.*, 2023).

Η επιδημιολογία των τραυματισμών και της θνησιμότητας που σχετίζονται με τις καταστροφές και ειδικά με τους σεισμούς, είναι μοναδική. Επειδή οι σεισμοί επηρεάζουν συχνά, πυκνά αστικά κέντρα και περιοχές με φτωχά δομικά πρότυπα, οδηγούν συνήθως σε υψηλά ποσοστά θανάτου και μαζικά θύματα με πολλούς τραυματισμούς. Αυτοί οι τραυματισμοί είναι άκρως μηχανικοί και συχνά πολυσυστημικοί, απαιτώντας εντατική θεραπευτική ιατρική και χειρουργική φροντίδα σε μια χρονική στιγμή που οι τοπικές και περιφερειακές ικανότητες της ιατρικής απόκρισης έχουν τουλάχιστον εν μέρει διαταραχθεί. Πολλοί ασθενείς που επιβιώνουν από αμβλύ και διεισδυτικό τραύμα και τραυματισμούς συντριβής έχουν επακόλουθες επιπλοκές που οδηγούν σε πρόσθετη νοσηρότητα και θνησιμότητα (Bartels & VanRooyen, 2012).

Δεδομένου ότι, ο αποτελεσματικός μετριασμός και η ετοιμότητα, καθώς και το ότι τα συστήματα απόκρισης έκτακτης ανάγκης και υγειονομικής περίθαλψης, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων από καταστροφές και στη μείωση των τραυματισμών και της θνησιμότητας που σχετίζονται με αυτές, απαιτείται καθοδήγηση βασισμένη σε γνώσεις σχετικά με τις πολιτικές διάσωσης και την ιατρική υποστήριξη τόσο επιτόπου, όσο και μετέπειτα (Pan, Cheng & Lin, 2019).

Η επιστήμη της ιατρικής εξαιτίας των καταστροφών (φυσικών και ανθρωπογενών) σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά και άλλων μορφών κρίσεων (προσφυγική κρίση, τρομοκρατικές επιθέσεις, πολεμικές συρράξεις) είναι απέναντι από μια νέα

πραγματικότητα γεμάτη προκλήσεις. Σε παγκόσμιο επίπεδο τα συστήματα υγείας δοκιμάζονται συνεχώς εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης των φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών, των κοινωνικοοικονομικών προβλημάτων λόγω της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης, της μείωσης των φυσικών πόρων, των μαζικών μετακινήσεων πληθυσμών αλλά και των κλιματικών αλλαγών που επιτελούνται. Γεγονότα που όπως σωστά περιγράφουν οι Πίκουλης, Σουλιώτης & Τσιρώνη (2023): *«εγείρουν θέματα πολύπλοκα, ευαίσθητα, πολυεπίπεδα και ακανθώδη, η αντιμετώπιση των οποίων σχετίζεται άμεσα με τις επικρατούσες κοινωνικοπολιτικές και οικονομικές συνθήκες και συχνά με ηθικές, κοινωνικές και υγειονομικές προκλήσεις. Τα ανωτέρω απαιτούν εγρήγορση, οργάνωση, συνεργασία αλλά κυρίως εκπαίδευση. Το ιατρικό προσωπικό θα κληθεί πέρα από το να αναλάβει τον ρόλο του θεραπευτή, να σχεδιάσει και να οργανώσει δράσεις σε παγκόσμιο επίπεδο, διατηρώντας ταυτόχρονα στο ακέραιο την ποιότητα παροχής των υπηρεσιών υγείας».*

Επίλογος Κεφαλαίου

Η πρόληψη των καταστροφών και η ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων τους, συμπεριλαμβανομένης της βελτιωμένης ασφάλειας των ανταποκριτών, των καλύτερων αποτελεσμάτων των ασθενών και του μετριασμού των ζημιών είναι ο βασικός στόχος όλων των κοινωνιών. Η εκπαίδευση και η έρευνα για τις καταστροφές αποτελούν κύρια συστατικά της προετοιμασίας και της διαχείρισης των καταστροφών. Η ποιοτική έρευνα των καταστροφών ενισχύει τις εκπαιδευτικές προσπάθειες και μεταδίδει τις γνώσεις στην αντιμετώπιση των καταστροφών, μέσω της μάθησης και της εμπειρικής προσέγγισης. Η έρευνα για τις καταστροφές ωστόσο, δεν περιορίζεται στον τομέα της ιατρικής. Περιλαμβάνει θέματα όπως η μηχανική, η ηθική, η κοινωνιολογία και η ψυχολογία, απαιτώντας από το ιατρικό προσωπικό που εμπλέκεται στις καταστροφές να έχει και μια ανάλογη με τις αντίστοιχες επιστήμες, εκπαίδευση (Ciottone, 2023). Οι διάφορες μορφές εκπαίδευσης για τις καταστροφές, όχι απλά βοηθάει το ιατρικό προσωπικό στην άμεση και σωστή απόκριση απέναντι στα θύματα των καταστροφών, αλλά και το ενισχύει να είναι έτοιμο οποτεδήποτε χρειαστεί, επιτυγχάνοντας το μέγιστο δυνατό θετικό αποτέλεσμα.

Κεφάλαιο 2. Άμεσες και έμμεσες ιατρικές επιπλοκές των θυμάτων σεισμού

Εισαγωγή

Η επιδημιολογία των τραυματισμών και της θνησιμότητας που σχετίζονται με τους σεισμούς είναι μοναδική σε σύγκριση με άλλες καταστροφές. Το μέγεθος της καταστροφής ενός σεισμού έχει άμεση σχέση με το σημείο στο οποίο θα εκδηλωθεί το φυσικό αυτό φαινόμενο. Πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές με φτωχά δομικά πρότυπα, έχουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα αυξημένων και πολλών καταρρεύσεων με συνέπεια πολλούς τραυματίες αλλά και υψηλά ποσοστά θανάτου. Οι άκρως μηχανικοί και συχνά πολυσυστημικοί τραυματισμοί που παρατηρούνται απαιτούν εντατική θεραπευτική ιατρική και χειρουργική φροντίδα, σε μια χρονική στιγμή που οι τοπικές και περιφερειακές ικανότητες ιατρικής απόκρισης έχουν τουλάχιστον, εν μέρει διαταραχθεί. Πλήθος τραυματισμένων ασθενών που θα επιβιώσουν μετά τον απεγκλωβισμό τους, ενδέχεται να παρουσιάσουν επιπλοκές, που πιθανόν θα αυξήσουν τη νοσηρότητα και θνησιμότητα τους. Πέραν των πολλών τραυματισμών που δύναται να προκληθούν άμεσα εξαιτίας ενός σεισμού σχεδόν πάντα μετά το πέρας αυτού του καταστροφικού φαινομένου ακολουθούν και άλλες ιατρικές επιπλοκές που επηρεάζουν σημαντικά συστήματα οργάνων, αλλά και γενικώς τη θνησιμότητα.

2.1 Ιατρική περίθαλψη κατά και μετά το σεισμό

Το 2006 ο Briggs, περιέγραφε τους μεγάλους σεισμούς ως μία από τις εν δυνάμει καταστροφικότερη, φυσική καταστροφή. Η απροειδοποίητη εκδήλωση τους σε συνάρτηση με το μέγεθός τους, κάνουν τους σεισμούς απειλητικούς για τη ζωή και τις περιουσίες, πυροδοτώντας συγχρόνως μια αλυσίδα γεγονότων που διαταράσσουν όλες τις πτυχές του περιβάλλοντος και επηρεάζουν σημαντικά τη δημόσια υγεία και τις ιατρικές υποδομές της πληγείσας περιοχής.

Η αυξημένη επιδημιολογία της θνησιμότητας και των τραυματισμών αποτελεί ένδειξη διαφοροποίησης των σεισμών από άλλους φυσικούς κινδύνους όπως για παράδειγμα οι πλημμύρες. Οι πλημμύρες συνήθως προκαλούν πολλούς θανάτους λόγω πνιγμού, αλλά λίγους σοβαρούς ιατρικούς ή χειρουργικούς τραυματισμούς. Ως εκ τούτου, οι πλημμύρες συνήθως δεν υπερφορτώνουν το υπάρχον θεραπευτικό ιατρικό σύστημα. Συγκριτικά, οι σεισμοί δεν προκαλούν μόνο πολλούς θανάτους αρχικά, αλλά και πολλούς σοβαρούς τραυματισμούς που απαιτούν περίπλοκη χειρουργική και αναζωογονητική

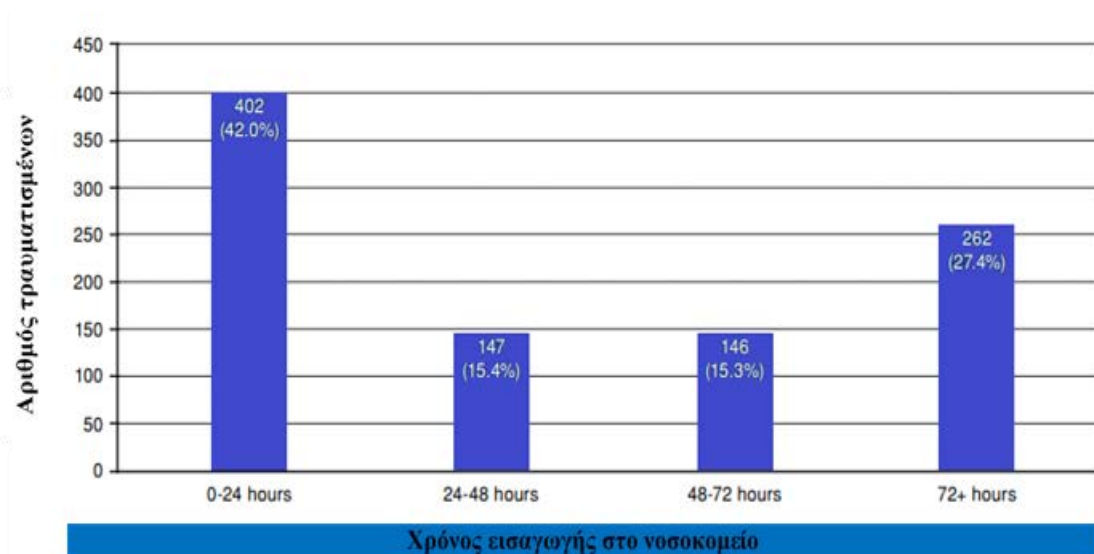
ιατρική φροντίδα (Bartels & VanRooyen, 2012). Γενικώς οι σεισμοί προκαλούν άμεσα και έμμεσα ποικίλα προβλήματα υγείας (Yumiya *et al.*, 2023).

Η νοσηρότητα και η θνησιμότητα που προκαλείται από έναν μεμονωμένο σεισμό εξαρτώνται από το μέγεθος, την εγγύτητα του επίκεντρου σε μεγάλα αστικά κέντρα, τον βαθμό ετοιμότητας για τους σεισμούς και την έκταση στην οποία έχουν εφαρμοστεί μέτρα μετριασμού (Naghii, 2005). Οι ισχυροί σεισμοί μπορούν να οδηγήσουν σε ποσοστά θυμάτων από 1% έως 8 % του πληθυσμού σε κίνδυνο (Wood & Cowan, 1991). Οι Bartels & VanRooyen (2012), αναφέρουν πως οι αναλογίες θανάτου προς τραυματισμό ποικίλλουν, ωστόσο ο Alexander (1996) αναφέρει πως αυτή η αναλογία φαίνεται να είναι περίπου 1:3.

Οι θάνατοι που είναι απόρροια τραυματισμών όταν συμβαίνει ένας σεισμός χαρακτηρίζονται ως άμεσοι θάνατοι (Schultz, Koenig & Noji, 1996). Σοβαροί τραυματισμοί στον εγκέφαλο ή στο νωτιαίο μυελό είναι συνηθισμένοι σε σεισμούς, με αρνητική κατάληξη. Επίσης πολλά θύματα χάνονται γρήγορα μέσα στις πρώτες ώρες μετά το συμβάν, ενώ θα μπορούσαν να επιζήσουν εάν είχε παρασχεθεί έγκαιρη θεραπεία. Τραυματισμοί όπως υποσκληρίδια αιματώματα, ρήξεις ήπατος ή σπλήνας και κατάγματα πυέλου δε θα αποβαίνουν μοιραίοι αν υπήρχε γρήγορη αντιμετώπιση. Τέλος, μια τρίτη αιχμή θανάτων εμφανίζεται ημέρες ή και εβδομάδες μετά τον σεισμό και αποδίδεται στη σήψη, την πολυσυστηματική ανεπάρκεια οργάνων και τη διάχυτη ενδαγγειακή πήξη. Αυτοί οι ασθενείς πεθαίνουν πιο αργά από τις επιπλοκές ενός τραυματισμού και έχουν τη μεγαλύτερη δυνατή πιθανότητα σωτηρίας (Bartels & VanRooyen, 2012).

Μετά από ένα σεισμό, ειδικά κατά το χρονικό διάστημα των 3-5 πρώτων ημερών, παρατηρείται αυξημένη ροή εισαγωγών στα νοσοκομεία (Naghii, 2005), ενώ τις επόμενες ημέρες οι εισαγωγές μειώνονται σημαντικά (Kurultak, 2022). Με το πέρας του αρχικού σοκ, η καταστροφή είναι βέβαιο ότι θα αφήσει πολλούς ανθρώπους με αναπηρία βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα (Kocuyigit, 2023). Η πρώτη εβδομάδα λοιπόν, είναι καθοριστικής σημασίας διότι η ζήτηση υγειονομικής περίθαλψης είναι τεράστια (βλ. *Εικόνα 2.1*). Ωστόσο η ανταπόκριση της πρωτοβάθμιας περίθαλψης συχνά δεν είναι αντίστοιχη του όγκου των ατόμων που πρέπει να υποθάλψει, αφού ο αριθμός των θυμάτων θα είναι μεγάλος ενώ πιθανόν και οι υγειονομικές υποδομές να έχουν υποστεί καταστροφές. Παρόλα αυτά, η γρήγορη άφιξη ατόμων που χρήζουν ιατρικής περίθαλψης είναι σημαντική διότι βοηθά στην αποκατάσταση του συστήματος προνοσοκομειακής

περίθαλψης, στη θεραπεία καθυστερημένων επιπλοκών, στη διαχείριση λιγότερο οξέων τραυματισμών και στην επανέναρξη της διαχείρισης χρόνιων ασθενειών και ενδημικές ασθένειες (Bartels & VanRooyen, 2012).



Εικόνα 2.1: Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ο αριθμός των τραυματισμένων ατόμων που προσήλθαν στο νοσοκομείο του Καχραμανμάρας μετά την εκδήλωση του σεισμού στις 06-02-2023 στην Τουρκία και στη Συρία τις πρώτες ημέρες. (Kulakoğlu *et al.*, 2023, doi: [10.52312/jdrs.2023.1100](https://doi.org/10.52312/jdrs.2023.1100)).

Οι ιατρικές επιπτώσεις των σεισμών θα καθοριστούν ως επί το πλείστον από το περιβάλλον στο οποίο συνέβη ο σεισμός: πυκνός πληθυσμός, πολλές κατασκευές, μη αντισεισμικά κτίρια, πληγέντες ηλικιωμένοι ή/και παιδιά (Nola, 2018). Η κατανόηση τους ειδικά στα μεγάλα αστικά κέντρα, απαιτεί συνειδητοποίηση του περιφερειακού σεισμικού κινδύνου, της δομικής τρωτότητας, της ικανότητας τοπικής αντίδρασης και της ανθεκτικότητας των θεραπευτικών ιατρικών υπηρεσιών (Bartels & VanRooyen, 2012).

Η ιατρική βοήθεια είναι πολύ πιο δύσκολη μετά την εκδήλωση ενός καταστρεπτικού σεισμού και η ιατρική αρχή “*Primum non nocere*”¹ επιβάλλεται να παραμείνει προτεραιότητα ακόμα και τότε (Nola, 2018). Η ελαχιστοποίηση των τραυματισμένων και των θυμάτων ίσως γίνει πραγματικότητα κατά τους Bartels & VanRooyen, (2012) αν υπάρχει μια διεπιστημονική προσέγγιση για τη δημιουργία ενός μηχανισμού πρόληψης, έρευνας και διάσωσης και ιατρικής ανταπόκρισης.

¹Primum non nocere: Λατινική φράση που σημαίνει «πρώτα, μην κάνεις κακό» και αποτελεί θεμελιώδες ιατρικό αξίωμα, που στα ελληνικά αποδίδεται ως «πάνω από όλα, να μη βλάπτουμε». Σύμφωνα με τον Smith (2005), η φράση αυτή αποτελεί μια ισχυρή υπενθύμιση, ότι κάθε ιατρική και φαρμακολογική απόφαση ενέχει τη δυνατότητα πρόκλησης βλάβης.

2.2 Τραυματικές κακώσεις

2.2.1 Κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος

Οι κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος αποτελούν συνήθεις καταστάσεις στους σεισμούς (Kulakoğlu *et al.*, 2023) και συχνά αντιπροσώπευαν περισσότερους από τους μισούς καταγεγραμμένους τραυματισμούς (Kang *et al.*, 2016). Οι Mulvey *et al.* (2008), παρατήρησαν στο σεισμό που έλαβε χώρα στο Κασμίρ στις 8 Οκτωβρίου του 2005, πως οι πιο συχνοί τύποι τραυματισμών ήταν επιφανειακές ρήξεις (64,9%), κατάγματα (22,2%) και μώλωπες/διαστρέμματα μαλακών ιστών (5,9%). Τα θύματα σεισμού που χρειάζονται τριτοβάθμια φροντίδα έχουν συχνά κατάγματα μακριών οστών, κατάγματα πυέλου (ιδιαίτερα κατάγματα πυελικής πλάγιας συμπίεσης), τραυματισμούς σύνθλιψης, σύνδρομο διαμερίσματος και γάγγραινα (Tahmasebi *et al.*, 2005). Τα θρυμματισμένα κατάγματα (όταν το οστό σπάει σε τρία ή περισσότερα κομμάτια) είναι συχνά, ενώ το πόδι αποτελεί το πιο προσβεβλημένο μέλος (Chen *et al.*, 2009). Τα αναφερόμενα ποσοστά ανοιχτών καταγμάτων ποικίλλουν από 11% (Ding *et al.*, 2008) έως 54% (Liu *et al.*, 2010). Το 36% των ασθενών με κατάγματα έχουν πολλαπλά σπασίματα και 6% των καταγμάτων εμπλέκονται με νευροαγγειακή κάκωση (Liu *et al.*, 2009). Οι μυοσκελετικοί τραυματισμοί και ιδίως τα κατάγματα πρέπει να αντιμετωπίζονται από τις πρώτες κιόλας ώρες διαφορετικά μπορεί να οδηγήσουν σε ισόβια προβλήματα ή ακόμα και σε απειλητικές για τη ζωή συνέπειες που θα μπορούσαν να είχαν αποφευχθεί (Kang *et al.*, 2016).

Κατά τη διάρκεια και αμέσως μετά τον σεισμό ένα μεγάλο ποσοστό, που αγγίζει το 80% κατά τον Kurultak (2022), υπολογίζεται πως θα χάσει τη ζωή του λόγω ζωτικών χτυπημάτων στο κεφάλι και το σώμα από τις καταρρεύσεις των κτιρίων. Οι εξωτερικές δυνάμεις που θα ασκηθούν στα σώματα των εγκλωβισμένων από τα συντρίμια θα έχουν κατά τους Long *et al.* (2019), ως συνέπεια τραυματισμούς σύνθλιψης ή και σύνδρομο συντριβής (βλ. Πίνακα 2.1).

Ο τραυματισμός σύνθλιψης οφείλεται σε άμεσο σωματικό τραύμα και συμπίεση του ανθρώπινου σώματος, που συνήθως αφορά τα κάτω άκρα και μπορεί να οδηγήσει σε ασφυξία, σοβαρό ορθοπεδικό τραυματισμό, σύνδρομο διαμερίσματος, υπόταση και τραυματισμό οργάνων (συμπεριλαμβανομένης της οξείας νεφρικής βλάβης). Το σύνδρομο συντριβής ή καταπλάκωσης είναι μια σοβαρότερη συστηματική εκδήλωση τραυματισμού των μυών και των τελικών οργάνων που οδηγεί σε επιπλοκές όπως δυσρυθμίες, ραβδομυόλυση, οξεία νεφρική βλάβη, σήψη (Long *et al.*, 2023) διάχυτη

ενδαγγειακή πήξη, σύνδρομο αναπνευστικής δυσχέρειας ενηλίκων και θάνατο (Hosseini *et al.*, 2009). Η πιθανότητα εμφάνισης του συνδρόμου συντριβής των ανθρώπων που έχουν εγκλωβιστεί στα ερείπια κυμαίνεται κατά τους Hosseini *et al.* (2009), από 3 έως 20%, ενώ και η επίπτωση σήψης, σε ασθενείς με τραύματα σύνθλιψης είναι υψηλή ($p < 0,001$ για όλους). Η υποογκαιμία και η υπερκαλιαιμία είναι οι κύριες αιτίες θανάτου για ασθενείς με τραύματα σύνθλιψης τις πρώτες 5 ημέρες μετά από έναν σεισμό και η πολυοργανική ανεπάρκεια από σήψη είναι η πιο κοινή αιτία καθυστερημένης θνησιμότητας (Oda *et al.*, 1997).

Δείκτες*	Τραύματα σύνθλιψης (n=411)	Τυπική απόκλιση	Σύνδρομο συντριβής (n=200)	Τυπική απόκλιση	P value ²
Αζωτο ουρίας αίματος (mg/dl)	23.8	15.4	88.8	45.1	<0.001
Κρεατινίνη (mg/dl)	0.9	0.3	4.5	4.1	<0.001
Ασβέστιο (mg %)	7.6	1.7	6.05	1.7	<0.001
Φώσφορος (mg %)	3.1	1.2	5.6	1.7	<0.001
Κάλιο (meq/l)	4.2	0.6	6.09	1.1	<0.001
Νάτριο (meq/l)	139	4.1	134	7.2	<0.001
Ουρικό οξύ (mg/dl)	3.7	1.4	8.7	2.9	<0.001
CPK (IU/l)	4348	5978	25561	28569	<0.001
LDH (IU/l)	968	851	4929	3565	<0.001
Διάρκεια εγκλωβισμού στα ερείπια (h)	2.7	2.4	6.6	4.4	<0.001
Ενδοφλέβια πρόσληψη υγρών (L)**	3.9	2.7	2.7	2.3	<0.001

Πίνακας 2.1: Σύγκριση διαφορετικών παραμέτρων μεταξύ ασθενών με τραυματισμό σύνθλιψης και σύνδρομο συντριβής. Το δείγμα των 611 ασθενών, αποτέλεσαν άνθρωποι που τραυματίστηκαν κατά το σεισμό που έγινε στο Μπάμ (Bam) του Ιράν στις 26-12-2003.

*Η μελέτη των βιοχημικών μεθόδων έγινε κατά μέσο όρο τις 3 πρώτες ημέρες εισαγωγής.

**Μέση λήψη στις πρώτες 5 ημέρες εισαγωγής

(Hosseini *et al.*, 2009, διαθέσιμο στο: <https://acta.tums.ac.ir/index.php/acta/article/view/3629>)

²Η τιμή P ορίζεται ως η πιθανότητα, με την παραδοχή ότι δεν υπάρχει αποτέλεσμα ή καμία διαφορά (μηδενική υπόθεση), να ληφθεί ένα αποτέλεσμα ίσο ή πιο ακραίο από αυτό που παρατηρήθηκε στην πραγματικότητα. Το P σημαίνει πιθανότητα και μετρά πόσο πιθανό είναι οποιαδήποτε παρατηρούμενη διαφορά μεταξύ των ομάδων να οφείλεται στην τύχη. Ως πιθανότητα, το P μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή μεταξύ 0 και 1. Τιμές κοντά στο 0 υποδεικνύουν ότι η παρατηρούμενη διαφορά είναι απίθανο να οφείλεται σε τύχη, ενώ μια τιμή P κοντά στο 1 δεν υποδηλώνει διαφορά μεταξύ των ομάδων εκτός από την πιθανότητα.

Η φασιτομή σε άτομα με τραύματα σύνθλιψης είναι αμφιλεγόμενη (Bartels & VanRooyen, 2012, Arango-Granados *et al.* 2020), και η ενέργεια της μια πρόκληση για τους χειρουργούς, κατά τους Kundakci *et al.* (2023). Οι Duman, Kulahci & Sengezer (2003), υποστηρίζουν ότι τα σπασμένα άκρα πρέπει να αποσυμπιέζονται ενεργά για να βελτιωθεί η κυκλοφορία και να αντιστραφεί η μυϊκή νέκρωση ενώ ο Michaelson, (1992) θεωρεί ότι αυτή η διαδικασία δεν πρέπει να γίνεται σε τραυματισμούς σύνθλιψης, κυρίως λόγω κινδύνου μόλυνσης. Κάθε απόφαση για τη διενέργεια επείγουσας φασιτομής θα πρέπει να λαμβάνεται από τον επικεφαλής της ιατρικής ομάδας έχοντας υπόψη την κρισιμότητα της κατάστασης του ασθενούς και τον τραυματισμό που υπέστη (Ormiston & Marappa-Ganeshan, 2023).

Η διαδικασία της φασιτομής είναι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου για σήψη ($p < 0,001$), ο οποίος είναι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου για θάνατο ($p < 0,0001$) (Sever *et al.*, 2002). Δεδομένου ότι η σήψη είναι η κύρια αιτία θνησιμότητας από τραυματισμό σύνθλιψης (Jagodzinski, Weerasinghe & Porter, 2010) συνεπάγεται πως σε περίπτωση φασιτομής επιβάλλεται η στενή παρακολούθηση του ασθενή για πρώιμα σημεία λοίμωξης (Duman, Kulahci & Sengezer, 2003). Η φασιτομή, όταν ο νεκρωτικός ιστός είναι δύσκολο να καθαριστεί ή όταν το όριο της νέκρωσης είναι ασαφές και εάν επίκειται περιφερική γάγγραινα είναι επιτακτική ανάγκη να διενεργηθεί (Bartels & VanRooyen, 2012). Η γνώση της σχέσης μεταξύ της πρόγνωσης των επιζώντων από σεισμό και του χρόνου απεγκλωβισμού, καθώς και ο αντίκτυπος του χρονισμού της φασιτομής στην απώλεια άκρων, είναι απαραίτητη για μια πιο επιτυχημένη διαχείριση θεραπείας σε μελλοντικές καταστροφές (Bingol *et al.*, 2023).

Ο ακρωτηριασμός των άκρων σε ασθενείς με σύνδρομο συντριβής είναι εξίσου αμφιλεγόμενος (Kundakci *et al.*, 2023). Ο νεκρωτικός ιστός μπορεί να απελευθερώσει μεγάλες ποσότητες μυοσφαιρίνης, καλίου και ιστικής θρομβοπλαστίνης, κάνοντας έτσι τη διατήρηση ενός μη διασώσιμου άκρου, απειλητική για τη ζωή. Επιπλέον ο νεκρωτικός ιστός μπορεί να αποτελέσει εστία μόλυνσης και σήψης. Επομένως, εάν ο ακρωτηριασμός κριθεί απαραίτητος, συνίσταται έγκαιρη χειρουργική επέμβαση (Malinoski, Slater & Mullins, 2004). Η παρουσία παραγόντων κινδύνου για κακή πρόγνωση μπορεί να ευνοήσει τον ακρωτηριασμό παρά τη φαινομενική βιωσιμότητα του άκρου και τη νοσηρότητα της απώλειας ενός άκρου (Arango-Granados *et al.*, 2020).

Ωστόσο οι πολέμιοι του ακρωτηριασμού υποστηρίζουν ότι η πράξη αυτή θα πρέπει να έχει μικρό ρόλο στη διαχείριση του συνδρόμου συντριβής, επειδή συνήθως δεν

βελτιώνει την έκβαση και συχνά αυτή διαδικασία έχει συσχετιστεί με θάνατο ($p<0,001$), καθιστώντας την ενέργεια αυτή ως έσχατη λύση για τον απεγκλωβισμό ενός βαρέως πάσχοντος ασθενούς (Sever *et al.*, 2002). Η διαμάχη για το αν ο πρώιμος ακρωτηριασμός έχει οφέλη με επίκεντρο τον ασθενή εντείνεται διαβάζοντας κάποιος τα συμπεράσματα των Porter και Greaves (2003), οι οποίοι αναφέρουν πως δεν υπάρχουν στοιχεία που να υποστηρίζουν τον προφυλακτικό ακρωτηριασμό για την πρόληψη του συνδρόμου συντριβής και ότι ακόμη και τα πολύ συνθλιμμένα άκρα δύναται να ανακάμψουν σε πλήρη λειτουργία. Οι ακρωτηριασμοί αναφέρουν, πρέπει να περιορίζονται σε ασυνήθιστες καταστάσεις στις οποίες ένα άκρο συνδέεται με νήματα ιστού ή όπου η ζωή του ασθενούς βρίσκεται σε άμεσο κίνδυνο και δεν είναι εφικτός διαφορετικά ο απεγκλωβισμός, επειδή κάποιο άκρο έχει παγιδευτεί. Ρεαλιστικά, η σωστή προσέγγιση στον ακρωτηριασμό πιθανότατα θα εξαρτηθεί από το συγκεκριμένο περιβάλλον και το τοπικό πλαίσιο, όπως για παράδειγμα χειρουργική ικανότητα, διαθεσιμότητα πόρων, ικανότητα παροχής στενής παρακολούθησης, αριθμό αιτίων και είδη τραυματισμών.

2.2.2 Θωρακικοί τραυματισμοί

Πολλοί τραυματισμοί στο στήθος που προκαλούνται από σεισμό είναι ήσσονος σημασίας, αλλά το θωρακικό τραύμα έχει αναγνωριστεί ως σημαντικός προγνωστικός παράγοντας θανάτου σε ορισμένους σεισμούς ($p=0,004$), (Sever *et al.*, 2002).

Οι τραυματισμοί στο στήθος αποτελούν περίπου το 10 με 16% των τραυματισμών στα επιζώντα θύματα ενός σεισμού (Yoshimura *et al.*, 1996, Ghodsi *et al.*, 2006, Yi-Szu *et al.*, 2010, Tonkaz *et al.*, 2023) και ποικίλλουν σε συχνότητα και σοβαρότητα μετά από μεγάλους σεισμούς (Bartels & VanRooyen, 2012). Μετά το σεισμό στο Κόμπε της Ιαπωνίας το 1995, 63 από 487 τραυματίες ασθενείς που είχαν νοσηλευθεί, είχαν θωρακικό τραύμα. Από αυτούς τους ασθενείς, οι 8 είχαν σοβαρά τραύματα συμπίεσης και κατέλειξαν, ενώ οι υπόλοιποι είχαν πιο ήπιους έως μέτριους τραυματισμούς, εκ των οποίων οι μώλωπες και τα κατάγματα πλευρών να είναι οι πιο συχνοί (Yoshimura *et al.*, 1996).

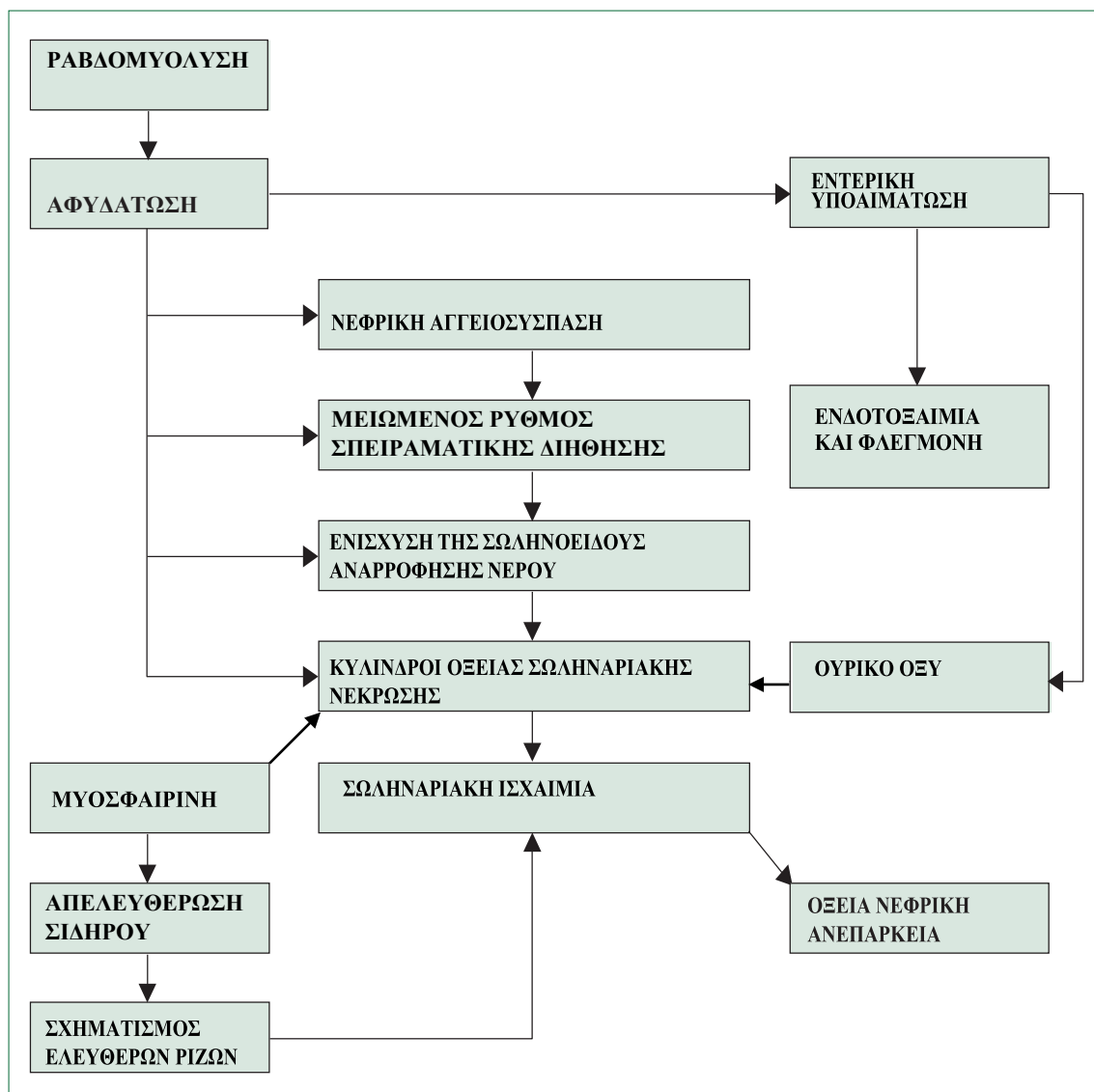
Οι Ghodsi *et al.* το 2006, μετά το σεισμό στο Μπαμ του Ιράν το 2003, μέσα από ένα δείγμα 526 νοσηλευόμενων ατόμων, παρατήρησαν πως 53 εξ αυτών έφεραν θωρακικό τραύμα, εκ των οποίων 36,4% είχε κάταγμα πλευρών και το 25,5% αιμό/πνευμοθώρακα. Καταλήγοντας ότι οι τραυματισμοί του θωρακικού τοιχώματος και ο αιμό/πνευμοθώρακας αποτελούν σημαντικό αριθμό τραυματισμών σε επιζώντα θύματα

σεισμών. Αντίστοιχα οι Dong *et al.* το 2010, μελετώντας 215 νοσηλευόμενους ασθενείς με θωρακικά τραύματα, του σεισμού που σημειώθηκε το 2008 στο Σιτσουάν της Κίνας, παρατήρησαν πως 143 ασθενείς είχαν τουλάχιστον ένα κάταγμα πλευρών και ο μέσος συνολικός αριθμός καταγμάτων πλευρών ανά ασθενή ήταν 11, 45 ασθενείς είχαν θωρακικό ερεθισμό, 12 είχαν κατάγματα στέρνου και 48 είχαν κατάγματα είτε της ωμοπλάτης είτε της κλείδας. 117 ασθενείς είχαν πνευμονικό παρεγχυματικό τραύμα (περίπου 95% είχαν θλάσεις και 5% ρήξεις). Βλάβες του υπεζωκότα εντοπίστηκαν σε 146 ασθενείς: 63% είχαν αιμοθώρακα, 31,5% αιμοπνευμονικό θώρακα και 5% πνευμοθώρακα.

Τέλος οι Hu *et al.* (2010), διαπίστωσαν ότι τα επιζώντα θύματα του σεισμού στο Σιτσουάν το 2008 με θωρακικούς τραυματισμούς σε ένα ποσοστό περίπου 20,65% εμφάνισαν αναπνευστική ανεπάρκεια και χρειάστηκε μηχανικός αερισμός. Η διάρκεια του μηχανικού αερισμού κυμαίνονταν από 3 έως 72 ημέρες με μέσο όρο περίπου 18 ημέρες. Παράγοντες κινδύνου για αναπνευστική ανεπάρκεια ήταν ο ασταθής θώρακας, η πνευμονική θλάση και το σύνδρομο συντριβής.

2.2.3 Νεφρολογικές επιπλοκές

Μετά από έναν μεγάλο σεισμό, ο εγκλωβισμός κάτω από κατασκευές που έχουν καταρρεύσει προκαλεί τραυματισμούς σύνθλιψης ή αλλιώς συντριπτικά τραύματα. Απώτερη συνέπεια αυτού, είναι η ραβδομύλωση εξαιτίας της συνεχόμενης πίεσης για μεγάλο χρονικό διάστημα σε μια μυϊκή ομάδα, προκαλώντας εκτεταμένη νέκρωση του μυός που βρίσκεται εγκλωβισμένος στα συντρίμια, με ή χωρίς σχετικές νευρολογικές διαταραχές (Demirkiran, *et al.*, 2003). Τα συντριπτικά τραύματα συνήθως συνδέονται με συγκεντρώσεις κρεατινικής κινάσης άνω των 1000 U/L (Jagodzinski, Weerasinghe & Porter, 2010). Το σύνδρομο συντριβής είναι συνέπεια ενός ή περισσότερων συντριπτικών τραυματισμών, με συστηματικές επιπλοκές και αναφέρεται ότι έχει συχνότητα 2-15% μετά από μεγάλους σεισμούς (Briggs, 2006, Usuda *et al.*, 2023). Κατά τη διάρκεια της επαναγγείωσης που συμβαίνει μόλις απελευθερωθεί η πίεση από το θρυμματισμένο μέρος του σώματος, ασβέστιο, νάτριο και νερό διαχέεται στον νεκρωθέντα μυ και χάνεται κάλιο, γαλακτικό οξύ, μυοσφαιρίνη και κρεατινική κινάση (Demirkiran, *et al.*, 2003). Η οξεία νεφρική βλάβη προκύπτει από μειωμένη αιμάτωση και ενδοσωληνική απόφραξη από μυοσφαιρίνη και ουρικό οξύ (Sever *et al.*, 2002), (βλ. *Εικόνα 2.2*). Η προκύπτουσα οξεία νεφρική ανεπάρκεια, η υπερκαλιαιμία, η οξέωση και το υπογκαιμικό σοκ, δυνητικά, είναι θανατηφόρα.



Εικόνα 2.2: Παθοφυσιολογία οξείας νεφρικής ανεπάρκειας σε ασθενείς με συντριπτικά τραύματα (Efstratiadis *et al.*, 2007, διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2658796/>)

Επειδή ο τραυματισμός από σύνθλιψη είναι τόσο συνηθισμένος και σχετίζεται με υψηλή θνησιμότητα (αγγίζει το 48% κατά τους Usuda *et al.*, 2023), οι ειδικοί συνιστούν τη χρήση ράβδων μέτρησης ούρων για τον έλεγχο της μυοσφαιρίνης και της υποκλινικής ραβδομυόλυσης³ κατά την αξιολόγηση των θυμάτων σεισμού (Sever *et al.*, 2002).

Η έγκαιρη χορήγηση υγρών ενδοφλεβίως σε μεγάλους όγκους είναι ζωτικής σημασίας για την πρόληψη και τη θεραπεία της οξείας νεφρικής ανεπάρκειας σε άτομα με συντριπτικά τραύματα κατά τους Gunal *et al.* (2004). Ασθενείς που φέρουν τέτοιους τραυματισμούς επιβάλλεται να υποβάλλονται σε επιθετική αναζωογόνηση υγρών έστω

³Υποκλινική ραβδομυόλυση καλείται η μη τραυματική ραβδομυόλυση που παρατηρείται συνήθως μετά από έντονη άσκηση σε αθλητές (π.χ. στους μαραθωνοδρόμους), οι οποίοι αν και εμφανίζουν μυοσφαιρινουρία και αυξημένα επίπεδα CPK στον ορό, δεν εκδηλώνουν οξεία νεφρική ανεπάρκεια και δεν απαιτείται ιατρική θεραπεία (Χελιώτη, 2021).

και αν τα ζωτικά τους όργανα είναι αρχικά φυσιολογικά (Bartels & VanRooyen, 2012). Η επανυδάτωση αναφέρουν οι Reis & Better (2005), επιβάλλεται να ξεκινήσει όσο το δυνατόν ταχύτερα, ακόμη και πριν ο ασθενής βγει από τα ερείπια (βλ. Πίνακα 2.2).



Πίνακας 2.2.: Περιγραφική προσέγγιση ενδοφλέβιας παροχής υγρών σε ασθενείς με συντριπτικά τραύματα (Jagodzinski, Weerasinghe & Porter, 2010, doi:[10.1177/1460408610372440](https://doi.org/10.1177/1460408610372440)).

Οι ανωμαλίες των ηλεκτρολυτών είναι συχνές σε ασθενείς με συντριπτικά τραύματα (Bartels & VanRooyen, 2012) και η υπερκαλιαιμία, η υποσβεστιαίμια και η ολιγουρία μπορούν να οδηγήσουν σε καρδιακές αρρυθμίες και ανακοπή τις πρώτες ημέρες (Sever *et al.*, 2002). Εάν δεν είναι εφικτοί οι συχνοί έλεγχοι καλίου, αναφέρεται από τους Yoshimura *et al.* (1996), ότι δύναται να χρησιμοποιηθούν ηλεκτροκαρδιογραφήματα ώστε να εντοπιστούν αλλαγές που σχετίζονται με την υπερκαλιαιμία. Οι ασθενείς που χρειάζονται μακροχρόνια ιατρική περίθαλψη και εκείνοι που πρέπει να περιμένουν για να υποβληθούν σε αιμοκάθαρση μπορούν να αντιμετωπίζονται εμπειρικά με ρητίνες που δεσμεύουν το κάλιο, όπως το νατριούχο σουλφονικό πολυστυρένιο (Jagodzinski, Weerasinghe & Porter, 2010).

Οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι περίπου οι μισοί από τους ασθενείς με συντριπτικά τραύματα αναπτύσσουν οξεία νεφρική ανεπάρκεια (Usuda *et al.*, 2023) και περίπου οι μισοί από αυτούς με υπερκαλιαιμία χρειάζονται αιμοκάθαρση (Bartels & VanRooyen, 2012). Δεδομένου ότι μετά από ισχυρούς σεισμούς, ο αριθμός των ασθενών που χρήζει νεφρολογικών υπηρεσιών μπορεί να αυξηθεί υπερβολικά (Vanholder, Sükrü Sever, & Lameire, 2021) γίνεται εύκολα αντιληπτό πως πιθανόν να δημιουργηθούν προβλήματα προτεραιότητας ασθενών που πρέπει να υποβληθούν σε αιμοκάθαρση. Στην περίπτωση αυτή υψηλότερη προτεραιότητα θα μπορούσε να δοθεί σε άτομα με ολιγουρική νεφρική ανεπάρκεια και έπειτα σε άτομα με υπερκαλιαιμία (Amundson *et al.*, 2010).

Η θνησιμότητα εξαιτίας οξείας νεφρικής ανεπάρκειας σε περιπτώσεις ισχυρών σεισμών κυμαίνεται από 14 έως 48% (Nadjafi *et al.*, 1997, Usuda *et al.*, 2023). Προγνωστικοί παράγοντες θνησιμότητας είναι η ηλικία, η διάχυτη ενδαγγειακή πήξη, το κοιλιακό τραύμα, οι ακρωτηριασμοί, η συστολική υπόταση κατά την εισαγωγή, το γυναικείο φύλο και οι μέγιστες συγκεντρώσεις της κρεατινικής κινάσης του ορού άνω των 20 000 U/L (Bartels & VanRooyen, 2012).

2.2.4 Νευρολογικά προβλήματα

Οι τραυματισμοί της σπονδυλικής στήλης είναι συχνοί μετά από σεισμούς, με το μεγαλύτερο ποσοστό να παρατηρείται στη θωρακική και οσφυϊκή μοίρα (Karamouzian *et al.*, 2010). Οι κακώσεις της σπονδυλικής στήλης, επιτάσσουν απαραίτητη επαγρύπνηση σε όλες τις αξιολογήσεις της σπονδυλικής στήλης, ενώ πρέπει να σημειωθεί πως το ποσοστό εμφάνισης καταγμάτων γενικά και καταγμάτων σπονδυλικής στήλης είναι περίπου ίσο σε αριθμό (36% και 33%, αντίστοιχα), (Rathore *et al.*, 2007). Οι ασθενείς με κατάγματα ή εξαρθήματα σπονδυλικής στήλης έχουν κακή έκβαση και οι ασθενείς με κατάγματα οσφυϊκής μοίρας έχουν καλύτερες προοπτικές από εκείνους με κατάγματα στη θωρακική μοίρα (Bartels & VanRooyen, 2012).

Τα νευρολογικά προβλήματα όμως που σχετίζονται με τους σεισμούς δεν περιορίζονται μόνο στους τραυματισμούς της σπονδυλικής στήλης, αλλά συνδέονται και με τραυματισμούς στο κεφάλι.

Οι τραυματισμοί στο κεφάλι όχι απλά είναι σοβαροί αλλά συχνά έχουν και άσχημη κατάληξη, όπως επεσήμαναν σε έρευνά τους οι Liang *et al.*, το 2001. Συγκεκριμένα, οι προαναφερθέντες ερευνητές, εξετάζοντας τη θνησιμότητα και τη νοσηρότητα που σχετίζεται με τους σεισμούς, μελετώντας τον σεισμό του 1999 στην

περιοχή Τσιτσι (Jiji) της Ταϊβάν, παρατήρησαν ότι το 30% των ανθρώπων που επλήγησαν από αυτόν τον σεισμό πέθαναν λόγω τραυματισμών στο κεφάλι.

Αντιθέτως, οι Jia *et al.*, το 2010 σε έρευνά τους σχετικά με την επιδημιολογία των κρανιοεγκεφαλικών κακώσεων στο σεισμό του 2008 στη Σετσουάν της Κίνας, διαπίστωσαν πως μόνο το 2% των ασθενών πέθαναν από τραύμα στο κεφάλι και το 82% των ατόμων με κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις ανάρρωσαν πλήρως και πήραν εξιτήριο. Η εξήγηση που δόθηκε για τη μεγάλη αυτή διαφορά μεταξύ των δύο ερευνών ήταν ίσως το γεγονός πως πολλά άτομα με τραυματισμούς στο κεφάλι δεν εισήχθησαν εγκαίρως σε νοσοκομειακές δομές με αποτέλεσμα να καταλήξουν.

Γεγονός αποτελεί πάντως, πως οι τραυματισμοί στο κεφάλι είναι αρκετά συνηθισμένοι σε σεισμούς και συχνά αποτελούν το δεύτερο πιο συχνό τραυματισμό μετά τους τραυματισμούς των κάτω άκρων (Wang *et al.*, 2009).

2.3 Μη τραυματικές κακώσεις

2.3.1 Εγκεφαλοαγγειακές παθήσεις

Συχνά παρατηρείται σε αρκετά άτομα μια αύξηση της αρτηριακής πίεσης και του καρδιακού παλμού κατά τη διάρκεια ή και μετά από ένα σεισμό (Aydin *et al.*, 2023). Η μεταβολή αυτή της αρτηριακής πίεσης και του καρδιακού παλμού, προκαλείται από την ενεργοποίηση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος εξαιτίας της εκδήλωσης του σεισμού ή και άλλων φυσικών καταστροφών και είναι γνωστή σύμφωνα με τον Kario, (2012) ως «υπέρταση της καταστροφής».

Η υπέρταση συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου (Χατζητόλιος, 2003) και καρδιακής προσβολής, αποτελώντας μια από τις κύριες αιτίες καρδιαγγειακών παθήσεων (Δημητρόγλου, Μάνη & Ντουράκης, 2019). Διάφορες προκλήσεις που αντιμετώπισαν άτομα, που επιβίωσαν ενός μεγάλου σεισμού (όπως κακή διατροφή, δύσκολη πρόσβαση σε καθαρό νερό, δυσκολία λήψης φαρμάκων, ψυχικό στρες κ.α.) δύναται να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στη φυσιολογική αρτηριακή πίεση με αποτέλεσμα να παρατηρείται η «υπέρταση της καταστροφής», και κατ' επέκταση, εμφάνιση καρδιαγγειακών διαταραχών και αγγειοεγκεφαλικών επεισοδίων (Aydin *et al.*, 2023).

Χαρακτηριστικά οι Omama *et al.* (2013), αναφέρουν σε έρευνά τους ότι στις περιοχές που πλημμύρισαν έντονα από το τσουνάμι που προκλήθηκε από τον μεγάλο σεισμό της Ανατολικής Ιαπωνίας το 2011, η εμφάνιση εγκεφαλικού επεισοδίου στους

ηλικιωμένους άνδρες υπερδιπλασιάστηκε τις πρώτες 4 εβδομάδες μετά την καταστροφή. Επίσης οι Iyama *et al.* (2018), σημειώνουν πως αρκετοί από τους ασθενείς που μεταφέρθηκαν σε εγκαταστάσεις εκκένωσης, μετά την εκδήλωση του προαναφερθέντος σεισμού είχαν υποστεί εγκεφαλοαγγειακές προσβολές και σε αρκετούς, ένα μήνα μετά, παρατηρήθηκαν υποσκληρίδια και επισκληρίδια αιματώματα της σπονδυλικής στήλης που δεν προκλήθηκαν από τραύμα.

Γενικώς πάντως, σημειώνεται από τους Bartels & VanRooyen (2012), παρατηρείται αύξηση της θνησιμότητας από εγκεφαλοαγγειακά ατυχήματα, μετά από καταστροφές και ιδίως μετά από σεισμούς.

2.3.2 Καρδιαγγειακές παθήσεις

Οι επιπτώσεις των σεισμών στα καρδιαγγειακά συμβάντα είναι εξίσου σημαντικές (Bartels & VanRooyen, 2012) και η εμφάνιση εκδήλωσης αυτών, ποικίλει από λίγες ημέρες μετά το σεισμό (Gold *et al.*, 2007) έως και αρκετές εβδομάδες (Tsai, Lung & Wang, 2004).

Στο σεισμό στο Νόρθριτζ της Καλιφόρνιας το 1994, υπήρξε αύξηση του ποσοστού αιφνίδιου καρδιακού θανάτου (Leor, Poole & Kloner, 1996) και παράλληλα αύξηση περίπου 35% των οξέων εμφραγμάτων του μυοκαρδίου την πρώτη εβδομάδα μετά εκδήλωσή του, συγκριτικά με την εβδομάδα πριν το σεισμό (Kloner, 2006). Στο σεισμό της Ταϊβάν το 1999, παρατηρήθηκε αντίστοιχα αυξητική τάση των νοσοκομειακών εισαγωγών λόγω οξέος εμφράγματος του μυοκαρδίου, σε χρονικό διάστημα όμως 6 εβδομάδων αργότερα του σεισμού, σε σύγκριση με την ίδια περίοδο του προηγούμενου έτους (Tsai, Lung & Wang, 2004).

Η καρδιακή ανεπάρκεια, η εν τω βάθει φλεβική θρόμβωση των κάτω άκρων, και η πνευμονική θρομβοεμβολή, είναι μεταξύ των κορυφαίων μη τραυματικών παθήσεων που σχετίζονται με τους σεισμούς (Aydin *et al.*, 2023).

Οι Aoki *et al.*, (2013) μελετώντας τις επιπτώσεις του σεισμού που έγινε στο Τόχοκου της Ιαπωνίας το 2011 παρατήρησαν μια απότομη και παρατεταμένη (πάνω από 7 εβδομάδες) αύξηση στην εμφάνιση καρδιακής ανεπάρκειας μετά τον σεισμό και μια απότομη αλλά παροδικά αυξημένη εμφάνιση πνευμονικής θρομβοεμβολής.

Η εν τω βάθει φλεβική θρόμβωση, ομοίως, παρατηρείται συχνά σε διασωθέντα άτομα, σε χρονικό διάστημα κοντά στην εκδήλωση ενός σεισμού. Η έλλειψη

συμπτωμάτων όμως, μπορεί να οδηγήσει σε καθυστερημένη ανίχνευσή της, με ολέθριες για το άτομο συνέπειες (Sahebi *et al.*, 2023).

Μετά από ένα σεισμό παρατηρείται αυξημένη καρδιαγγειακή νοσηρότητα και θνησιμότητα (Aydin *et al.*, 2023). Η δυσκολία πρόσβασης σε φάρμακα (λόγω διακοπής ή έλλειψης συνταγογραφούμενων καρδιαγγειακών φαρμάκων), σε συνάρτηση με το αυξημένο σωματικό και ψυχικό στρες μετά το πέρας ενός ισχυρού σεισμικού φαινομένου αποτελούν μία εκ των σημαντικότερων προκλήσεων για τον έλεγχο και τη διαχείριση των καρδιαγγειακών νοσημάτων και κατ' επέκταση την καλύτερη έκβασή τους (Babaie *et al.*, 2021).

2.3.3 Λοιμώξεις και μολυσματικές ασθένειες

Η διακοπή των υπηρεσιών ύδρευσης και αποχέτευσης αποτελεί συχνό φαινόμενο μετά από ένα μεγάλης έντασης σεισμό (Bartels & VanRooyen, 2012, Mavrouli *et al.*, 2023, Aydin *et al.*, 2023). Επιπλέον, δύναται να προκληθεί μετατόπιση μεγάλης κλίμακας πληθυσμιακών ομάδων, με απώτερη συνέπεια την αυξημένη πιθανότητα υπερπληθυσμού σε αυτοσχέδια καταφύγια ή και σε διάφορα σημεία συγκέντρωσης, καθιστώντας τα μέρη αυτά ως επικίνδυνα για την εμφάνιση και εξάπλωση λοιμώξεων και μολυσματικών ασθενειών (Kouadio *et al.*, 2012, Bartels & VanRooyen, 2012, Najafi *et al.*, 2022).

Η πιθανότητα εμφάνισης μολυσματικών ασθενειών μετά το πέρας μιας φυσικής καταστροφής είναι πάντοτε πιθανή (Floret *et al.*, 2006), αλλά αρκετά σπάνια στην περίπτωση σεισμού, που όμως δεν αφήνει περιθώρια εφησυχασμού (Noji, 2005).

Η επακριβώς πρόβλεψη ποιων ασθενειών θα μεταδοθούν μετά από έναν σεισμό θεωρείται αρκετά δύσκολη (Mavrouli *et al.*, 2023). Παρ' όλ' αυτά όμως οι μολυσματικές ασθένειες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν είτε ως ασθένειες που μεταδίδονται από το νερό, είτε ως ασθένειες που μεταδίδονται από τον αέρα είτε ως ασθένειες που μεταδίδονται από φορείς, είτε ως μόλυνση από τραυματισμούς⁴, (βλ. Πίνακα 2.3). Οι αναπνευστικές και γαστρεντερικές λοιμώξεις αποτελούν την πιο συχνή κατηγορία λοιμώξεων που εμφανίζεται μετά από ένα σεισμό ενώ έχουν παρατηρηθεί και αρκετές περιπτώσεις μηνιγγοεγκεφαλίτιδας (Kouadio *et al.*, 2012).

⁴Έχει αποδειχθεί ότι οι συνήθεις ορθοπεδικοί τραυματισμοί συνοδεύονται από μολύνσεις τραυμάτων στο 20% περίπου των περιπτώσεων (Phalkey, Reinhardt & Marx, 2011).

	Είδη λοιμώξεων και μολυσματικών ασθενειών	Κατηγοριοποίηση των μικροοργανισμών που προκαλούν λοιμώξεις και μολυσματικές ασθένειες μετά την εκδήλωση ενός φυσικού κινδύνου όπως είναι ο σεισμός		
1.	Λοιμώδη νοσήματα του αναπνευστικού που προκαλούνται από σεισμό	Ασθένειες που σχετίζονται με ιούς	Ασθένειες που σχετίζονται με μύκητες	Νοσήματα που σχετίζονται με μυκοβακτηρίδια
		Πνευμονία	Κοκκιδιοειδομυκητίαση	Φυματίωση
		Λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού		
2.	Γαστρεντερικές ασθένειες που προκαλούνται από σεισμό (από το νερό και τα τρόφιμα)	Ασθένειες που σχετίζονται με βακτήρια	Ασθένειες που σχετίζονται με πρωτόζωα	
		Σιγκέλλα	Γιαρδιάση	
		Σαλμονέλλα		
		Τουλαραιμία		
		Χολέρα		
		Ελικοβακτήριο του πυλωρού		
3.	Μολυσματικές ασθένειες που προκαλούνται από το σεισμό	Ασθένειες που σχετίζονται με βακτήρια	Ασθένειες που σχετίζονται με Πρωτόζωα	Ασθένειες που σχετίζονται με ιούς
		Τύφος	Ελονοσία	Ιός Ζίκα
			Λεϊσμανίαση	
4.	Λοιμώξεις πληγών και δέρματος	Τέτανος	Αέρια Γάγγραινα (Μυονέκρωση)	Άλλες λοιμώξεις του δέρματος*

Πίνακας 2.3: Συνοπτική καταγραφή των λοιμώξεων και των μολυσματικών ασθενειών που δύναται να εμφανιστούν μετά την εκδήλωση ενός φυσικού κινδύνου όπως είναι ο σεισμός.

* Εδώ περιλαμβάνονται λοιμώξεις/παρασιτώσεις και δερματοπάθειες κυρίως λόγω κατεστραμμένων υποδομών και ανθυγιεινών συνθηκών ζωής, ερυθματώδεις-πλακώδεις δερματοπάθειες, κνησμοί, νευροδερματικές δερματοπάθειες και εκζέματα.

(Mavrouli *et al.*, 2023, doi: [10.3390/microorganisms11020419](https://doi.org/10.3390/microorganisms11020419))

Οι μολυσματικές ασθένειες μπορεί να εμφανιστούν κατά τη μετασεισμική φάση, η οποία διαρκεί από 4 ημέρες έως 4 εβδομάδες. Όταν ένα θύμα έχει προσβληθεί από λοίμωξη με μακρά περίοδο επώασης ή λανθάνουσα λοίμωξη, η κλινική εκδήλωση των συμπτωμάτων του μπορεί να εντοπιστεί κατά τη φάση της ανάρρωσης, έως και 4 εβδομάδες μετά το συμβάν της καταστροφής. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, τόσο οι νεοεισαγόμενες ασθένειες όσο και αυτές που είναι ήδη ενδημικές στην περιοχή που έχει πληγεί από την καταστροφή θα μπορούσαν να εξαπλωθούν και να μετατραπούν σε επιδημίες (Mavrouli *et al.*, 2023).

Αξίζει επίσης να αναφερθεί, πως αν και τα πτώματα συνήθως θεωρούνται ως πιθανή πηγή μόλυνσης και εξάπλωσης επιδημιών, έχει διαπιστωθεί ότι ο δημόσιος

κίνδυνος μόλυνσης εξαιτίας των πτωμάτων είναι αρκετά μικρός (Ligon, 2006). Αντιθέτως, ο κίνδυνος έκθεσης σε μολυσματικούς παθογόνους μικροοργανισμούς είναι αυξημένος πολύ, σε άτομα που βρίσκονται σε στενή σωματική επαφή με πτώματα, όπως οι διασώστες ή οι εργαζόμενοι που είναι υπεύθυνοι για το χειρισμό ανθρώπινων και ζωικών πτωμάτων (Morgan, 2004). Γεγονός που μπορεί να μετριαστεί με τον κατάλληλο προστατευτικό εξοπλισμό αλλά και με εμβολιασμό για ασθένειες όπως η ηπατίτιδα Β και η φυματίωση (Ligon, 2006).

Ο επιπολασμός των λοιμώξεων μετά από ένα σεισμό, δείχνει μια αυξητική τάση (Najafi *et al.*, 2022), που αν δεν αντιμετωπιστεί άμεσα μπορεί να «χτυπήσει» τα θύματα ενός σεισμού ως δεύτερο κύμα καταστροφής (Ateş & Erdem, 2023).

Επίλογος Κεφαλαίου

Τα θύματα ενός σεισμού, παγιδεύονται κάτω από συντρίμμια, συχνά για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η αποτελεσματικότητα των επιχειρήσεων έρευνας και διάσωσης, εξαρτάται άμεσα από το χρόνο απόκρισης. Η επιβίωση των εγκλωβισμένων θυμάτων μειώνεται ραγδαία με την πάροδο του χρόνου, αφού αυτή εξαρτάται από την αντοχή του κάθε θύματος να επιβιώσει στις αντίξοες συνθήκες που δημιουργούνται, συνήθως χωρίς τροφή και νερό αλλά και από το είδος του τραυματισμού που έχει υποστεί.

Τα θύματα ενός σεισμού κατά τους Mavrouli *et al.*, (2023) μπορούν να ταξινομηθούν σε στιγμιαία, γρήγορα ή καθυστερημένα. Μια ταξινόμηση που σχετίζεται κυρίως με το είδος του τραυματισμού που έχει υποστεί κάποιος μετά την εκδήλωση ενός σεισμού αλλά και από τις απώτερες επιπλοκές που δύναται να δημιουργηθούν. Αποδεικνύοντας πως σε ένα σεισμό δεν κινδυνεύουν μόνο τα άτομα με εμφανή τραυματισμούς και ζημιές αλλά και άτομα που με μια γρήγορη και επιπόλαια ματιά δείχνουν να μην έχουν πάθει τίποτα.

Κεφάλαιο 3. Σύνδρομο συντριβής

Εισαγωγή

Οι σεισμοί είναι φυσικά γεγονότα που είναι κοινά σε όλο τον κόσμο και είναι βέβαιο ότι θα συμβούν στο μέλλον. Αν και οι περισσότεροι από αυτούς είναι ήπιας έντασης, οι σεισμοί που είναι ιδιαίτερα μεγάλοι στην κλίμακα Ρίχτερ (6,4-7,5 Ρίχτερ) μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές καταστροφές και απώλειες ζωών. Σε σεισμούς τέτοιου μεγέθους υπάρχει μεγάλος αριθμός θανάτων, οι οποίοι κατά κύριο λόγο οφείλονται σε καταρρεύσεις κτιρίων κατά τη διάρκεια ή και αμέσως μετά το σεισμό. Ωστόσο, ο αριθμός αυτός αυξάνεται ακόμη περισσότερο εξαιτίας ιατρικών προβλημάτων που πιθανόν να προκύψουν μέρες αργότερα από την εκδήλωση του σεισμικού φαινομένου, σε διασωθέντα άτομα από τα διασωστικά συνεργεία. Τα προβλήματα αυτά ποικίλουν, με ένα εκ των ποίων σημαντικών να είναι το σύνδρομο συντριβής. Το σύνδρομο συντριβής είναι μια συστημική εκδήλωση σοβαρής, τραυματικής μυϊκής βλάβης που διαφέρει από τους τραυματισμούς σύνθλιψης καθώς αυτοί αναφέρονται σε τραυματισμούς ιστών ενώ το σύνδρομο συντριβής, εκτός αυτών ακολουθούν και άλλες συστημικές εκδηλώσεις, επικίνδυνες όχι μόνο για τον ή τους τραυματισμένους ιστούς αλλά για ολόκληρο τον οργανισμό.

3.1 Τραυματισμός σύνθλιψης

Οι τραυματισμοί σύνθλιψης προκαλούνται από άμεσο σωματικό τραύμα συμπίεζοντας διάφορα μέλη του ανθρώπινου σώματος, με τα κάτω άκρα να αποτελούν τα πιο συνηθισμένα σημεία που υπόκεινται τέτοιου είδους τραυματισμών (Long, Liang & Gottlieb, 2023). Οι τραυματισμοί σύνθλιψης παρατηρούνται σε τροχαία ατυχήματα αλλά και μετά από καταστροφές φυσικές ή ανθρωπογενείς όπως σεισμοί, κατολισθήσεις, καταστροφές ναρκών, εκρήξεις, κατάρρευση κτιρίων, τρομοκρατικών επιθέσεων και πολέμων κ.α. αντιπροσωπεύοντας ένα φάσμα σωματικών βλαβών που προκλήθηκαν από τραύμα (Li, *et al.*, 2020). Συνήθως, στους τραυματισμούς αυτούς περιπλέκονται πολλαπλοί τύποι ιστών, συμπεριλαμβανομένου του δέρματος και του υποδόριου ιστού, του μυϊκού και τενοντιακού ιστού ή/και του ιστού των οστών και των αρθρώσεων (Strauss, 2012). Ακόμη και όταν οι τραυματισμοί σύνθλιψης δεν αφορούν ζωτικά όργανα, μπορεί να είναι απειλητικοί για τη ζωή, ειδικά όταν συμβαίνουν στα άκρα (Genthon, & Wilcox, 2014). Οι τραυματισμοί σύνθλιψης μπορεί να οδηγήσουν σε ασφυξία, σε σοβαρό ορθοπεδικό τραυματισμό, σε σύνδρομο διαμερίσματος, σε υπόταση και τραυματισμό οργάνων (συμπεριλαμβάνοντας και την οξεία νεφρική βλάβη), (Long, Liang & Gottlieb,

2023). Οι τραυματισμοί σύνθλιψης σχετίζονται με αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης συνδρόμου οξέος διαμερίσματος σε ενήλικες (Bouklouch *et al.*, 2022) και σπάνια εμφανίζονται στον παιδιατρικό πληθυσμό (Wallin *et al.*, 2016).

Τραυματισμός σύνθλιψης στη ζώνη του θώρακα, απαιτεί ταχεία επέμβαση και σταθεροποίηση, με την έγκαιρη διάγνωση και τη χειρουργική αποκατάσταση να είναι ζωτικής σημασίας ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι επιπλοκές και η απώλεια της αναπνευστικής λειτουργίας. Ιδιαίτερα αν συμβεί στο άνω μέρος του θώρακα μπορεί να οδηγήσει σε οξεία τραυματική διαταραχή της τραχείας (Long, Liang & Gottlieb, 2023).

Τραυματισμοί σύνθλιψης στην κοιλιακή χώρα έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν διάφορα συστήματα οργάνων, συμπεριλαμβανομένου του μυοσκελετικού, του ουρολογικού, του καρδιαγγειακού, του καλυπτήριου και του πεπτικού συστήματος. Οποιοδήποτε σύστημα έχει υποστεί βλάβη από σοβαρό κοιλιακό τραυματισμό είναι πολύ πιθανό να έχει θανατηφόρα έκβαση. Η ρήξη του μεσεντέριου μπορεί να προκαλέσει σοβαρή αιμορραγία, η οποία με τη σειρά της μπορεί να οδηγήσει σε αιμορραγικό σοκ και πολλαπλή ανεπάρκεια οργάνων. Τα κατάγματα που προκαλούνται από κοιλιακούς τραυματισμούς σύνθλιψης μπορεί να προκαλέσουν αρτηριακή αιμορραγία, η οποία από μόνη της δύναται να προκαλέσει αιμορραγικό σοκ (Yang *et al.*, 2022).

Η πυελική ζώνη αποτελεί άλλο ένα σημείο του ανθρώπινου σώματος που στο οποίο μπορεί να συμβεί τραυματισμός σύνθλιψης, με αυξημένες πιθανότητες αρνητικής κατάληξης. Οι βλάβες των πυελικών αγγείων έχουν μια συχνή συσχέτιση με διάρρηξη του πυελικού δακτυλίου και προκαλούν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας λόγω σοκ που προκαλείται από αιμορραγία της πύελου. Η νοσηρότητα και η θνησιμότητα ενός πυελικού συνθλιπτικού τραύματος ενδεχομένως να αντιμετωπιστεί εάν διαγνωστεί και αντιμετωπιστεί (Raniga *et al.*, 2019).

3.2 Σύνδρομο συντριβής

Το σύνδρομο συντριβής αποτελεί μετά το άμεσο τραύμα, τη δεύτερη πιο κοινή αιτία θανάτου λόγω σεισμών (Sever & Vanholder, 2013). Παρατηρήθηκε για πρώτη φορά κατά τον σεισμό της Μεσσήνας το 1901 στην Ιταλία (βλ. Πίνακα 3.1) ενώ ο όρος σύνδρομο συντριβής «Crush Syndrome» πρωτοχρησιμοποιήθηκε από τους Bywaters & Beall το 1941, όταν παρατήρησαν τη σχέση μεταξύ της μυϊκής νέκρωσης και μιας καφέ χρωστικής που βρέθηκε κατά τη διάρκεια αυτοψιών στα νεφρικά σωληνάρια ασθενών που είχαν θαφτεί για αρκετές ώρες από τους βομβαρδισμούς του Λονδίνου κατά τη

διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου (Usuda *et al.*, 2023). Αξίζει να σημειωθεί εδώ, πως το σύνδρομο συντριβής δεν πρέπει να συγχέεται με τους τραυματισμούς σύνθλιψης (Kurultak, 2022). Το σύνδρομο συντριβής είναι μία δυνητικά θανατηφόρος κατάσταση που χαρακτηρίζεται από βλάβη των μυϊκών κυττάρων ως αποτέλεσμα της αποσυμπίεσης που ακολουθεί τη συμπίεση (δηλαδή τραυματισμοί επαναιμάτωσης ισχαιμίας), (Usuda *et al.*, 2023), ενώ οι τραυματισμοί σύνθλιψης είναι κακώσεις συμπίεσης διαφόρων μερών του σώματος που προκαλούν οίδημα στους μύες ή/και νευρολογικές διαταραχές στα σημεία που έχουν συμβεί (Μανουσάκης, 2022).

	Ορόσημα στην ιστορία του συνδρόμου συντριβής
12 ^{ος} αιώνας	Παρατήρηση από τη <i>Scuola Medica Salernitana</i> πως τα σκοτεινά ούρα αποτελούν προάγγελο του θανάτου.
1909	Ο Von Colmers περιγράφει τον τραυματισμό μυϊκής σύνθλιψης στα θύματα του σεισμού της Μεσσήνας.
1916	Ο Frankenthal δίνει την πρώτη αναφορά τραυματισμού μυϊκής σύνθλιψης και οξείας νεφρικής ανεπάρκειας μετά από πολεμικό τραύμα.
1923	Ο Minami προτείνει ότι η μυοσφαιρίνη είναι ένας νεφροτοξικός παράγοντας.
1925	Οι Baker και Dodds περιγράφουν την παθολογία της οξείας νεφρικής ανεπάρκειας μετά από ασυμφωνία αιμοσφαιρίνης-ουρικού σε μετάγγιση αίματος.
1941	Οι Bywaters & Beall περιγράφουν το σύνδρομο συντριβής μετά τους βομβαρδισμούς του Λονδίνου στο 2 ^ο Παγκόσμιο Πόλεμο και μέσω πειραμάτων σε ζώα αποδεικνύουν ότι η μυοσφαιρίνη είναι νεφροτοξικός παράγοντας στο σύνδρομο συντριβής.
1944	Η επαναστατική εφεύρεση του τεχνητού νεφρού από τον Kolff επιτρέπει τη διάσωση ασθενών με μυοσφαιρινουρική οξεία νεφρική ανεπάρκεια.
1976	Μεγάλος σεισμός στην Τανγκσάν της Κίνας. Σκοτώθηκαν 242.769 άνθρωποι και τραυματίστηκαν 164.851. Το σύνδρομο συντριβής περιέπλεξε το 2-5% όλων των τραυματισμών.
1982	Στον πόλεμο στο νότιο Λίβανο, η πρώτη ενυδάτωση του οργανισμού ήδη από το πεδίο μάχης ακολουθούμενη από αλκαλική διούρηση διαλυμένης ουσίας αποδείχθηκε ότι αποτρέπει την τραυματική μυοσφαιρινουρική οξεία νεφρική ανεπάρκεια.
1983	Οι επιζώντες από την έκρηξη στο αρχηγείο των αμερικανικών πεζοναυτών στο αεροδρόμιο της Βηρυτού μεταφέρθηκαν με αεροδιακομιδή για νοσηλεία για να προληφθεί το σύνδρομο συντριβής. 241 πεζοναύτες σκοτώθηκαν κάτω από τα συντρίμια.
1988	Μετά τον σεισμό της Αρμενίας, καταβλήθηκε διεθνής προσπάθεια για την παράδοση στην Αρμενία ιατρικής βοήθειας και εξοπλισμού, κυρίως τεχνητών νεφρών. Αρκετές εκατοντάδες ασθενείς με μυοσφαιρινουρική οξεία νεφρική ανεπάρκεια ως αποτέλεσμα τραυματισμών μυϊκής σύνθλιψης υποβλήθηκαν σε θεραπεία με αιμοκάθαρση.

Πίνακας 3.1: Περιγραφή γεγονότων -κατά χρονολογική σειρά- που σύμφωνα με τον Better (1997), αποτέλεσαν ορόσημα στην ανίχνευση και αντιμετώπιση του συνδρόμου συντριβής. (doi: [10.1159/000169127](https://doi.org/10.1159/000169127))

Το ποσοστό εμφάνισης συνδρόμου συντριβής μεταξύ των επιζώντων ενός σεισμού κυμαίνεται από 2-15%, με τη θνησιμότητα να αγγίζει το 48% (Wuthisuthimethawee *et al.*, 2015). Η επιβίωση αυτών που θα ανασυρθούν από τα συντρίμια μετά από ένα σεισμό εξαρτάται από χρονικό διάστημα που παρέμειναν

παγιδευμένοι, συνακόλουθους τραυματισμούς, περιορισμό του βαθμού νεφρικής δυσλειτουργίας και υποστηρικτική λειτουργία των οργάνων (Kundakci *et al.*, 2023).

3.2.1 Αιτιολογία, μηχανισμός και συμπτώματα του συνδρόμου συντριβής

Το κύριο έναυσμα στο σύνδρομο συντριβής είναι η συμπίεση που βιώνουν οι μύες των μελών του σώματος που έχουν εγκλωβιστεί μετά από μια κατάρρευση και η επακόλουθη μείωση ή απώλεια αιμάτωσης (Kurultak, 2022). Μια συμπιεστική δύναμη συνθλίβει ένα τμήμα του σώματος, αυξάνοντας παροδικά τις πιέσεις εντός. Αυτή η δύναμη δρα στο ασυμπίεστο αγγειακό αίμα, αυξάνοντας δραματικά τις πιέσεις των ιστών και προκαλώντας βλάβη σε πολλούς τύπους ιστών, συμπεριλαμβανομένων των οστών, των αιμοφόρων αγγείων, των νεύρων και των μαλακών ιστών. Μια ευρεία ζώνη τραυματισμού μπορεί να προκύψει από μια καθυστερημένη φλεγμονώδη αντίδραση που περιλαμβάνει τη ζώνη γύρω από τα θρυμματισμένα κύτταρα, η οποία μπορεί να κρύψει τη σοβαρότητα του τραυματισμού στην αρχή (Goodman, Got & Weiss, 2017). Η πίεση εντός του «διαμερίσματος» των σκελετικών μυών μπορεί να αυξηθεί από οίδημα και/ή αιμορραγία εντός των περιβλημάτων της περιτονίας. Όταν η πίεση υγρού του ιστού εντός του «διαμερίσματος» γίνεται μεγαλύτερη από την πίεση αιμάτωσης των μυών και των τριχοειδών νεύρων στο «διαμέρισμα», αυτοί οι ιστοί γίνονται ισχαιμικοί και αρχίζουν να εμφανίζουν σημεία και συμπτώματα συνδρόμου σκελετικού μυϊκού διαμερίσματος (Strauss, 2012). Η πήξη της λέμφου στην ανάπτυξη ιστικών παθολογικών καταστάσεων έχει αποδειχθεί ότι δυνητικά ξεπερνά τις αλλαγές που μπορούν να παρατηρηθούν στο αίμα (Usuda *et al.*, 2023). Ως εκ τούτου, αυτοί οι τραυματισμοί έχουν την τάση να προκαλούν μεγάλη φλεγμονή και οίδημα, που πιθανώς ακολουθείται από σύνδρομο διαμερίσματος ή άλλη μορφή αγγειακής βλάβης, μόλυνσης, νευρολογικής βλάβης ή/και νέκρωσης ιστού (Goodman, Got & Weiss, 2017). Αν και πιστευόταν ότι ο σκελετικός μυς ήταν σχετικά ανεκτικός στην ισχαιμία για μια περίοδο 2-4 ωρών χωρίς μόνιμο τραυματισμό, οι μη αναστρέψιμες αλλαγές που μπορούν να περιορίσουν τη λειτουργική αποκατάσταση πιθανότατα αρχίζουν να συμβαίνουν σε μόλις 1 ώρα, ειδικά σε περίπτωση ταυτόχρονης βλάβης των ιστών και/ή άλλους τραυματισμούς (Wuthisuthimethawee *et al.*, 2015).

Η βλάβη ισχαιμίας-επαναιμάτωσης συμβαίνει σε περίπτωση επαναιμάτωσης ιστού μετά από ισχαιμική περίοδο, ως αποτέλεσμα οξείας φλεγμονής που μπορεί να περιλαμβάνει διάφορους μηχανισμούς. Αυτή η έντονη φλεγμονώδης απόκριση έχει τόσο τοπικές όσο και συστημικές επιδράσεις εξαιτίας των φυσιολογικών, βιοχημικών και

ανοσολογικών αλλαγών που συμβαίνουν κατά τις περιόδους ισχαιμίας και επαναιμάτωσης (Gillani *et al.*, 2012). Αν και γενικά δεν προκαλείται αποκλειστικά από τη συσσώρευση ελεύθερου αίματος ή υγρού στο «διαμέρισμα», σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτή η συσσώρευση μπορεί να είναι ένας παράγοντας που συμβάλλει στη δημιουργία αυτής της φλεγμονής (Harvey *et al.*, 2012). Η παθοφυσιολογία ανάλυεται γύρω από έναν αυτοδιαϊωνιζόμενο κύκλο οιδήματος και ισχαιμίας, με μια γκάμα συνεπειών, που μπορεί να είναι από ήπιες έως σχεδόν ανύπαρκτες αλλά και μέχρι τον θάνατο των ιστών (Strauss, 2022).

Η συστηματική εμπλοκή τραυματισμών σύνθλιψης αναφέρεται και ως σύνδρομο συντριβής και εμφανίζεται ως αποτέλεσμα ιστικής ισχαιμίας και μυϊκής νέκρωσης (Whiffin *et al.*, 2019). Η παρατεταμένη μυϊκή ισχαιμία αυξάνει τη διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών και αναγκάζει τα κύτταρα να απελευθερώσουν κάλιο, ένζυμα και μυοσφαιρίνη. Εξαιτίας της σοβαρής βλάβης και της διόγκωσης του μυϊκού ιστού λόγω ισχαιμίας-επαναιμάτωσης, το σύνδρομο διαμερίσματος (βλ. Πίνακα 3.2) γίνεται σχεδόν αναπόφευκτο (Usuda *et al.*, 2023).

Παθοφυσιολογία του συνδρόμου διαμερίσματος	
➤	Οι αυξημένες πιέσεις στο μυϊκό «διαμέρισμα» έχουν ως αποτέλεσμα εξασθενημένη κυτταρική οξυγόνωση.
➤	Οποιαδήποτε κίνηση που αυξάνει τον όγκο του «διαμερίσματος» ή τεντώνει τις ισχαιμικές ίνες έχει ως αποτέλεσμα πόνο.
➤	Η επακόλουθη εξαγγείωση υγρού έχει ως αποτέλεσμα αυξημένη πίεση στα αισθητήρια νεύρα που παράγουν περιφερική παραισθησία. Περαιτέρω αυξήσεις πίεσης ξεπερνούν το προστατευτικό φράγμα της θήκης μυελίνης του κινητικού νευρώνα, οδηγώντας σε απώλεια της κινητικής λειτουργίας.
➤	Περαιτέρω αυξήσεις της πίεσης μπορούν να υπερνικήσουν τις αρτηριακές πιέσεις με αποτέλεσμα ισχαιμία και απώλεια άκρων.

Πίνακας 3.2: Συνοπτική περιγραφή της παθοφυσιολογίας του συνδρόμου διαμερίσματος (Πηγή: AO Foundation, International Committee of the Red Cross (ICRC) & The World Health Organization (WHO) EMT Secretariat (2016), <https://icrc.aeducation.org/>.)

Καθώς το αίμα εκ νέου διαχέεται στον ισχαιμικό μυ, πυροδοτείται μια άμεση φλεγμονώδης απόκριση και τα ουδετερόφιλα είναι τα πρώτα που διογκώνονται, επιδεινώνοντας τη βλάβη στον μυ. Η συστηματική εκδήλωση της διάσπασης των μυϊκών κυττάρων, με το περιεχόμενο να απελευθερώνεται στην κυκλοφορία - οδηγεί σε μεταβολική διαταραχή και οξεία νεφρική βλάβη. Συγκεκριμένα, παρατηρείται δυσλειτουργία των νεφρικών σωληνιακών επιθηλιακών κυττάρων και κυτταρικός

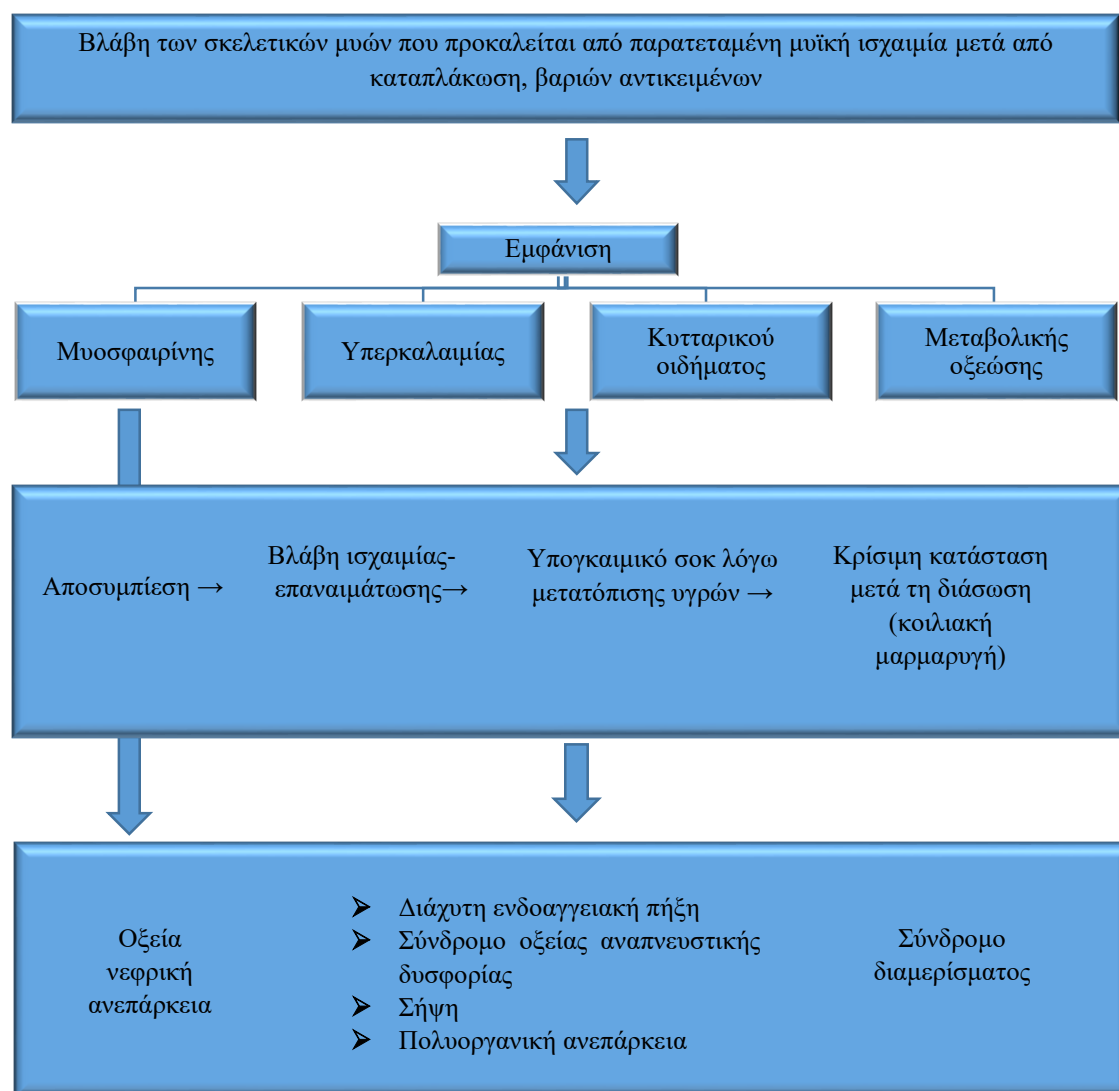
θάνατος, που αποδίδεται σε μεγάλης κλίμακας εναπόθεση μυοσφαιρίνης. Μεγάλες ποσότητες μυοσφαιρίνης, που απελευθερώνονται από κατεστραμμένους μυς, εναποτίθενται μέσα στα νεφρικά σωληνάρια και εμποδίζουν τη σωστή λειτουργία τους, καταστρέφοντας άμεσα τα σωληνάρια μέσω των αυξημένων επιπέδων σιδήρου και του οξειδωτικού στρες. Αυτή η υπερφόρτωση σιδήρου και η βλάβη από την υπεροξειδωση των λιπιδίων οδηγούν σε κυτταρικό θάνατο που καλείται φερρόπτωση⁵ (βλ. Πίνακα 3.3). Η οποία σε συνδυασμό με συστηματική υπόταση, μπορεί να προκαλέσει νεφρική δυσλειτουργία με οξεία σωληναριακή νέκρωση και ουραιμία (Qiao *et al.*, 2023).

Συνοπτικά στοιχεία για τη φερρόπτωση που συνδέονται με το σύνδρομο συντριβής
➤ Η αναστολή της φερρόπτωσης θα μπορούσε να ανακουφίσει την οξεία νεφρική βλάβη μετά από σύνδρομο συντριβής.
➤ Η υπερφόρτωση σιδήρου που παράγεται από την αποικοδόμηση της μυοσφαιρίνης είναι ένας παράγοντας κινδύνου για φερρόπτωση.
➤ Το HMGB1 και το δίκλωνο DNA πυροδοτούν τη φερρόπτωση μέσω πολλαπλών οδών σηματοδότησης. Η επακόλουθη εξαγγείωση υγρού έχει ως αποτέλεσμα αυξημένη πίεση στα αισθητήρια νεύρα που παράγουν περιφερική παραισθησία. Περαιτέρω αυξήσεις πίεσης ξεπερνούν το προστατευτικό φράγμα της θήκης μυελίνης του κινητικού νευρώνα, οδηγώντας σε απώλεια της κινητικής λειτουργίας.
➤ Συσχέτιση μεταξύ φλεγμονής και φερρόπτωσης.
➤ Αναστολή της φερρόπτωσης ανακουφίζοντας τη φλεγμονή και την αντιλιπιδική υπεροξειδωση.

Πίνακας 3.3: Η οξεία νεφρική βλάβη, είναι η κύρια αιτία θανάτου στο σύνδρομο συντριβής. Η φερρόπτωση είναι μια τυπική μορφή κυτταρικού θανάτου που αν και ο ρόλος της δεν έχει αποκαλυφθεί πλήρως στο σύνδρομο συντριβής, παρουσιάζει κάποια χαρακτηριστικά που τη συνδέουν με αυτό. (Qiao *et al.*, 2023, doi: [10.1016/j.jare.2023.01.016](https://doi.org/10.1016/j.jare.2023.01.016))

Οι ασθενείς με σύνδρομο συντριβής είναι γνωστό ότι αναπτύσσουν καρδιακή ανεπάρκεια, νεφρική δυσλειτουργία, σοκ, συστηματική φλεγμονή και σήψη (Murata *et al.*, 2022). Επιπλέον, οι καθυστερημένες εκδηλώσεις μπορεί να περιλαμβάνουν απειλητικές για τη ζωή συστηματικές επιδράσεις, συμπεριλαμβανομένου του υποογκαιμικού σοκ, της υπερκαλιαμίας και της μεταβολικής οξέωσης, και πολύ όψιμες περιπτώσεις μπορεί να παρουσιαστούν ως διάχυτη ενδαγγειακή πήξη (Usuda *et al.*, 2023).

⁵Ο όρος φερρόπτωση, που χρησιμοποιήθηκε επίσημα για πρώτη φορά από τους οι Dixon *et al.* το 2012, εκφράζει τον εξαρτώμενο από τον σίδηρο κυτταρικό θάνατο που προκαλείται από υπερχείδωση λιπιδίων.



Εικόνα 3.1 Σχηματική παράσταση του μηχανισμού εμφάνισης του συνδρόμου συντριβής (Usuda *et al.*, 2023, doi: [10.1186/s12967-023-04416-9](https://doi.org/10.1186/s12967-023-04416-9))

3.2.2 Διάγνωση του συνδρόμου συντριβής

Το σύνδρομο συντριβής χαρακτηρίζεται από συστηματική συμμετοχή και πολλές από τις κλινικές εκδηλώσεις του είναι μη ειδικές. Τα θύματα μπορεί να εμφανίσουν πυρετό, οίδημα, ταχυκαρδία, ναυτία, έμετο, σύγχυση, άγχος, παραλήρημα, ούρα με χρώμα τσαγιού ή ανουρία (Moratalla, Braun & Fornas, 2008). Το πιο κοινό κλινικό χαρακτηριστικό είναι η τριάδα της μυαλγίας, της μυοσφαιρινουρίας και των αυξημένων επιπέδων των μυϊκών ενζύμων στον ορό. Ωστόσο, ο βαθμός και η σοβαρότητα αυτών των κλινικών εκδηλώσεων ποικίλλει ευρέως (Long *et al.*, 2017). Επομένως, η έγκαιρη διάγνωση του και η σωστή αξιολόγηση της βαρύτητάς του είναι καθοριστικής σημασίας για μια καλή πρόγνωση. Για την εγκυρότερη και πιο άμεση διάγνωσή του συνδρόμου συντριβής οι μελετητές έχουν αναπτύξει διάφορα τεστ (βλ. Πίνακα 3.4), συμβάλλοντας επιπλέον και στην κατανόηση της εξέλιξης του τραυματισμού (Luo *et al.*, 2023).

Χαρακτηριστικά των μεθόδων διαγνωστικής αξιολόγησης για το σύνδρομο συντριβής.		
Κατηγορίες	Διαγνωστική αξιολόγηση	Χαρακτηριστικά
Παραδοσιακοί Βιοδείκτες	Ταινίες Μέτρησης Ούρων	Δοκιμή διαλογής, εύκολο στη λειτουργία
	Κινάσης της κρεατίνης	Εύκολο, ευαίσθητο
	Κάλιο ορού	Συνδυασμένο με ηλεκτροκαρδιογράφημα για την παρακολούθηση της καρδιακής λειτουργίας
	Μυοσφαιρίνη	Αιτία βλάβης της νεφρικής μονάδας, πρώιμο σημάδι μυϊκής βλάβης
	Ηπατικά ένζυμα	Δείκτης ηπατικής βλάβης, συχνά αυξημένη η ασπαρτική αμινοτρανσφεράση
	Διττανθρακικά	Προοίμιο νεφρικής ανεπάρκειας σε ασθενείς με σύνδρομο συντριβής
Μη Παραδοσιακοί Βιοδείκτες	Λιποκαλίνη	Βιολογικός δείκτης νεφρικής δυσλειτουργίας και ήδη σε κλινική εφαρμογή
	Αλφα-1-όξινη γλυκοπρωτεΐνη	Πρόβλεψη της σοβαρότητας του συνδρόμου συντριβής (μελέτες σε ζώα)
	MicroRNA	Διάκριση μεταξύ μυϊκής βλάβης και ηπατικής βλάβης (μελέτες σε ζώα)
Απεικονιστικές μέθοδοι	Υπέρηχος	Απλό, γρήγορο και προσβάσιμο δίπλα στο κρεβάτι
	Αξονική τομογραφία	Ανίχνευση κρυφής ραβδομύδωσης
	Μαγνητική τομογραφία	Καλή αντίθεση μαλακών ιστών, υψηλότερη ευαισθησία από τους υπέρηχους και την αξονική τομογραφία

Πίνακας 3.4: Διαγνωστική αξιολόγηση του συνδρόμου συντριβής και χαρακτηριστικά της κάθε μεθόδου. Λόγω της πολυπλοκότητας της παθοφυσιολογίας του συνδρόμου συντριβής, η αποφυγή αυτό να καταστεί μοιραίο, εξαρτάται από την έγκαιρη διάγνωση και την έγκαιρη αντιμετώπισή του (Luo *et al.*, 2023, doi: [10.1016/j.jare.2023.01.016](https://doi.org/10.1016/j.jare.2023.01.016))

Στο σημείο αυτό αξίζει να επισημανθεί πως ένα εκπαιδευμένο και έμπειρο ιατρικό προσωπικό, κατά τους Usuda *et al.* (2023), μπορεί να υποπτευθεί την εμφάνιση συνδρόμου συντριβής σε ένα εγκλωβισμένο άτομο, ακόμη και όταν αυτό βρίσκεται στο σημείο που συνέβη ο σεισμός ή μια άλλη καταστροφή, με βάση τη φυσική εξέταση (βλ. Πίνακα 3.5). Ωστόσο η έγκυρη και διαπιστευμένη διάγνωση, θα γίνει μόνο μέσω ιατρικών και εργαστηριακών ελέγχων (Luo *et al.*, 2023). Η χαοτική κατάσταση και ο πανικός που επικρατεί όμως μετά από μαζικές καταστροφές δημιουργούν ιδιαίτερα δύσκολες συνθήκες στην άμεση αντιμετώπιση καταστάσεων όπως το σύνδρομο συντριβής, οδηγώντας σε καθυστερημένες διαγνώσεις, με ότι αυτό συνεπάγεται για τους ασθενείς (Hashemi *et al.*, 2016).

Κλινική εικόνα συνδρόμου διαμερίσματος	
1.	Πόνος
2.	Ωχρότητα
3.	Εξάλειψη περιφερικών σφίξεων
4.	Αισθητικές διαταραχές (υπαισθησίες / παραισθησίες)
5.	Παράλυση

Πίνακας 3.5: Η κλινική εικόνα του συνδρόμου διαμερίσματος⁶ χαρακτηρίζεται από τα 5 προαναφερθέντα σημεία (Καντάς & Καντάς, 2014), τα οποία είναι γνωστά στη διεθνή βιβλιογραφία ως: 5P (pain, pallor, pulselessness, paresthesias, paralysis), (Ουραήλογλου, 2017).

3.2.3 Θεραπεία του συνδρόμου συντριβής

Το πιο σημαντικό μέτρο που διατίθεται για τη μείωση της θνησιμότητας από σύνδρομο συντριβής σε καταστάσεις σεισμού είναι η άμεση έναρξη της θεραπείας, διότι εάν δεν αντιμετωπιστεί έγκαιρα, συνδέεται με μόνιμες συνέπειες ή ακόμα και θάνατο (Li, *et al.*, 2020). Η ιατρική φροντίδα επιτάσσεται να ξεκινάει από τον τόπο του περιστατικού, με έμφαση στην αντιμετώπιση των απειλητικών για τη ζωή τραυματισμών, καθώς και στην ταχύτερη δυνατόν εξαγωγή από τα συντρίμια, τη διαλογή, την αναπλήρωση υγρών και τη μεταφορά. Η πρώτη μέριμνα του ιατρικού προσωπικού που θα βρεθεί στο σημείο που υπάρχουν τραυματισμένα άτομα περιλαμβάνει αρχικά σταθεροποίηση και

⁶Αξίζει να σημειωθεί πως η εμφάνιση και των 5 σημείων δηλώνει ολοκληρωτική ανάπτυξη συνδρόμου διαμερίσματος με ελάχιστες πιθανότητες αντιμετώπισης θετικής έκβασης (Καντάς & Καντάς, 2014) ενώ εκ των 5 μόνο ο πόνος και ίσως η παραισθησία αποτελούν χαρακτηριστικά που να σχετίζονται με την αναστρεψιμότητα του συνδρόμου διαμερίσματος (Ουραήλογλου, 2017).

αξιολόγηση τραύματος, καθώς και αντιμετώπιση τυχόν επιπλοκών (όπως υπερκαλιαιμία, σύνδρομο διαμερίσματος, ραβδομύλυση ή οξεία νεφρική βλάβη), (Long, Liang & Gottlieb, 2023).

Σε περιοχές όπου έχουν συμβεί σεισμοί, η έγκαιρη και άμεση θεραπευτική αντιμετώπιση όπως η συνεχής χορήγηση μεγάλων ποσοτήτων υγρών, η διούρηση και η αιμοκάθαρση, καθίσταται αδύνατη (Li, *et al.*, 2020). Για τη μείωση των επιπλοκών του συνδρόμου συντριβής, συνιστάται πρόωμη, επιθετική αναζωογόνηση σε προνοσοκομειακά περιβάλλοντα, ιδανικά ακόμη και πριν από την εξαγωγή από τα συντρίμια. Οι υγειονομικοί που θα επιληφθούν τους εγκλωβισμένους πρέπει να γνωρίζουν τον κίνδυνο υπερκαλιαιμίας λίγο μετά την εξαγωγή και πως η βασική θεραπεία είναι η συνεχής ανάνηψη με ενδοφλέβια υγρά. Ιδανικά, η ενδοφλέβια χορήγηση υγρών πρέπει να ξεκινά το συντομότερο δυνατό (κατά προτίμηση εντός 6 ωρών από τη μυϊκή κάκωση), με ρυθμό που διατηρεί την παραγωγή ούρων στους ενήλικες τουλάχιστον 300 mL/h, για τουλάχιστον τις πρώτες 24 ώρες. Το διττανθρακικό νάτριο (NaHCO_3) θα πρέπει να χορηγείται μόνο όταν είναι απαραίτητο για τη διόρθωση της συστηματικής οξέωσης και της μαννιτόλης και μόνο για τη διατήρηση της παραγωγής ούρων τουλάχιστον 300 mL/h παρά την επαρκή χορήγηση υγρών. Επιπλέον, η ταχεία θεραπεία με υγρά που συνοδεύεται από προφυλακτική χορήγηση μαννιτόλης διττανθρακικών, με ανάμειξη 40 mEq NaHCO_3 και 50 ml μαννιτόλης 20% σε 1.000 ml 0,45% NaCl και 5% δεξτρόζη, βρέθηκε να είναι σε μεγάλο βαθμό αποτελεσματική στην πρόληψη της οξείας νεφρικής ανεπάρκειας, εξαιτίας του συνδρόμου συντριβής σε εγκλωβισμένα άτομα από σεισμούς. Ωστόσο, μέχρι σήμερα, καμία τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή δεν έχει συγκρίνει την ενδοφλέβια θεραπεία με υγρά με διττανθρακικά και/ή μαννιτόλη έναντι της θεραπείας με ενδοφλέβια υγρά μόνο. Παράλληλα, έχουν τεκμηριωθεί ορισμένα στοιχεία σχετικά με την προφύλαξη από σύνδρομο συντριβής, αλλά η αποτελεσματικότητα αυτών των θεραπειών δεν έχει ακόμη καθοριστεί με σαφήνεια (Usuda *et al.*, 2023).

Η θεραπεία με παγοποίηση που πραγματοποιείται πάνω από τον προσβεβλημένο μυ είναι αποτελεσματική για βελτιώσεις στη μιτοχονδριακή δυσλειτουργία και τη φλεγμονή. Αυτές οι επιδράσεις πιστεύεται ότι είναι δευτερεύουσες σε βελτιώσεις στη διαρροή καλίου και μυοσφαιρίνης σε πρώιμο στάδιο της νόσου από κατεστραμμένα μυοκύτταρα. Η θεραπεία με παγοποίηση χρησιμεύει για την προσωρινή παράταση της βιωσιμότητας μετά από τραυματισμούς σύνθλιψης και αν συνδυαστεί και με άλλες θεραπείες έγχυσης μπορεί να βελτιωθεί περισσότερο η αποτελεσματικότητά της (Murata *et al.*, 2020).

Εξαιτίας της μειωμένης παροχής αίματος και της ανεπαρκούς οξυγόνωσης που προκαλείται από την τραυματική ισχαιμία, το υπερβαρικό οξυγόνο μπορεί να λειτουργήσει ως παρέμβαση σε αυτές τις καταστάσεις που θέτουν απειλές για την επιβίωση των ιστών, τον έλεγχο των λοιμώξεων και την επούλωση (Strauss, 2022). Σε αυτές τις περιπτώσεις, το οξυγόνο θεωρείται φάρμακο, λαμβάνοντας πάντοτε υπόψιν τις δικές του αντενδείξεις και ανεπιθύμητες ενέργειες (Usuda *et al.*, 2023). Η θεραπεία με υπερβαρικό οξυγόνο έχει εγκριθεί για χρήση ως πρωτοβάθμια ή συμπληρωματική φροντίδα. Ιδιαίτερα στα αρχικά στάδια, προτού καταστεί απαραίτητη η περιτονιατομή, η θεραπεία με υπερβαρικό οξυγόνο αποτελεί θεραπευτική πρόκληση, επειδή δεν υπάρχουν άλλα μέσα για τη διακοπή της εξέλιξης της ισχαιμίας. Ένα «υπερβαρικό» περιβάλλον είναι αυτό στο οποίο ολόκληρο το σώμα ενός ασθενούς εκτίθεται φυσικά σε 100% οξυγόνο, σε πίεση μεγαλύτερη από 1 ατμόσφαιρα (απόλυτη). Η αποτελεσματικότητα του υπερβαρικού οξυγόνου ως συμπληρωματική θεραπεία στους τραυματισμούς σύνθλιψης στηρίζεται στο ότι λειτουργεί με τους νόμους των ιδανικών αερίων μέσω διαφόρων μηχανισμών. Αν και ο Strauss (2012), αναφέρει πως το υπερβαρικό οξυγόνο μετριάζει την παθολογία των καταστάσεων, οι επιδράσεις της υπεροξυγόνωσης, οι μειώσεις του οιδήματος, ο ενισχυμένος έλεγχος των λοιμώξεων, ο σχηματισμός αιμοφόρων αγγείων και κολλαγόνου, η μείωση των ελεύθερων ριζών και οι τραυματισμοί επαναιμάτωσης, το υπερβαρικό οξυγόνο βοηθάει στην ανάρρωση των ασθενών με τέτοιους τραυματισμούς (Dougherty, 2013).

Η εφαρμογή τουρνικέ πριν από την εξαγωγή ενός εγκλωβισμένου ατόμου δεν συνιστάται ευρέως για την πρόληψη του συνδρόμου συντριβής. Ως εκ τούτου, συνιστάται ανεπιφύλακτα σε προνοσοκομειακά περιβάλλοντα όταν υπάρχουν σοβαροί τραυματισμοί σύνθλιψης (Whiffin *et al.*, 2019), διότι μπορεί να καθυστερήσει η επαναιμάτωση και να επιτευχθεί μείωση της νοσηρότητας ή/και πλήρη διάσωση του άκρου Schwartz, Weisner & Badar, 2015). Η χρήση τουρνικέ σε ένα τραυματισμένο άκρο αν και παραμένει αμφιλεγόμενη θα μπορούσε να χρησιμεύσει για την πρόληψη της απώλειας ζωής από την αιμορραγία ή τις ανωμαλίες ηλεκτρολυτών δευτερογενών σε περίπτωση συνδρόμου συντριβής (AO Foundation, ICRC & WHO EMT Secretariat, 2016).

Η περιτονιατομή ή φασιοτομή είναι μια επείγουσα διαδικασία που χρησιμοποιείται σε οξύ σύνδρομο διαμερίσματος, κυρίως στα άνω και κάτω άκρα. Είναι η μόνη γνωστή αποτελεσματική θεραπεία για αυτή την επείγουσα κατάσταση μετά από κατάγμα και αυτή η διαδικασία εκτελείται στο 0,7% όλων των καταγμάτων του ποδιού. Οι τραυματισμοί σύνθλιψης, τα ανοιχτά κατάγματα και τα πολλαπλά κατάγματα του

ποδιού αποτελούν τους ισχυρότερους προγνωστικούς παράγοντες φασιτομής. Μια επείγουσα φασιτομή είναι μια κοινή σύσταση προκειμένου να αποτραπεί ο χρόνιος πόνος και οι παραμορφώσεις, όμως ο ρόλος της στη θεραπεία του συνδρόμου συντριβής από τραυματισμούς σύνθλιψης δεν είναι ξεκάθαρος. Ενώ δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι η φασιτομή βελτιώνει πραγματικά τα αποτελέσματα, εν τούτοις η καθυστερημένη φασιτομή πιθανόν οδηγεί σε χειρότερα φυσικά αποτελέσματα (Usuda *et al.*, 2023). Οι περιτονιοτομές στους τραυματισμούς σύνθλιψης έχουν σχετικά συχνές επιπλοκές, με τις πιο σοβαρές από αυτές να είναι η ανεξέλεγκτη αιμορραγία και η σήψη λόγω μολύνσεων του τραύματος (Osuka *et al.*, 2021). Στο σεισμό του Μαρμαρά στην Τουρκία το 1999 οι φασιτομές συσχετίστηκαν με σήψη (Sever *et al.*, 2002) ενώ και κατά το σεισμό του Μπινγκιόλ της Τουρκίας το 2003, παρατηρήθηκε πως στο 70% των ατόμων με σύνδρομο συντριβής, εφαρμόστηκε φασιτομή και από αυτούς το 81% παρουσίασε σηψαιμία (Gunal *et al.*, 2004). Ωστόσο οι Osuka *et al.* (2021), σημειώνουν πως απαιτείται χειρουργική αποσυμπίεση όταν οι περιφερικοί παλμοί των άκρων δεν είναι ψηλαφητοί.

Οι επιπλοκές που δημιουργούν οι τραυματισμοί σύνθλιψης προκαλώντας σύνδρομο συντριβής δύναται να οδηγήσουν στο θάνατο (Li, et al., 2020). Η επιλογή του ακρωτηριασμού για ελαχιστοποίηση της θνησιμότητας κρίνεται αναγκαία όταν ο ασθενής παρουσιάζει ανεξέλεγκτη αιμοδυναμική αστάθεια, εάν τα ζωτικά σημεία και τα συμπτώματα συνεχίσουν να επιδεινώνονται παρά την επιθετική αναζωογόνηση, εάν υπάρχουν εκτεταμένοι και ταυτόχρονοι τραυματισμοί μαλακών ιστών, οστών, αγγείων και/ή νεύρων, παρατεταμένη ισχαιμία των άκρων και αν υπάρχει αμβλύ αρτηριακό τραύμα. Γενικώς όταν οι παράγοντες κινδύνου για κακή πρόγνωση είναι επικρατέστεροι, ο ακρωτηριασμός μπορεί να ευνοείται, παρά τη φαινομενική βιωσιμότητα του άκρου και τη νοσηρότητα της απώλειας των άκρων (Arango-Granados *et al.*, 2020, Nayar, Alcock & Edwards, 2022).

Επίλογος κεφαλαίου

Το σύνδρομο συντριβής, γνωστό και ως τραυματική ραβδομυόλυση, είναι ένα σύνδρομο με ευρύ κλινικό φάσμα. Προκαλείται από εξωτερική συμπίεση, η οποία συμβαίνει συχνά σε σεισμούς, πολέμους και τροχαία ατυχήματα, και γενικά σε καταστροφές μεγάλης κλίμακας. Το σύνδρομο συντριβής είναι η δεύτερη κύρια αιτία θανάτου μετά το άμεσο τραύμα σε σεισμούς. Μια σειρά κλινικών επιπλοκών που προκαλούνται από το σύνδρομο συντριβής, συμπεριλαμβανομένης της υπερκαλιαμίας, της μυοσφαιρινουρίας και, ειδικότερα, της οξείας νεφρικής βλάβης, αποτελούν την κύρια αιτία θανάτου στο

σύνδρομο συντριβής. Η ολοκληρωμένη κατανόηση της παθοφυσιολογίας, η έγκαιρη διάγνωση, η σωστή αξιολόγηση της σοβαρότητάς του και οι ακριβείς προβλέψεις μιας αρνητικής πρόγνωσης μπορούν να βελτιστοποιήσουν τα αποτελέσματα των ασθενών και να επιτύχουν τη διεξαγωγή θεραπειών, μειώνοντας τη θνησιμότητα. Μια μείωση που δύναται να επιτευχθεί αν η θεραπεία του συνδρόμου συντριβής ξεκινήσει το ταχύτερο δυνατόν, ειδικά σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, ακόμη και πριν ή κατά τη διάρκεια της αποσυμπίεσης τραυματισμένων ασθενών σε τόπους καταστροφής.

Κεφάλαιο 4. Ραβδομυόλυση

Εισαγωγή

Η ραβδομυόλυση είναι μια κατάσταση μυϊκής βλάβης που μπορεί να οδηγήσει σε διάφορες μορφές συστηματικής προσβολής, με πιο σημαντική την οξεία νεφρική βλάβη, την ανισορροπία των ηλεκτρολυτών και τη διάχυτη ενδαγγειακή πήξη. Οι συστηματικές επιπλοκές που σχετίζονται με τη ραβδομυόλυση προκύπτουν από τη διαρροή μυϊκών ενδοκυτταρικών συστατικών στην κυκλοφορία του αίματος. Η απελευθέρωση αυτή του ενδοκυτταρικού περιεχομένου στο κυκλοφορικό σύστημα καθιστά τη ραβδομυόλυση ένα δυνητικά απειλητικό για τη ζωή σύνδρομο. Τα αίτια ανάπτυξης της ραβδομυόλυσης είναι ποικίλα, με συχνότερα την τραυματική αιτιολογία, την ακινητοποίηση, τη σήψη, τα ναρκωτικά και το αλκοόλ. Αν και πρώτη περιγραφή της ραβδομυόλυσης στη σύγχρονη εποχή χρονολογείται από το 1812 κατά τη διάρκεια της κατοχής του Βερολίνου από το στρατό του Ναπολέοντα, εν τούτοις η λεπτομερέστερη περιγραφή της έγινε από τον Bywaters τη δεκαετία του 1940 κατά τη διάρκεια του βομβαρδισμού του Λονδίνου, στο Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. Η ιστορία της ραβδομυόλυσης όμως είναι στενά συνδεδεμένη και με τους σεισμούς. Οι καταρρεύσεις κτηρίων που προκαλούνται κατά την εκδήλωση των σεισμικών φαινομένων, έχουν ως συνέπεια τον τραυματισμό και τον εγκλωβισμό μεγάλου αριθμού ατόμων με απώτερη συχνά συνέπεια, την εμφάνιση της επικίνδυνης αυτής κατάστασης που καλείται ραβδομυόλυση. Καθιστώντας την, ακόμη πιο επικίνδυνη για την επιβίωση των ασθενών, αφού πρέπει να αντιμετωπιστεί άμεσα σε ένα περιβάλλον καταστροφής, όπως είναι οι σεισμοί.

4.1 Ορίζοντας τη ραβδομυόλυση

Κάνοντας κάποιος χρήση του όρου ραβδομυόλυση, εννοεί τη διάλυση των σκελετικών μυών η οποία χαρακτηρίζεται από διαρροή περιεχομένων μυϊκών κυττάρων, μυοσφαιρίνης, σαρκοπλασματικών πρωτεϊνών (κινάση της κρεατίνης, γαλακτική αφυδρογονάση, αλδολάση, αλανίνη και ασπαρτική αμινοτρανσφεράση) και ηλεκτρολυτών στο εξωκυτταρικό υγρό και στην κυκλοφορία (Vanholder *et al.*, 2000).

Η λέξη ραβδομυόλυση (ή rhabdomyolysis όπως συναντάται στη διεθνή βιβλιογραφία) προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις ράβδος, μυς και λύσης (εννοώντας τη διάσπαση του γραμμωτού/ραβδόμορφου μυός) (Aleckovic-Halilovic *et al.*, 2020).

Συμπτώματα όπως μυϊκή αδυναμία, πόνος/μυαλγία, τοπικό οίδημα και σκούρο κόκκινο χρώμα ούρων/μυοσφαιρινουρία, ενδεχομένως υποδηλώνουν την εξέλιξη

ραβδομυόλυσης. Μπορεί να κυμαίνεται από ήπια αύξηση της κινάση της κρεατίνης έως επείγουσες ιατρικές καταστάσεις όπως σύνδρομο διαμερίσματος, εξάντληση ενδοαγγειακών υγρών, διάχυτη ενδοαγγειακή πήξη, οξεία νεφρική βλάβη που προκαλείται από χρωστικές ουσίες και καρδιακές αρρυθμίες. Η εργαστηριακή διάγνωση της ραβδομυόλυσης δείχνει αυξήσεις της κινάση της κρεατίνης του ορού. Πολλοί γιατροί χρησιμοποιούν τρεις έως πέντε φορές το ανώτατο όριο των φυσιολογικών τιμών από 100 έως 400 IU/L⁷ (περίπου 1000 IU/λίτρο) για διάγνωση. Η ραβδομυόλυση είναι μια από τις κύριες αιτίες οξείας νεφρικής ανεπάρκειας. Εάν εντοπιστεί έγκαιρα, η πρόγνωση της οξείας νεφρικής βλάβης με ραβδομυόλυση είναι σχετικά καλοήγη. Η αιτιολογία της ραβδομυόλυσης μπορεί να ταξινομηθεί ως τραυματική και μη τραυματική. Σημαντικές αιτίες τραυματικής ραβδομυόλυσης είναι το σύνδρομο συντριβής από ατυχήματα, σεισμούς και άλλες φυσικές ή ανθρωπογενείς καταστροφές. Κάθε μυϊκό τραύμα⁸ δεν οδηγεί σε ραβδομυόλυση και νεφρική ανεπάρκεια. Εναλλακτικές αιτίες οξείας νεφρικής ανεπάρκειας όπως αφυδάτωση, σήψη, φάρμακα πρέπει πάντα να αξιολογούνται. Οι επιληπτικές κρίσεις, η χρήση αλκοόλ, τα ναρκωτικά, η παρατεταμένη κατάκλιση είναι κοινές αιτίες μη τραυματικής ραβδομυόλυσης (Stanley *et al.*, 2023).

4.2 Ιστορικά στοιχεία της ραβδομυόλυσης

Η πρώτη (αν και αόριστη) αναφορά πιθανής ραβδομυόλυσης συχνά πιστώνεται στη Βίβλο. Το ιστορικό της ραβδομυόλυσης μπορεί να αναχθεί στην εποχή της Παλαιάς Διαθήκης, όπου οι Ισραηλίτες υπέφεραν από παρόμοια συμπτώματα με αυτά που παρατηρούνται λόγω ραβδομυόλυσης, μετά την κατανάλωση ορτυκιών κατά την αναχώρησή τους από την Αίγυπτο (Aleckovic-Halilovic *et al.*, 2020). Η δηλητηρίαση από ορτύκια (ορτυκίαση) είναι μια καλά περιγραφόμενη αιτία ραβδομυόλυσης, αν και ίσως οι περισσότεροι νεφρολόγοι να μην γνωρίζουν τη σχέση (Tsironi *et al.*, 2004). Η μυόλυση μετά την κατανάλωση κρέατος του κοινού ορτυκιού (*Coturnix coturnix*), είναι γνωστή στις μεσογειακές χώρες (Hohenegger, 2012) ενώ στην Ιταλία έχει παρατηρηθεί παρόμοια κλινική κατάσταση και μετά από κατανάλωση κρέατος κοκκινολαίμιδων, σπίνων και σταρήθρων (Rizzi *et al.*, 1989). Αυτά τα πουλιά καθώς και τα ορτύκια δεν είναι ευαίσθητα

⁷International Units Per Liter (IU/L): Στη φαρμακολογία, η διεθνής μονάδα (IU) είναι μια μονάδα μέτρησης για την επίδραση ή τη βιολογική δραστηριότητα μιας ουσίας, με σκοπό την ευκολότερη σύγκριση μεταξύ παρόμοιων μορφών ουσιών. Οι διεθνείς μονάδες χρησιμοποιούνται για τον ποσοτικό προσδιορισμό βιταμινών και βιολογικών ουσιών (ορμόνες, ορισμένα φάρμακα, εμβόλια, προϊόντα αίματος και παρόμοιες βιολογικά δραστικές ουσίες)

(<https://www.nyp.org/healthlibrary/definitions/international-units-per-liter-iul>)

⁸Ως τραύμα ορίζεται η φυσική βλάβη η οποία προκαλείται από μηχανική ενέργεια (Μακρής και συν., 2023).

στα ενεργά αλκαλοειδή που περιέχονται σε φυτά με τα οποία τρέφονται, όπως το κώνειο το στικτόν (*Conium maculatum*), ή αλλιώς κώνειο. Η κωνεΐνη, η οποία περιέχεται στο φυτό αυτό, αποτελεί το κύριο αλκαλοειδές του κώνειου και φαίνεται να είναι ο βασικός παράγοντας πρόκλησης της ορτυκίας (Αποστόλου και συν., 2021).

Η πρώτη περιγραφή της ραβδομύλωσης στη σύγχρονη εποχή χρονολογείται από το 1812 κατά τη διάρκεια της κατοχής του Βερολίνου από το στρατό του Ναπολέοντα, από τον βαρόνο Dominique Jean Larrey, έναν Γάλλο χειρουργό. Οι πρώτες αναφερθείσες περιπτώσεις τραυματικής ραβδομύλωσης και οξείας νεφρικής βλάβης τον 20ο αιώνα παρατηρήθηκαν από τον Γερμανό χειρουργό Ludwig Frankenthal γύρω στο 1916 κατά τη διάρκεια του Α' Παγκοσμίου Πολέμου. Τα επίσημα γερμανικά ιατρικά αρχεία έδειξαν έως και 126 περιπτώσεις τραυματισμένων στρατιωτών με ραβδομύλωση. Μερικά χρόνια αργότερα, ο Minami, ένας Ιάπωνας δερματολόγος που σπούδασε στη Γερμανία, υπό την επίβλεψη του Γερμανού παθολόγου, καθηγητή Ludwig Pick, παρατήρησε τα νεφρά τριών Γερμανών στρατιωτών που πέθαναν από τραύματα κατά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο και υποψιάστηκε πως πιθανή αιτία της επακόλουθης νεφρικής ανεπάρκειας ήταν η προκαλούμενη από τα τραύματα, μυϊκή βλάβη. Ενοχοποιώντας τη μυοσφαιρίνη ως νεφροτοξικό παράγοντα. Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και συγκεκριμένα μετά το βομβαρδισμό του Λονδίνου («The London Blitz») ο Bywaters, ένας ρευματολόγος του νοσοκομείου Hammersmith, το 1940, περιγράφει για πρώτη φορά το σύνδρομο συντριβής, αναγνωρίζοντας τη μυοσφαιρίνη ως τον παράγοντα που προκαλεί το καφέ χρώμα στα ούρα και την οξεία σωληναριακή νέκρωση (Aleckovic-Halilovic *et al.*, 2020).

Η περιγραφή της ραβδομύλωσης όμως δεν έγινε μόνο από ιατρούς που ασχολήθηκαν με τραυματίες ή νεκρούς πολεμικών συρράξεων. Το 1924 στην πόλη Κόνισμπεργκ (Königsberg) της Πρωσίας (σημερινό Καλίνινγκραντ στη Ρωσία) παρατηρήθηκε μια επιδημιολογία μυοπάθειας κατά την οποία οι ασθενείς είχαν κλινική εικόνα σοβαρού γενικευμένου μυϊκού πόνου και ευαισθησίας με αδυναμία, ιδιαίτερα στα κάτω άκρα, ταχύπνοια, εφίδρωση, ταχυκαρδία, υπέρταση και πτώση της θερμοκρασίας ενώ τα ούρα είχαν χρώμα καφέ, μαύρα ή κόκκινα (Solomon, 1990). Η νόσος αυτή, ονομάστηκε νόσος του Haff⁹ και η εμφάνισή της συνδέθηκε με την κατανάλωση κάποιων

⁹Η νόσος Haff είναι ένας τύπος ανθρώπινης ραβδομύλωσης που χαρακτηρίζεται από την ξαφνική έναρξη ανεξήγητης μυϊκής ακαμψίας και ένα αυξημένο επίπεδο της κινάσης κρεατίνης ορού εντός 24 ωρών μετά την κατανάλωση μαγειρεμένων κάποιων ειδών ψαριών του γλυκού νερού ή άλλων υδρόβιων οργανισμών π.χ. ένα είδος καραβίδας (*Procambarus clarkii*), (Pei *et al.*, 2019).

ψαριών της περιοχής, όπως χέλι του γλυκού νερού (*Anguilla anguilla*) και ένα είδος παχύχελου (*Lota lota*), (Chan, 2016).

Μια άλλη αιτία ραβδομύλωσης που εμφανίστηκε τον 20^ο αιώνα ήταν η δηλητηρίαση από μανιτάρια (Aleckovic-Halilovic *et al.*, 2020). Η μυοτοξική δηλητηρίαση από μανιτάρια, προκαλεί σύνδρομο με κύριο χαρακτηριστικό τη ραβδομύλωση παρουσιάζοντας συμπτώματα όπως μυαλγίες, υπέρταση, νεφρική ανεπάρκεια, υπερκαλιαιμία και καρδιαγγειακή κατάρρευση (Cho & Han, 2016). Ανάλογα με το είδος του μανιταριού που θα καταναλωθεί μπορεί να έχει ταχεία έναρξη (*Russula*) ή καθυστερημένη έναρξη (*Tricholoma*), (White *et al.*, 2019).

Η ιστορία της ραβδομύλωσης όμως αν και άρχισε να γνωστοποιείται λόγω πολεμικών συρράξεων ή διαφόρων καταναλώσεων τροφής, εν τούτοις αποτέλεσε πρόκληση για την ιατρική κοινότητα εξαιτίας της στενής σύνδεσής της με διαφόρων ειδών καταστροφές και κυρίως τους σεισμούς (Aleckovic-Halilovic *et al.*, 2020).

Μετά την εκδήλωση καταστροφών και ειδικότερα σεισμών παρατηρείται ένας μεγάλος αριθμός ατόμων που φέρει τραυματισμούς σύνθλιψης εκ των οποίων τραυματισμένων, αρκετοί θα παρουσιάσουν σύνδρομο συντριβής. Η χρήση του όρου σύνθλιψη δηλώνει την πίεση πάνω σε κάτι που έχει υποστεί ζημιά ή τραυματίζεται σκληρά, χάνοντας το σχήμα ή τη διαμόρφωσή του. Η διαφορά των τραυματισμών σύνθλιψης με το σύνδρομο συντριβής έγκειται στο ότι στην πρώτη περίπτωση αναφέρεται η αιτία του τραυματισμού ενώ στη δεύτερη υποδηλώνονται οι συστημικές εκδηλώσεις μετά από τραυματισμό μυϊκής σύνθλιψης λόγω άμεσης τραυματικής πρόσκρουσης ή τραυματισμού ισχαιμίας-επαναιμάτωσης. Οι εκδηλώσεις που μπορεί να περιλαμβάνουν τεντωμένους, οίδηματώδεις και επώδυνους μύες, υποογκαιμικό σοκ, οξεία νεφρική βλάβη, υπερκαλιαιμία, αλκαλική ύφεσις αίματος, αρρυθμίες, καρδιακή και αναπνευστική ανεπάρκεια. λοιμώξεις και ψυχολογικά τραύματα (Sever, *et al.*, 2015).

Ωστόσο παρά το γεγονός ότι το σύνδρομο συντριβής που σχετίζεται με φυσικές καταστροφές και ειδικότερα με τους σεισμούς ήταν γνωστό στους επιστήμονες από καιρό¹⁰, πέρασε για μεγάλο χρονικό διάστημα απαρατήρητο μέχρι την εμφάνιση ενός από τους πιο θανατηφόρους σεισμούς όλων των εποχών το 1976. Τη χρονιά αυτή εκδηλώθηκε

¹⁰Οι De Santo, Bisaccia & De Santo S, το 2016, αναφέρουν πως η ραβδομύλωση (ως νέκρωση συμπίεσης) περιγράφηκε μετά τον σεισμό της Μεσσήνας από τους Franz von Colmers, Antonino D'Antona και Rocco Caminiti. Τονίζοντας, πως η ιστορική προτεραιότητα της περιγραφής τραυματισμού σύνθλιψης με νεφρική δυσλειτουργία θα πρέπει να αποδοθεί στον D'Antona.

στην περιοχή Τανγκσάν της Κίνας σεισμός μεγέθους 7,6 Ρίχτερ με περισσότερους από 240.000 θανάτους και 165.000 τραυματίες. Στο πλαίσιο αυτής της καταστροφής έγιναν τρεις σημαντικές παρατηρήσεις:

- i. Η συχνότητα του συνδρόμου συντριβής κυμαινόταν από 2 έως 5% μεταξύ των τραυματισμένων θυμάτων.
- ii. Οι ασθενείς με τραύματα σύνθλιψης, των οποίων η γενική κατάσταση φαίνονταν ικανοποιητική, κινδύνευαν να πεθάνουν ξαφνικά λόγω υπερκαλιαιμίας.
- iii. Ανεξάρτητα από τη σοβαρότητα της μυϊκής συμπίεσης, οποιοσδήποτε ασθενής υπήρχε πιθανότητα να αναπτύξει σύνδρομο συντριβής. Ως εκ τούτου, όλες οι περιπτώσεις σύνθλιψης θα πρέπει να παρακολουθούνται στενά για τυχόν σημάδια αρχόμενης οξείας νεφρικής βλάβης (Sheng, 1987).

Παρατηρήσεις που επιβεβαιώθηκαν σε αρκετούς μεταγενέστερους σεισμούς, σε όλο τον κόσμο αλλά και που απέδειξαν πως ο υποκείμενος παθογενετικός μηχανισμός στο σύνδρομο σύνθλιψης είναι η ραβδομύολυση (Sever, *et al.*, 2015).

4.3 Αιτιολογία της ραβδομύολυσης

Οι συνήθεις αιτίες της ραβδομύολυσης (βλ. Πίνακα 4.1) είναι το τραύμα, η καταπόνηση, η μυϊκή υποξία, οι λοιμώξεις, οι μεταβολικές και ηλεκτρολυτικές διαταραχές, η χρήση φαρμάκων, οι τοξίνες και γενετικά ελαττώματα (Chavez *et al.*, 2016, Αρναούτογλου & Στεφάνου, 2023). Τα επαναλαμβανόμενα επεισόδια ραβδομύολυσης θα πρέπει να ωθήσουν την εξέταση για τον εντοπισμό υποκείμενων ελαττωμάτων που παρατηρούνται στο μεταβολισμό των μυών. Η μυϊκή βλάβη μπορεί να είναι από άμεσο τραυματισμό/τραύμα ή από μεταβολικές ανισότητες που καταλήγουν σε άμεσο σαρκολαιμικό τραυματισμό ή εξάντληση του ATP εντός της μυϊκής ίνας. Η εξάντληση του ATP βλάπτει την ενδοκυτταρική ρύθμιση του ασβεστίου (συνήθως, τα μυϊκά κύτταρα διατηρούν χαμηλά επίπεδα ασβεστίου σε ηρεμία και αυξημένο ασβέστιο απαραίτητο για τη δέσμευση ακτίνης-μυοσίνης κατά τη συστολή), με αποτέλεσμα μια επίμονη αύξηση του σαρκοπλασμικού ασβεστίου, προκαλώντας επίμονη συστολή, εξάντληση ενέργειας και ενεργοποίηση των εξαρτώμενων από ασβέστιο πρωτεασών, φωσφολιπασών και τελική καταστροφή μυοϊνιδιακών, κυτταροσκελετικών και μεμβρανικών πρωτεϊνών, ακολουθούμενη από λυσοσωμική πέψη των περιεχομένων των ινών.

Με την αυξημένη χρήση φαρμάκων που μειώνουν τα λιπίδια, αυξάνεται η συχνότητα της ραβδομύολυσης από αναστολείς HMG Co-A. Η μυϊκή τοξικότητα από τις στατίνες κυμαίνεται από μυοπάθεια, μυαλγία, μυοσίτιδα και ραβδομύολυση. Πολλαπλοί

παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί συμβάλλουν στη μυϊκή βλάβη που σχετίζεται με τις στατίνες. Η διακοπή των στατινών είναι μια αποτελεσματική μέθοδος στη θεραπεία της ραβδομυόλυσης που προκαλείται από στατίνες. Η επίμονη αύξηση της κινάσης της κρεατίνης ακόμη και μετά τη διακοπή των στατινών θα πρέπει να εγείρει ανησυχία για νεκρωτική αυτοάνοση μυοπάθεια. Θα πρέπει να αποφεύγεται η ταυτόχρονη χρήση άλλων φαρμάκων που μπορούν να ενισχύσουν τον τραυματισμό των μυών. Η χρήση της χαμηλότερης ανεκτής δόσης στατίνης συνιστάται σε ασθενείς με ιστορικό ραβδομυόλυσης που προκαλείται από φάρμακα. Οι ασθενείς μπορεί να έχουν έναν ή περισσότερους παράγοντες κινδύνου για την ανάπτυξη ραβδομυόλυσης 5 έως 10% των περιπτώσεων ραβδομυόλυσης μπορεί να μην έχουν οριστική αιτία.

Η ραβδομυόλυση κλινικά είναι μια τριάδα μυαλγίας, μυοσφαιρινουρίας (ούρα με χρώμα τσαγιού) και αδυναμίας. Παρόλο που λιγότερο από το 10% των ασθενών παρουσιάζουν κλασικά συμπτώματα, οι περισσότεροι ασθενείς έχουν ήπια μη φυσιολογικά εργαστηριακά ευρήματα και είναι ασυμπτωματικοί (Bagley, Yang, & Shah, 2007). Η αυξημένη κινάση της κρεατίνης είναι η πιο ευαίσθητη εργαστηριακή εξέταση για την αξιολόγηση του μυϊκού τραυματισμού. Δυστυχώς, η αύξηση του επιπέδου της κρεατινικής κινάσης δεν έχει καλή συσχέτιση με τη σοβαρότητα της μυϊκής βλάβης και της νεφρικής ανεπάρκειας. Τα επίπεδα κρεατινικής κινάσης άνω των 5000 διεθνών μονάδων/L, γενικά, θα έχουν κάποιο βαθμό σημαντικού μυϊκού τραυματισμού. Η θεραπεία της ραβδομυόλυσης συνιστά κυρίως υποστηρικτική φροντίδα με επαρκή ενυδάτωση και στόχος είναι η πρόληψη της οξείας νεφρικής ανεπάρκειας.

Η ραβδομυόλυση είναι ένα κλινικό σύνδρομο που προκύπτει από άμεσο ή έμμεσο τραυματισμό των σκελετικών μυών (Subashri *et al.*, 2023), μια πολυπαραγοντική κατάσταση (Da Silva Junior *et al.*, 2023), η αιτιολογία της οποίας μπορεί να ταξινομηθεί σε δύο μεγάλες κατηγορίες (Stanley *et al.*, 2023).

Η πρώτη κατηγορία κατά τους Stanley *et al.*, (2023) είναι αυτή η οποία που περιγράφει την πρόκληση ραβδομυόλυσης εξαιτίας τραυματικών ή σωματικών αιτιών και η δεύτερη εξαιτίας μη τραυματικών ή σωματικών αιτιών.

Η διαπίστωση των αιτιών της ραβδομυόλυσης μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μελέτης του ιστορικού, των κλινικών και εργαστηριακά ευρημάτων του/της ασθενή (Subashri *et al.*, 2023, Stanley *et al.*, 2023).

4.3.1 Τραυματικά ή σωματικά αίτια

Η τραυματική ή σωματική ραβδομυόλυση μπορεί να συμβεί υπό διάφορες συνθήκες και συνήθως έχει κακή πρόγνωση σε σύγκριση με τη μη τραυματική (Baeza-Trinidad, 2022).

Μηχανισμοί πρόκλησης ραβδομυόλυσης τραυματικών ή σωματικών αιτιών σύμφωνα με τους Stanley *et al.* (2023):

1. Θύματα πολυτραυμάτων, τροχαίων ατυχημάτων, ατυχημάτων ορυχείων, σεισμών, ιδιαίτερα εκείνα που έχουν παγιδευτεί ή εγκλωβιστεί, είναι επιρρεπή στο σύνδρομο συντριβής και μπορεί να αναπτύξουν σοβαρό σύνδρομο διαμερίσματος.
2. Παρατεταμένη ακινητοποίηση λόγω κώματος, τοξική δηλητηρίαση από αλκοόλ και ναρκωτικά, κάταγμα ισχίου και χειρουργικές επεμβάσεις που απαιτούν συγκεκριμένες θέσεις για μεγάλη διάρκεια.
3. Η κακοποίηση, τα βασανιστήρια και οι σωματικοί περιορισμοί για μεγάλη διάρκεια (παρατηρούνται συνήθως στα παιδιά).
4. Κατάγματα κάτω άκρων (κάταγμα κνήμης), αρτηριακή απόφραξη από παρατεταμένη ακινητοποίηση, τουρνικέ και χειρουργική σύσφιξη.
5. Ατυχήματα πυρκαγιάς και εκρήξεις.
6. Ηλεκτροπληξία υψηλής τάσης και χτύπημα κεραυνού μπορεί να προκαλέσουν άμεσο τραυματισμό στη σαρκοπλασματική μεμβράνη, με μαζική εισροή ασβεστίου μαζί με σοβαρή ραβδομυόλυση.
7. Έντονη μυϊκή άσκηση¹¹, ειδικά σε μη εκπαιδευμένα άτομα, άρση μεγάλων βαρών και εκτέλεση ασκήσεων υπό συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας, κατάσταση επιληπτικής κρίσης, τρόμος παραλήρημα, υπερβολική δόση φαινκυκλιδίνης, τέτανος και σπάνια σήψη.

¹¹Η έντονη μυϊκή άσκηση, προκαλεί στους σκελετικούς μυς που δραστηριοποιούνται, πλήθος αλλαγών σε μορφολογικό, δομικό και βιοχημικό επίπεδο. (Feasson *et al.*, 2002). Αύξηση της κινάσης της κρεατίνης σε τιμές πενταπλάσιες των φυσιολογικών, αποτελούν ισχυρή ένδειξη ραβδομυόλυσης. Η ραβδομυόλυση λόγω καταπόνησης συμβαίνει λόγω υπερβολικής σωματικής δραστηριότητας που οδηγεί σε εξάντληση του τοπικού αποθέματος ενέργειας των μυών και στην αδυναμία των μυϊκών κυττάρων να διατηρήσουν την κυτταρική ακεραιότητα. Αυτό μπορεί να συμβεί σε υγιή άτομα και έχει ως αποτέλεσμα κυτταρική βλάβη, απελευθέρωση κυτταρικού περιεχομένου και τελικά δευτερογενείς επιπλοκές (Adhikari *et al.*, 2021). Η ραβδομυόλυση κατά την άσκηση είναι μια δυνητικά απειλητική για τη ζωή ιατρική κατάσταση εάν δεν αντιμετωπιστεί επαρκώς έγκαιρα (Yow *et al.*, 2021).

4.3.1 Μη τραυματικά ή μη σωματικά αίτια

Οι μη τραυματικές αιτίες της ραβδομυόλυσης μπορεί να οφείλονται σε αναντιστοιχία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης οξυγόνου, αλλαγές ηλεκτρολυτών και μεταβολικές ανωμαλίες.

Κατά Stanley *et al.* (2023), αναφέρονται τα εξής:

1. Φάρμακα-οινόπνευμα, κολχικίνη, μονοξείδιο του άνθρακα, στατίνες, δαπτομυκίνη, κοκαΐνη, κορτικοστεροειδή, αμφεταμίνες, έκσταση, ηλεκτρολύτες, ζιδοβουδίνη, φιμπράτες, διουρητικά, ανθελονοσιακά, αντιχολινεργικά, ενδοφλέβια και ενδομυϊκή χρήση παράνομων ναρκωτικών.
2. Λοιμώξεις-πυομυοσίτιδα (MRSA), σηπτικό σοκ, σύνδρομο τοξικού σοκ, μυκόπλασμα, λεγιονέλλα, ελονοσία, HIV, ιός κόξακη, σαλμονέλα, τουλαραιμία, ερlichίωση και γρίπη.
3. Ηλεκτρολυτικές ανωμαλίες-υποκαλιαιμία, υποφωσφαταιμία, υπερωσμωτικές καταστάσεις, υπο και υπερασβεστιαίμια και σοβαρή αφυδάτωση.
4. Ενδοκρινική-υπεροσμωτική υπεργλυκαιμική κατάσταση, σοβαρή διαβητική οξέωση με κόμα, μυξοίδημα.
5. Μυοπάθειες - Διαταραχές της γλυκογονόλυσης [ανεπάρκεια μυοφωσφορυλάσης (νόσος McArdle), ανεπάρκεια κινάσης φωσφορυλάσης], διαταραχές γλυκόλυσης (ανεπάρκεια φωσφοφρουκτοκινάσης, ανεπάρκεια φωσφογλυκερικής κινάσης, ανεπάρκεια φωσφογλυκερικής μούτσης, ανεπάρκεια γαλακτικής αφυδρογονάσης), ανεπάρκεια του μεταβολισμού πουρίνης (ανεπάρκεια μυοαδενυλικής απαμινάσης), διαταραχές του μεταβολισμού των λιπιδίων (ανεπάρκεια καρνιτίνης, ανεπάρκεια καρνιτίνης ανεπάρκεια παλμιτοϋλτρανσφεράσης, βραχεία και μακροχρόνια λιπογένεση) και μυοπάθεια Brody (ανεπάρκεια αδενοσινοτριφωσφατάσης ασβεστίου).
6. Δάγκωμα εντόμου και δηλητήριο φιδιού, τσίμπημα σφήκας, μονοξείδιο του άνθρακα, νόσος Haff και δηλητηρίαση από μανιτάρια.
7. Αυτοάνοση μυοσίτιδα-πολυμυοσίτιδα, δερματομυοσίτιδα.
8. Αιμοσφαιρινοπάθεια-δρεπανοκυτταρικό χαρακτηριστικό.
9. Δυσρυθμισμένη θερμοκρασία σώματος - κακοήθη νευροληπτικό σύνδρομο, κακοήθη υπερθερμία (εισπνεόμενα αναισθητικά με ή χωρίς ηλεκτρουλοχολίνη), παρολίγον πνιγμός, υποθερμία και κρυοπαγήματα.
10. Συμπληρώματα για τη βελτίωση της φυσικής απόδοσης και την απώλεια βάρους.

11. Σύνδρομο τριχοειδούς διαρροής και απότομη διακοπή μπακλοφένης.

Οι κυριότερες αιτίες της ραβδομυόλυσης		
Είδος	Αιτία	Παράδειγμα
Επίκτητα	Τραύμα	Σύνδρομο συντριβής
	Άσκηση	Έντονη μυϊκή δραστηριότητα, εξάντληση ενέργειας, ανισορροπία ηλεκτρολυτών
	Ισχαιμία	Ακινητοποίηση, συμπίεση, θρόμβωση
	Παράνομα ναρκωτικά	Κοκαΐνη, ηρωίνη, LSD
	Αλκοόλ	Οξεία ή χρόνια κατανάλωση
	Φάρμακα	Δοσοεξαρτώμενες, πολλαπλές αλληλεπιδράσεις
	Λοιμώξεις	Βακτηριακές, ιογενείς, παρασιτικές
	Ακραίες θερμοκρασίες	Υπερθερμία, υποθερμία, κακοήθη νευροληπτικό σύνδρομο
	Ενδοκρινοπάθειες	Υπερ/υποθυρεοειδισμός, διαβητικές επιπλοκές
	Τοξίνες	Δαγκώματα αράχνης, τσιμπήματα σφήκας, δηλητήριο φιδιού
Κληρονομικά	Μεταβολικές μυοπάθειες	Αποθήκευση γλυκογόνου, λιπαρά οξέα, μιτοχονδριακές διαταραχές
	Δομικές μυοπάθειες	Δυστροφινοπάθεια, δυσφερλινοπάθεια
	Νευρολογικές διαταραχές που σχετίζονται με αυτοσωμικές υπολειπόμενες μεταλλάξεις	Μετάλλαξη γονιδίου RYR1, μετάλλαξη γονιδίου SCN4A
	Άλλα	Γονιδιακή μετάλλαξη της λιπίνης-1, δρεπανοκυτταρική αναιμία, «καλοήθης ραβδομυόλυση κατά την άσκηση»

Πίνακας 4.1: Η αιτιολογία της ραβδομυόλυσης κατά τους Chavez *et al.*, (2016). (doi: [10.1186/s13054-016-1314-5](https://doi.org/10.1186/s13054-016-1314-5))

4.4 Επιδημιολογία

Η ραβδομυόλυση μπορεί να συμβεί σε οποιαδήποτε ηλικία, αλλά η πλειονότητα των περιπτώσεων παρατηρείται σε ενήλικες. Οι άνδρες, η αφροαμερικανική φυλή, η παχυσαρκία, η ηλικία άνω των 60 ετών είναι παράγοντες που καταδεικνύουν υψηλότερη συχνότητα ραβδομυόλυσης. Η πιο κοινή αιτία ραβδομυόλυσης στα παιδιά είναι η μόλυνση (30%). Δύο ή περισσότεροι παράγοντες κινδύνου μπορεί να υπάρχουν σε ενήλικες με ραβδομυόλυση. Η οξεία νεφρική βλάβη στη ραβδομυόλυση συμβάλλει σε σημαντική νοσηρότητα και θνησιμότητα. Η ραβδομυόλυση με σημαντική αύξηση της κίνησης της κρεατίνης και η εισαγωγή σε μονάδα εντατικής θεραπείας επηρεάζει

σημαντικά την έκβαση. Ακόμη και χωρίς οξεία νεφρική βλάβη, το ποσοστό θνησιμότητας είναι περίπου 20%, ενώ με νεφρική βλάβη, η θνησιμότητα φτάνει περίπου 50% (Brinley *et al.*, 2018, Danielak, Karaźniewicz-Łada & Głowska, 2018).

Η συχνότητα εμφάνισης ραβδομυόλυσης σε τραυματισμούς σύνθλιψης είναι συχνή (Long, Liang & Gottlieb, 2023) αγγίζοντας το 30 με 50% (Stanley *et al.*, 2023). Τα παιδιά διατρέχουν χαμηλό κίνδυνο για σύνδρομο συντριβής και έχουν καλύτερη θνησιμότητα σε σύγκριση με τους ενήλικες. Η οξεία νεφρική βλάβη που είναι η πιο συχνή συστηματική επιπλοκή της ραβδομυόλυσης, εμφανίζεται σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 10 και 55% και σχετίζεται με κακή έκβαση, ιδιαίτερα αν υπάρχει και ανεπάρκεια πολλαπλών οργάνων (Chavez *et al.*, 2016). Από τους ασθενείς που θα παρουσιάσουν οξεία νεφρική βλάβη εξαιτίας του συνδρόμου συντριβής 6 έως 10% των ασθενών που θα επιζήσουν ενός σεισμού θα χρειαστούν αιμοκάθαρση (Hatamizadeh *et al.*, 2006). Κατά τη διάρκεια φυσικών καταστροφών όπως οι σεισμοί, η έγκαιρη αναζωογόνηση υγρών, η εξαγωγή και η άμεση νοσηλεία με μια διεπιστημονική ομαδική προσέγγιση μειώνουν την οξεία νεφρική βλάβη, τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα (Stanley *et al.*, 2023).

Η λήψη στατινών ελλοχεύει τον κίνδυνο ανάπτυξης μυοπάθειας (Ballantyne *et al.*, 2003), η μυοτοξικότητα των οποίων περιλαμβάνει από ήπια μυαλγία έως βαριά ραβδομυόλυση (βλ. Πίνακα 4.2), (Παληός & Κουταλάς, 2008). Τα μυϊκά συμπτώματα που παρατηρούνται σχετίζονται με αύξηση της κινάσης της κρεατίνης περισσότερο από 11 φορές του ανώτερου φυσιολογικού ορίου, προκαλώντας μυϊκή καταστροφή (μυονέκρωση) συνοδευόμενη από μυοσφαιρινουρία που συνάδει με νεφροπάθεια και κατ' επέκταση απειλή για την επιβίωση του ασθενούς (Pasternak *et al.*, 2002). Περίπου το 0,5% των ασθενών που λαμβάνουν στατίνες μπορεί να αναπτύξουν κλινικά σημαντική μυονέκρωση. Επιπλέον η ταυτόχρονη χρήση άλλων φαρμάκων όπως η γεμφιβροζίλη, η κυκλοσπορίνη, οι αναστολείς του κυτοχρώματος P450, τα στεροειδή ενέχουν αυξημένο κίνδυνο για ραβδομυόλυση από στατίνες. Ωστόσο αν και η συχνότητα της ραβδομυόλυσης είναι πολύ χαμηλή λόγω λήψης στατινών, στην κλινική πράξη, οι ανεπιθύμητες ενέργειες που σχετίζονται με τους μυς αποτελούν συχνή αιτία για τη διακοπή της θεραπείας με στατίνες (Stanley *et al.*, 2023).

Κατάταξη - ορισμός της μυοτοξικότητας	
Μυοπάθεια	Ασθένεια των μυών, επίκτητη ή κληρονομική
Μυαλγία	Πόνος ή αδυναμία των μυών χωρίς αύξηση της κρεατινικής κινάσης
Μυοσίτιδα	Μυϊκή συμπτωματολογία με συνοδό αύξηση της κρεατινικής κινάσης
Ραβδομύολυση	Μυϊκή συμπτωματολογία με συνοδό παθολογική αύξηση της κρεατινικής κινάσης (CK) >10 φορές της ανώτερης φυσιολογικής τιμής, ως αποτέλεσμα σοβαρής μυϊκής καταστροφής, που μπορεί να συνοδεύεται από μυοσφαιρινουρία και να είναι απειλητική για τη ζωή του ασθενούς

Πίνακας 4.2: Κατάταξη - ορισμός της μυοτοξικότητας, όπως ακριβώς περιγράφεται από τους Παληός & Κουταλάς, (2008).

Τέλος η εμφάνιση βαριάς ραβδομύολυσης εξαιτίας ακινητοποίησης, δηλητηρίασης από αλκοόλ, από κατάγματα, έντονων μυϊκών ασκήσεων και τσιμηπημάτων από έντομα δεν είναι πολύ συχνή, καθώς πρόκειται για μεμονωμένα και σποραδικά περιστατικά (Stanley *et al.*, 2023).

4.5 Παθοφυσιολογία της ραβδομύολυσης

Αν και υπάρχουν πολλές αιτίες για τη ραβδομύολυση, η τελική κοινή οδός που οδηγεί σε μυϊκό τραυματισμό και νέκρωση είναι ο άμεσος τραυματισμός των μυοκυττάρων ή η αποτυχία παροχής ενέργειας στο μυϊκό κύτταρο (Al-Ismaïli, Piccioni & Zappitelli, 2011). Η αντλία νατρίου-καλίου και ο εναλλάκτης νατρίου-ασβεστίου που βρίσκονται στη σαρκοπλασμική μεμβράνη διατηρούν χαμηλή ενδοκυτταρική/σαρκοπλασμική συγκέντρωση Na^+ , Ca^{2+} και υψηλή συγκέντρωση K^+ στο μυ, σε ηρεμία και το ασβέστιο αποθηκεύεται στο σαρκοπλασματικό δίκτυο. Η μυϊκή σύσπαση είναι μια ενεργή διαδικασία που χρησιμοποιεί τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) όπου υπάρχει υπερβολική εισροή ασβεστίου στο σαρκόπλασμα με αποτέλεσμα τη σύνδεση ακτίνης-μυοσίνης. Οποιαδήποτε προσβολή που διαταράσσει το ATP, τα κανάλια ιόντων και την πλασματική μεμβράνη οδηγεί σε απώλεια ενδοκυτταρικής ισορροπίας ηλεκτρολυτών.

Ο μυϊκός τραυματισμός (τραύμα, άσκηση, θερμικά εξαρτώμενα σύνδρομα) ή έλλειψη ATP (φάρμακα, ηλεκτρολύτες, κληρονομικές και μεταβολικές διαταραχές, έντονη άσκηση, ισχαιμία) σε ένα μυϊκό κύτταρο έχει ως αποτέλεσμα την ενδοκυτταρική εισροή νατρίου και ασβεστίου (βλ. Εικόνα 4.1). Το νερό αναρροφάται στο κύτταρο μαζί

με το νάτριο, προκαλώντας διόγκωση των κυττάρων και διαταραχή των ενδοκυτταρικών και μεμβρανικών δομών. Η παρουσία υπερβολικού ενδοκυτταρικού ασβεστίου οδηγεί σε ενεργοποίηση της διασύνδεσης ακτίνης-μυοσίνης, συστολή μυοϊνιδίων και εξάντληση του ATP. Το υπερβολικό ενδοκυττάριο ασβέστιο ενεργοποιεί επίσης τις εξαρτώμενες από το ασβέστιο φωσφολιπάσες και πρωτεάσες, προάγοντας τη διάλυση της κυτταρικής μεμβράνης και τη διάσπαση των διαύλων ιόντων (αντλία Na^+K^+ και εναλλάκτες $\text{Na}^+\text{Ca}^{2+}$). Με την επαναιμάτωση, τα λευκοκύτταρα μεταναστεύουν στον κατεστραμμένο μυ και προκαλούν αυξημένο αριθμό κυτοκινών, προσταγλανδινών και ελεύθερων ριζών, προκαλώντας περαιτέρω μύλωση, νέκρωση των μυϊκών ινών και απελευθερώνουν προϊόντα μυϊκής διάσπασης όπως κάλιο και μυοσφαιρίνη, κινάση της κρεατίνης, φωσφορικό οξύ, ουρικό οξύ και διάφορα οργανικά οξέα στην κυκλοφορία του αίματος (Huerta-Alardín, Varon & Marik, 2005). Αυτό οδηγεί στις επιπλοκές της υπερκαλιαιμίας και της υπερφωσφαταιμίας. Στη ραβδομυόλυση, αρχικά παρατηρείται υποασβεστιαίμια ακολουθούμενη από υπερασβεστιαίμια. Αυτό συμβαίνει επειδή το ασβέστιο πρώτα μετακινείται στο μυοκύτταρο κατά τη διάρκεια του τραυματισμού και έπειτα μετά την κυτταρική λύση, διαρρέει σε εξωκυτταρικούς χώρους. Η διάχυτη ενδαγγειακή πήξη πιστεύεται ότι οφείλεται στη θρομβοπλαστίνη που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια του μυϊκού τραυματισμού (Wen *et al.*, 2019).

Η μυοσφαιρινουρία¹² εμφανίζεται μόνο στη ραβδομυόλυση (Lindner & Zierz, 2003). Η μυοσφαιρίνη φιλτράρεται ελεύθερα μέσω του σπειράματος και επαναρροφάται στο νεφρικό σωληνάριο με ενδοκυττάρωση σε φυσιολογική υγιή κατάσταση. Η μυοσφαιρίνη δεν έχει νεφροτοξική δράση στα σωληνάρια στα αλκαλικά ούρα. Το εγγύς σπειροειδές σωληνάριο του νεφρού έχει περιορισμένη ικανότητα να μετατρέπει το σίδηρο σε φερριτίνη. Η οξίνιση των ούρων στη ραβδομυόλυση και η υπερβολική παροχή μυοσφαιρίνης στο εγγύς σπειροειδές σωληνάριο προκαλεί συσσώρευση φερριαιμάτου. Η αλυσίδα σφαιρίνης διαχωρίζεται εύκολα από το φερριαιματικό τμήμα της μυοσφαιρίνης που περιέχει σίδηρο και μετατρέπεται γρήγορα σε φερριτίνη. Η φερριτίνη δημιουργεί ελεύθερες ρίζες οξυγόνου που οδηγούν σε υπερβολικό οξειδωτικό στρες και τραυματισμό των εγγύς σωληναριακών κυττάρων (Russell, 2005). Η επαναρρόφηση της περίσσειας μυοσφαιρίνης στη ραβδομυόλυση είναι περιορισμένη στο περιφερικό σπειροειδές σωληνάριο. Η παρουσία αγγειοσυστολής, υποογκαιμίας με υπερβολική επαναρρόφηση

¹²Ο όρος μυοσφαιρινουρία χρησιμοποιείται συχνά εναλλακτικά με τον όρο ραβδομυόλυση (Lindner & Zierz, 2003).

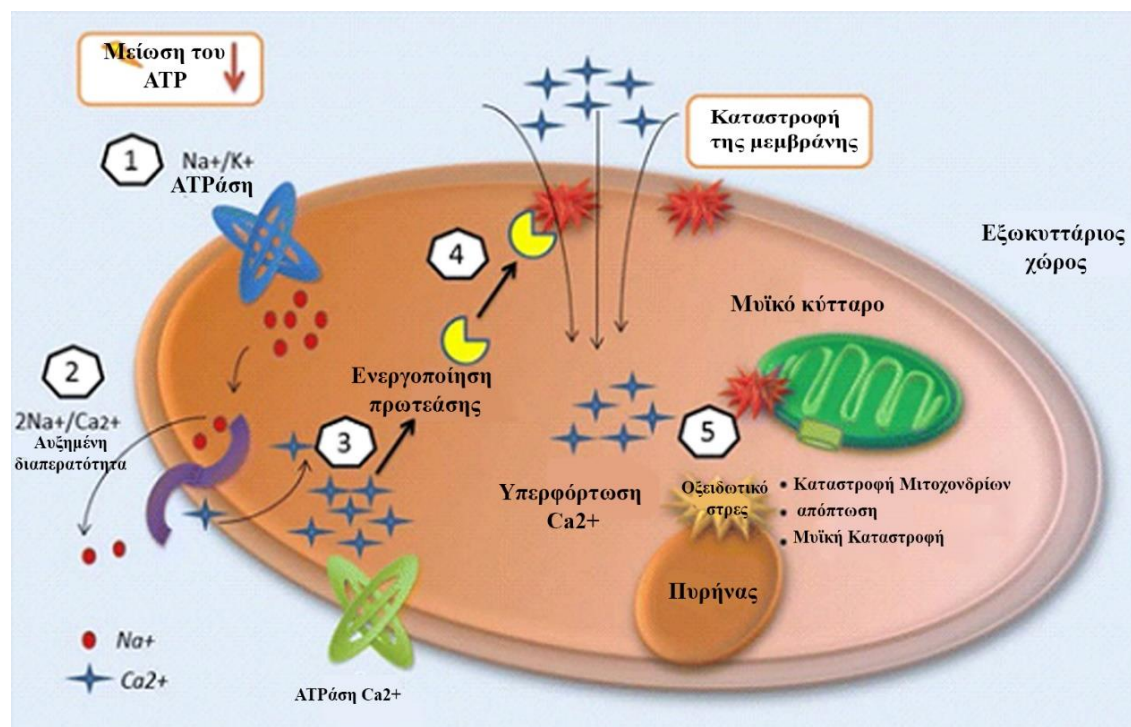
νερού στο περιφερικό σπειροειδές σωληνάριο αυξάνει περαιτέρω σε αυτό τη μυοσφαιρίνη. Όλα αυτά προάγουν το σχηματισμό γύψου, ο οποίος προκαλεί σωληναριακή απόφραξη και ρήξη σωληνοειδούς βασικής μεμβράνης με συνέπεια νεφρική δυσλειτουργία (Zager, 1996).

Η οξεία νεφρική βλάβη από ραβδομύλωση είναι πολυπαραγοντική. Η μυϊκή διάσπαση και η δέσμευση νερού εντός του μυός προκαλούν μείωση του όγκου και ενεργοποίηση της έκκρισης ρενίνης – αγγειοτενσίνης – αλδοστερόνης και αντιδιουρητικής ορμόνης. Η μυοσφαιρίνη, είναι μια πρωτεΐνη που περιέχει μια ομάδα αίμης με δισθενή σίδηρο (Fe^{2+}) στην κυκλοφορία, ο οποίος όταν οξειδωθεί σε τρισθενή σίδηρο (Fe^{3+}) δημιουργεί ελεύθερες ρίζες υδροξυλίου, οι οποίες εξουδετερώνονται από αποτελεσματικά ενδοκυτταρικά αντιοξειδωτικά σε φυσιολογική υγιή κατάσταση. Η περίσσεια μυοσφαιρίνης που απελευθερώνεται από τη ραβδομύλωση προκαλεί οξειδωτική βλάβη στα λιπίδια και επιτρέπει την υπερβολική απελευθέρωση ενδοθηλίνης, θρομβοξανής A_2 , νεκρωτικού καρκινικού παράγοντα-άλφα, ισοπροστανών (αγγειοσυσταλτικά) και μειωμένου μονοξειδίου του αζώτου (αγγειοδιασταλτικά), με αποτέλεσμα άμεση νεφρική αγγειοσύσπαση. Η υπερβολική μυοσφαιρινουρία κατά τη διάρκεια της ραβδομύλωσης υπερβαίνει το νεφρικό μεταβολικό κατώφλι και εκδηλώνεται ως καφέ-κοκκινωπά ούρα στο χρώμα του τσαγιού που ονομάζονται μυοσφαιρινουρία. Η παρουσία μείωσης όγκου, η ενδονεφρική αγγειοσυστολή, η ισχαιμία και ο άμεσος κυτταρικός τραυματισμός στο εγγύς περιελιγμένο σωληνάριο, η καθίζηση του συμπλέγματος πρωτεΐνης Tamm-Horsfall-μυοσφαιρίνης που εμποδίζει το περιφερικό σπειροειδές σωληνάριο, είναι παράγοντες που συμβάλουν στην ανάπτυξη οξείας νεφρικής βλάβης (Stanley *et al.*, 2023).

Το τραύμα που περιλαμβάνει μυϊκές ομάδες που βρίσκονται σε συγκεκριμένα διαμερίσματα¹³ έχει αυξημένες πιθανότητες ανάπτυξης του συνδρόμου διαμερίσματος λόγω μυϊκής διόγκωσης, το οποίο προκαλεί περαιτέρω βλάβες που σχετίζονται με την πίεση, όπως αρτηριακή απόφραξη και νέκρωση των μυών. Η επίμονα αυξημένη πίεση στο διαμέρισμα μπορεί να οδηγήσει σε μη αναστρέψιμη πάρεση του περιφερικού νεύρου. Η πίεση του διαμερίσματος μεγαλύτερη από 30 mmHg προκαλεί σημαντική μυϊκή ισχαιμία και η μέτρηση της διαμερισματικής πίεσης είναι χρήσιμη στη λήψη αποφάσεων

¹³Τα διαμερίσματα στο ανθρώπινο σώμα ορίζονται ως ομάδες μυών, νεύρων και αιμοφόρων αγγείων στα χέρια και στα πόδια που περικλείονται από μία ανένδοτη και σκληρή μεμβράνη που ονομάζεται περιτονία, που διατείνεται δύσκολα και παρέχει σταθερότητα. <https://salmasmarios.gr/syndromo-diamerismatos.html>

για φασιτομή. Τα θύματα ραβδομύλωσης με σοβαρή απώλεια αίματος και υπόταση διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο για μυϊκή ισχαιμία ακόμη και με μικρότερες πιέσεις στο διαμέρισμα (Better & Stein, 1990).



Εικόνα 4.1: Μηχανισμός λύσης του μυϊκού κυττάρου κατά τη ραβδομύλωση, όπως ακριβώς αποδίδεται από τους Chavez *et al.*, (2016): (1) Η εξάντληση της ενέργειας (ATP) αναστέλλει τη λειτουργία της ATPάσης Na^+/K^+ , αυξάνοντας έτσι το ενδοκυτταρικό νάτριο. (2) Ο εναλλάκτης $2\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ αυξάνει το ενδοκυτταρικό ασβέστιο. (3) Η Ca^{2+} ATPάση δεν είναι σε θέση να αντλήσει το ενδοκυτταρικό ασβέστιο λόγω εξάντλησης ενέργειας. (4) Το ενδοκυτταρικό ασβέστιο ενεργοποιεί πρωτεάσες όπως η φωσφολιπάση 2 (PLA2), οι οποίες καταστρέφουν δομικά συστατικά της κυτταρικής μεμβράνης, επιτρέποντας την είσοδο περισσότερου ασβεστίου. (5) Η υπερφόρτωση ασβεστίου διαταράσσει την ακεραιότητα των μιτοχονδρίων και προκαλεί απόπτωση που οδηγεί σε νέκρωση των μυϊκών κυττάρων (doi: [10.1186/s13054-016-1314-5](https://doi.org/10.1186/s13054-016-1314-5)).

4.6 Ιστοπαθολογία της ραβδομύλωσης

Η μυϊκή βιοψία στη ραβδομύλωση είναι απαραίτητη εξέταση όταν υπάρχουν υποψίες για μεταβολικές μυοπάθειες. Ο χρόνος της βιοψίας των μυών είναι κρίσιμος για τον εντοπισμό των κατάλληλων ασθενειών. Η υπερβολική νέκρωση των μυϊκών ινών (χρώση αιματοξυλίνης και ηωσίνης) σχετίζεται με ραβδομύλωση και η λήψη βιοψίας κατά τη διάρκεια οξέος τραυματισμού μπορεί να μην έχει υποκείμενη μυοπάθεια. Οι Stanley *et al.* (2023), αναφέρουν πως συνίσταται η βιοψία μυών, μόνο μετά την πλήρη ανάρρωση από ραβδομύλωση. Ασθενείς με μυϊκό πόνο, αδυναμία με 2 έως 3 φορές αύξηση της κρεατινικής κινάσης, μυοσφαιρινουρία, υπερτροφικούς ή ατροφικούς μύες και ηλεκτρομυογράφημα που υποδηλώνει μυοπάθεια επιβάλλεται να υποβληθούν άμεσα σε μυϊκή βιοψία (Kyriakides *et al.*, 2013).

Συγκεκριμένοι δείκτες βοηθούν στον εντοπισμό διαφορετικών τύπων μυοπάθειας. Οι διαταραχές αποθήκευσης γλυκογόνου του μπορούν να εντοπιστούν με το παρα-αορτικό οξύ Schiff και τη χρώση αιματοξυλίνης και ηωσίνης που δείχνει κενोटόπια που περιέχουν γλυκογόνο. Η χρώση SDH της ηλεκτρολυτικής αφυδρογονάσης και η χρώση COX της οξειδάσης του κυτοχρώματος μαζί με τη χρώση τριχρωμίου Gomori εντοπίζουν τραχιές κόκκινες ίνες σε ασθενείς με μιτοχονδριακές μυοπάθειες. Η ανοσοϊστοχημεία μπορεί να εντοπίσει ανεπάρκειες ενζύμων όπως ανεπάρκειες φωσφοκινάσης και μυοφωσφορυλάσης (Nance & Mammen, 2015).

Η βιοψία νεφρού σε ασθενείς με οξεία νεφρική βλάβη από ραβδομυόλυση δείχνει πολλαπλές βλάβες. Τα πιο πρώιμα ευρήματα που δείχνουν παθολογικά ευρήματα με σωληναριακές αλλαγές μπορούν να φανούν ήδη σε 1 έως 12 καταδεικνύοντας ταχέως εξελισσόμενη σπειραματονεφρίτιδα. Σημαντική νέκρωση με απώλεια μικρολαχνών και μείωση της βασικής αναδίπλωσης παρατηρείται στο εγγύς σπειροειδές σωληνάριο. Μέσω ηλεκτρονικού μικροσκοπίου φαίνεται ξεκάθαρα η ηλεκτρονική πυκνότητα του σχηματιζόμενου γύψου που καταλαμβάνει ολόκληρο το εγγύς σπειροειδές σωληνάριο (Ponraj & Gopalakrishnakone, 1997).

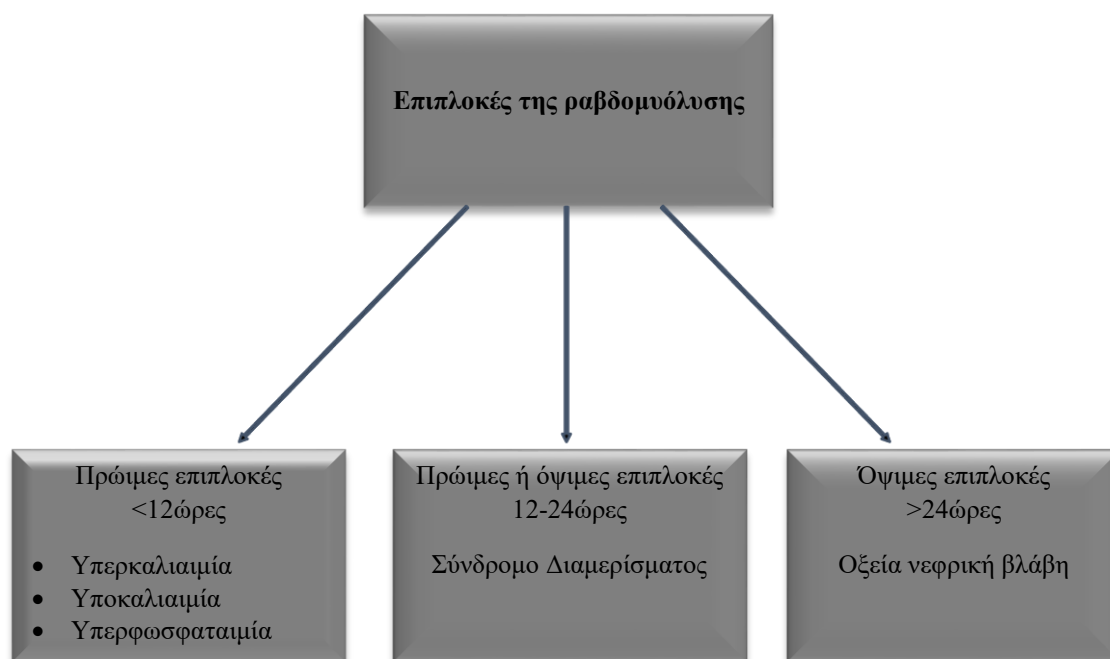
4.7 Κλινικά χαρακτηριστικά και επιπλοκές της ραβδομυόλυσης

Παρόλο που ο μυϊκός πόνος, η αδυναμία και τα ούρα στο χρώμα του τσαγιού είναι η χαρακτηριστική τριάδα της ραβδομυόλυσης, περισσότερο από το 50% των ασθενών δεν έχουν όλα αυτά τα συγκεκριμένα συμπτώματα. Ο μυϊκός πόνος είναι το πιο κοινό σύμπτωμα και εμφανίζεται στο 50% περίπου των ενηλίκων με ραβδομυόλυση και τα σκουρόχρωμα ούρα παρατηρούνται σε περίπου 30 έως 40% (Gabow, Kaehny & Kelleher, 1982). Η αδυναμία συνήθως περιλαμβάνει εγγύς μυϊκές ομάδες. Ειδικά συμπτώματα όπως μυϊκές κράμπες, δυσκαμψία, μυϊκό οίδημα, αδυναμία, κακουχία, κοιλιακό άλγος, ναυτία, αίσθημα παλμών, πυρετός ενδεχομένως να μην υπάρχουν. Ανάλογα με την αιτία της ραβδομυόλυσης, οι ασθενείς μπορεί να παρέχουν ιστορικό παράνομων ναρκωτικών, τσιμημάτων εντόμων, άσκησης σε υψηλά θερμικό περιβάλλον, πρόσφατης χειρουργικής επέμβασης, ατυχημάτων, πρόσφατων αυξανόμενων δόσεων φαρμάκων που χρησιμοποιούνται τακτικά, χρήσης αντιβιοτικών και συμπληρωμάτων χωρίς ιατρική συνταγή. Στις μυοπάθειες, η αδυναμία είναι το πιο κοινό παράπονο στους ενήλικες αλλά όχι πολύ στα παιδιά. Οι ασθενείς μπορεί να έχουν ατροφικούς ή υπερτροφικούς μύες. Θα πρέπει να λαμβάνεται ένα λεπτομερές ιστορικό της φύσης του περιστατικού, η διάρκεια της έκθεσης, η διεύρυνση του περιβάλλοντος, οι προηγούμενες -αν υπάρχουν- παρόμοιες

εισαγωγές στο νοσοκομείο, η έναρξη νέων φαρμάκων, αποτελούν στοιχεία του ιστορικού που πιθανολογούν την έναρξη ραβδομυόλυσης (Stanley *et al.*, 2023).

Τα κλινικά χαρακτηριστικά της ραβδομυόλυσης δεν χαρακτηρίζονται ειδικά και η πορεία εξέλιξης της νόσου εξαρτάται από την υποκείμενη αιτία. Η ραβδομυόλυση έχει τόσο τοπικά όσο και συστηματικά χαρακτηριστικά, με πρώιμες και όψιμες επιπλοκές. Τα τοπικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν μυϊκό πόνο, αδυναμία, μώλωπες, οίδημα και ευαισθησία. Συστημικά χαρακτηριστικά όπως πυρετός, κακουχία, ναυτία, σύγχυση, διέγερση, παραλήρημα, ούρα με χρώμα τσαγιού ή ανουρία (Sauret, Marinides & Wang, 2002). Σε ασθενείς με τραυματική ραβδομυόλυση, μια λεπτομερής εξέταση των περιφερικών παλμών, του περιφερικού νεύρου θα πρέπει να αποκλείσει την ισχαιμία των άκρων, την περιφερική νευροπάθεια. Σημάδια αφυδάτωσης, συμπεριλαμβανομένου του ξηρού στοματικού βλεννογόνου, της μειωμένης σάρωσης του δέρματος είναι πολύ πιθανό να εκδηλωθούν. Σε έναν αναισθητο ασθενή με ούρα στο χρώμα του τσαγιού, το τμήμα ορθολουιδίνης της ράβδου στάθμης ούρων γίνεται μπλε στην αιμοσφαιρίνη ή τη μυοσφαιρίνη. Η μυοσφαιρινουρία επιβεβαιώνεται με απουσία ερυθρών αιμοσφαιρίων στα ούρα. Η έγκαιρη αναγνώριση της ραβδομυόλυσης είναι κρίσιμη για την πρόληψη των επιπλοκών (Stanley *et al.*, 2023).

Κατά τη διαδικασία της ραβδομυόλυσης, απελευθερώνονται στην κυκλοφορία του αίματος, ενδοκυτταρικά συστατικά που συμβάλλουν στην ανάπτυξη πολλών επιπλοκών (βλ. *Εικόνα 4.2*). Ανάλογα με τον χρόνο έναρξης, αυτές μπορούν να χωριστούν σε πρώιμες, πρώιμες ή όψιμες και όψιμες επιπλοκές. Οι πρώιμες επιπλοκές αναπτύσσονται εντός 12 ωρών και περιλαμβάνουν υπασβεστιαιμία, υπερκαλιαιμία και υπερφωσφαταιμία. Οι πρώιμες ή όψιμες επιπλοκές περιλαμβάνουν σύνδρομο διαμερίσματος που αναπτύσσεται εντός 12-24 ωρών, ενώ οι όψιμες επιπλοκές περιλαμβάνουν οξεία νεφρική βλάβη που αναπτύσσεται μετά από 24 ώρες ενέχοντας τον μεγαλύτερο κίνδυνο για τον ασθενή (Młynarska *et al.*, 2022).



Εικόνα 4.2: Επιπλοκές της ραβδομυόλυσης ανάλογα με τον χρόνο έναρξης (Młynarska *et al.*, 2022, doi: [10.3390/ijms23158215](https://doi.org/10.3390/ijms23158215))

4.8 Εκτίμηση της ραβδομυόλυσης

Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της οξείας ραβδομυόλυσης είναι τα αυξημένα επίπεδα κινάσης της κρεατίνης (Kozik & Wikerd, 2023). Επιπλέον, κοκκινοκαφέ ούρα από μυοσφαιρινουρία μπορεί να υπάρχουν στο 50% των περιπτώσεων (Anwar & Gupta, 2023). Μετά τη διαλογή και τη λήψη ζωτικών σημείων, θα πρέπει να πραγματοποιηθούν εργαστηριακές εξετάσεις που θα περιλαμβάνουν πλήρη αιματολογική εξέταση, βασικό μεταβολικό πάνελ, δοκιμασία ηπατικής λειτουργίας, C-αντιδρώσα πρωτεΐνη, ταχύτητα καθίζησης ερυθρών, επίπεδα κινάσης της κρεατίνης, ανάλυση ούρων, ηλεκτροκαρδιογράφημα και ακτινογραφία θώρακος (Hatamizadeh *et al.*, 2020).

Τα φυσιολογικά επίπεδα της κινάσης της κρεατίνης είναι 20 έως 200 IU/L. Αυξημένα επίπεδα συνήθως τουλάχιστον πέντε φορές από το ανώτερο φυσιολογικό όριο θεωρείται ραβδομυόλυση. Η κινάση της κρεατίνης υπάρχει σε τέσσερα σημαντικά ισοένζυμα, τα CK-MM, CK-MB_{1 και 2} και CK-BB. Το CK-MM είναι ειδικό για τους σκελετικούς μυς, τα CK-MB_{1 και 2} ειδικά για τον καρδιακό μυ και το CK-BB για τον εγκέφαλο. Ο προσδιορισμός των ισοενζύμων γίνεται για να διαγνωστούν παθολογικές καταστάσεις που σχετίζονται με τους σκελετικούς μυς (βλ. Πίνακα 4.3). Ο χρόνος ημιζωής της είναι 36 ώρες. Τα επίπεδα της κινάσης στον ορό αρχίζουν να αυξάνονται μέσα σε 2 έως 12 ώρες μετά τον τραυματισμό και κορυφώνονται εντός 1 έως 5 ημερών. Αντιθέτως παρατηρείται μείωση μετά από 3 έως 5 ημέρες αν δεν υπάρχει μυϊκός

τραυματισμός. Σε περιπτώσεις αυξημένων επιπέδων της κινάσης της κρεατίνης για μέρες μετά από μυϊκό τραυματισμό πρέπει να υποπτευθεί η αναπτυξη για σύνδρομο διαμερίσματος (Khan, 2009).

Πιθανές Ερμηνείες Παθολογικών Τιμών των Ισοενζύμων της Κινάσης της Κρεατίνης	
Αύξηση CK-BB (Εγκεφάλου)	Ανοξία, ατρησία χοληφόρων, εγκεφαλική βλάβη, καρκίνος (μαστού, γαστρεντερικού, προστάτη, εκτεταμένες νεοπλασίες), αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (αιμορραγία, έμφρακτο), αιμοκάθαρση, υποθερμία, εντερική νέκρωση, τοκετός, κακοήθης υπερθερμία, νεφρική ανεπάρκεια, σοκ, χειρουργική επέμβαση ΚΝΣ, ουραιμία
Αύξηση CK-MB (Καρδιάς)	Ανοξία, εγκαύματα (ηλεκτρικά, θερμικά), καρκίνος (πνεύμονα), δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα, μυοκαρδιοπάθεια, αγγειίτιδες, συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια (σπάνια), στεφανιογραφία (σπάνια), ανεπάρκεια στεφανιαίων (σπάνια), υποθερμία, υποθυρεοειδισμός, κακοήθης υπερθερμία, μυϊκή δυστροφία (Duchenne), έμφραγμα μυοκαρδίου, μυοκαρδίτιδα, σοβαρή μυοσφαιρινουρία, πολυμυοσίτιδα, πνευμονική εμβολή, χρόνια νεφρική ανεπάρκεια, σύνδρομο Reye, ραβδομύλυση , κηλιδώδης πυρετός Βραχωδών Ορέων, χειρουργικές επεμβάσεις (καρδιάς, αντικατάσταση βαλβίδας), συστηματικός ερυθματώδης λύκος, καρδιακός τραυματισμός. <u>Φάρμακα</u> : Δοξυκυκλίνη
Αύξηση CK-MM (Μυών)	Καρδιακός καθετηριασμός (με μυοκαρδιακή βλάβη), στεφανιογραφία (με μυοκαρδιακή βλάβη), υποθυρεοειδισμός, ενδομυϊκές ενέσεις, μυϊκό τραύμα, μυϊκή δυστροφία, έμφραγμα μυοκαρδίου, ψύχωση (οξεία), σύνδρομο Reye, σοκ, χειρουργική επέμβαση, τραυματισμοί σκελετικών μυών

Πίνακας 4.3: Πιθανές ερμηνείες αύξησης των ισοενζύμων της κινάσης της κρεατίνης (<https://athenslab.gr/diagnostikes-exetaseis/kinasi-kreatinis-cpk-isoenzuma-227>)

Η μυοσφαιρίνη περιέχει αίμη. Με την απελευθέρωση περίσσειας ποσότητας μυοσφαιρίνης, αυτή απεκκρίνεται στα ούρα¹⁴ με αποτέλεσμα τον καφεκόκκινο χρωματισμό τους (Οικονόμου, 2023). Ο χρόνος ημιζωής της είναι περίπου από 2 έως 4 ώρες και μεταβολίζεται σε χολερυθρίνη. Μόνο το 50% των ασθενών με ραβδομύλυση μπορεί να έχει κοκκινοκαφέ χρώμα ούρων. Η μυοσφαιριναιμία μπορεί να ανιχνευθεί πριν από την αύξηση της κινάσης της κρεατίνης. Λόγω του μικρότερου χρόνου ημιζωής και του γρήγορου μεταβολισμού, η μυοσφαιρινουρία μπορεί να μην είναι πάντα ανιχνεύσιμη. Ο δείκτης μέτρησης ούρων ανιχνεύει την αιμοσφαιρίνη και τη μυοσφαιρίνη ως αίμα, γι’

¹⁴Η εμφάνιση της μυοσφαιρίνης στα ούρα γίνεται όταν η συγκέντρωσή της στο πλάσμα ξεπεράσει το 1.5mg/dL (Huerta-Alardín, Varon & Marik, 2005).

αυτό μετέπειτα πρέπει να γίνει μικροσκοπική αξιολόγηση για ερυθρά αιμοσφαίρια ώστε να αποκλειστεί η αιμοσφαιρινουρία. Η ευαισθησία της μυοσφαιρινουρίας στη ραβδομυόλυση είναι μικρότερη από 25% (Wakabayashi *et al.*, 1994). Η καταστροφή των μυοκυττάρων ενδέχεται να απελευθερώσει και άλλες πρωτεΐνες στην κυκλοφορία πλην της μυοσφαιρίνης προκαλώντας δευτερογενή πρωτεϊνουρία. Γενικώς διάφοροι βιοδείκτες διερευνώνται για την έγκαιρη διάγνωση της οξείας νεφρικής βλάβης που μπορεί να προκληθεί εξαιτίας της απελευθερωμένης μυοσφαιρίνης (Trof *et al.*, 2006).

Η υπερβολική διάσπαση του ιστού από τη ραβδομυόλυση προκαλεί τρίτη απόσταση του εξωκυτταρικού υγρού στα μυοκύτταρα μαζί με αλλαγές ηλεκτρολυτών όπως τα επίπεδα καλίου και φωσφορικού ορού. Η οξεία νεφρική βλάβη μπορεί να περιπλέκεται με ανθεκτική υπερκαλιαιμία. Η υπερβολική εισροή ασβεστίου στα μυελοκύτταρα προκαλεί υπασβεστιαιμία και μπορεί να είναι σοβαρή ανάλογα με τη φύση του τραυματισμού. Η υπερβολική διάσπαση των κυττάρων προκαλεί αυξημένα επίπεδα ουρικού οξέος. Η ραβδομυόλυση μπορεί επίσης να προκαλέσει υποογκαιμία, βλάβη ιστού, μειωμένη αιμάτωση και απελευθέρωση οργανικών οξέων όπως το γαλακτικό οξύ και να συμβάλει στη μεταβολική οξέωση με ή χωρίς διάκενο ανιόντων. Αυξημένα ένζυμα εντός των μυοκυττάρων όπως η αμινοτρανσφεράση, η αλδολάση και η αύξηση της γαλακτικής αφυδρογονάσης παρατηρούνται ακόμη και χωρίς ηπατική νόσο (Trof *et al.*, 2006).

Το ηλεκτροκαρδιογράφημα μπορεί να εμφανίσει κορυφαία κύματα T, παρατεταμένο διάστημα PR, μεγάλο διάστημα QRS με ή χωρίς αποκλεισμούς αγωγιμότητας, κοιλιακή ταχυκαρδία, ασυστολία δευτερογενής σε υπερκαλιαιμία. Η υπασβεστιαιμία μπορεί να εκδηλωθεί ως παράταση του QTc. Λευκοκυττάρωση, αυξημένη ταχύτητα καθίζησης ερυθρών και C- αντιδρώσα πρωτεΐνη μπορεί να υπάρχουν στη ραβδομυόλυση.

Η οξεία νεφρική βλάβη μπορεί να οφείλεται σε υποογκαιμία, φάρμακα, αφυδάτωση, υποαιμάτωση, άπω σωληναριακή βλάβη που προκαλείται από χρωστικές ουσίες. Η οξεία νεφρική βλάβη είναι η πιο συχνή επιπλοκή της ραβδομυόλυσης. Ο κίνδυνος οξείας νεφρικής βλάβης είναι μικρότερος σε ασθενείς με επίπεδα κίνησης της κρεατίνης μικρότερα από 20.000 IU/L. Ασθενείς με επίπεδα πάνω από 40.000 IU/L έχουν αυξημένο κίνδυνο οξείας νεφρικής βλάβης. Οι καλύτεροι προγνωστικοί παράγοντες για την ανάπτυξη οξείας νεφρικής βλάβης φαίνεται να είναι η κατάσταση ενυδάτωσης, η

υψηλή αρχική κρεατίνη ορού, τα χαμηλά διττανθρακικά ορού, το χαμηλό ασβέστιο ορού και η αύξηση των φωσφορικών ορού. Η υπολευκωματιναιμία και το αυξημένο άζωτο ουρίας αίματος έχουν επίσης συσχετιστεί με την ανάπτυξη οξείας νεφρικής βλάβης.

Η διάχυτη ενδαγγειακή πήξη είναι μια άλλη φοβερή επιπλοκή της ραβδομυόλυσης και σχετίζεται με αυξημένο χρόνο προθρομβίνης, χρόνο ενεργοποιημένης θρομβοπλαστίνης, INR, D-διμερές και μείωση του αριθμού των αιμοπεταλίων και των επιπέδων ινωδογόνου (Stanley *et al.*, 2023).

Οι απλές ακτινογραφίες μπορούν να εξηγήσουν τα υποκείμενα κατάγματα των οστών, την εξάρθρωση των αρθρώσεων και μερικές φορές να εξηγήσουν το πρήξιμο των μαλακών ιστών. Η αξονική τομογραφία της εμπλεκόμενης μυϊκής ομάδας μπορεί να εντοπίσει το σύνδρομο διαμερίσματος (Olson & Glasgow, 2005). Η διάγνωση του οξέος συνδρόμου διαμερίσματος είναι κυρίως κλινική. Μπορεί επίσης να επιβεβαιωθεί με μέτρηση ενδοδιαμερισματικής πίεσης (επεμβατική) ή φασματοσκοπίας εγγύς υπέρυθρης ακτινοβολίας (μη επεμβατική). Πρόσθετες εξετάσεις όπως μαγνητική τομογραφία, βιοψία μυών και ηλεκτρομυογραφία δεν απαιτούνται για τη διάγνωση της ραβδομυόλυσης. Η μυϊκή βιοψία γενικά γίνεται μετά από πλήρη ανάρρωση από τη ραβδομυόλυση και βοηθά στον εντοπισμό της φλεγμονώδους μυοπάθειας. Οι φλεγμονώδεις και μεταβολικές μυοπάθειες λαμβάνονται υπόψη στη διαφορική διάγνωση σε ασθενείς με υποτροπιάζουσα ραβδομυόλυση, κακή ανοχή στην άσκηση, μυϊκές κράμπες, εύκολη κόπωση και θετικό οικογενειακό ιστορικό (Stanley *et al.*, 2023).

4.9 Διαχείριση και αντιμετώπιση της ραβδομυόλυσης

Ο στόχος της διαχείρισης της ραβδομυόλυσης είναι η διατήρηση επαρκούς ενυδάτωσης του οργανισμού με ενδοφλέβια χορήγηση υγρών και η πρόληψη της οξείας νεφρικής βλάβης (Kim *et al.*, 2022, Αρναούτογλου & Στεφάνου, 2023). Ο εντοπισμός της υποκείμενης αιτίας για τη ραβδομυόλυση και η εξάλειψή της είναι το πρώτο βήμα στη διαχείριση ασθενών με ραβδομυόλυση (Kruijt *et al.*, 2021). Η διαχείριση της ραβδομυόλυσης θα πρέπει να περιλαμβάνει συνεχή αξιολόγηση των αεραγωγών, της αναπνοής και της κυκλοφορίας, συχνές εξετάσεις, κατάλληλη ενυδάτωση για τη βελτίωση της αιμάτωσης των τελικών οργάνων, στενή παρακολούθηση της παραγωγής ούρων, διόρθωση ηλεκτρολυτικών ανωμαλιών, αναγνώριση επιπλοκών όπως το σύνδρομο διαμερίσματος και διάχυτη ενδαγγειακή πήξη (Stanley *et al.*, 2023).

4.9.1 Αντιμετώπισης της τραυματικής ραβδομυόλυσης

Σε ασθενείς με τραυματισμό σύνθλιψης, η έναρξη της ενδοφλέβιας ενυδάτωσης/αναζωογόνησης με υγρά θα πρέπει να ξεκινήσει όσο το δυνατόν νωρίτερα στο σημείο του τραυματισμού, ακόμη και πριν από την ανακούφιση του τραυματισμού, εάν είναι δυνατόν. Η ενυδάτωση πρέπει να συνεχίζεται κατά τη μεταφορά (Gunat *et al.*, 2004). Καθυστέρηση στην αναζωογόνηση υγρών μπορεί να προκαλέσει επιδείνωση της υποογκαιμίας και κατά συνέπεια μυομένη νεφρική αιμάτωση (Παππάς, Ντονούση & Κατωπόδης, 2013).

Πολλαπλές μελέτες έχουν δείξει το όφελος της ανάνηψης μεγάλου όγκου υγρών σε ασθενείς με τραυματισμό σύνθλιψης που σχετίζεται με ραβδομυόλυση για την πρόληψη της οξείας νεφρικής βλάβης και την ανάγκη για αιμοκάθαρση (Ensari *et al.*, 2002, Zhou *et al.*, 2019, Gaut & Liapis, 2020, Li *et al.*, 2020, Zeng & Tomlinson, 2021, Usuda *et al.*, 2023). Για ασθενείς που έμειναν παγιδευμένοι για πολλές ώρες, η επιθετική αναζωογόνηση υγρών μπορεί να είναι προκλητική και κινδυνεύουν να αναπτύξουν οξεία νεφρική βλάβη μέχρι να παρουσιαστούν στο νοσοκομείο. Με την επιθετική αναζωογόνηση υγρών, οι ασθενείς που βρίσκονται ήδη σε οξεία νεφρική βλάβη είναι επιρρεπείς σε υπερφόρτωση όγκου (Kazancioğlu, *et al.*, 2001). Οι κατευθυντήριες γραμμές από τη Διεθνή Εταιρεία Νεφρολογίας¹⁵, συνιστούν τη χρήση ισοτονικού φυσιολογικού ορού και όχι αλκαλικών υγρών στο πεδίο. Η προσθήκη δεξτρόζης σε φυσιολογικό ορό μπορεί να είναι ευεργετική για την παροχή κάποιων θερμίδων και την ελαχιστοποίηση της υπερκαλιαιμίας. Δίνεται ρυθμός 1 λίτρου/ώρα σε 2 ώρες, ακολουθούμενος από 500 ml/ώρα σε ενήλικα με καλή φυσική κατάσταση. Ο ρυθμός χορήγησης υγρών εξαρτάται επίσης από την ηλικία, το φύλο, τη σωματική διάπλαση, την πιθανότητα αιμορραγίας και τη φύση του τραύματος. Τα ενδοφλέβια υγρά που περιέχουν κάλιο, όπως ο ορός Ringer's Lactated, γενικά αποφεύγονται στη διαχείριση της ραβδομυόλυσης (Stanley *et al.*, 2023), αν και οι Cadet *et al.*, (2023) αναφέρουν πως ο συγκεκριμένος ορός λειτουργεί θετικότερα σε σχέση με το φυσιολογικό ορό σε επαγόμενη από δοξυλαμίνη ραβδομυόλυση.

Όταν ο ασθενής μεταφερθεί στο νοσοκομείο, επιβάλλεται η παρακολούθηση της παραγωγής ούρων (Οικονόμου, 2023). Μετά τη λήψη των εργαστηριακών

¹⁵Η Διεθνή Εταιρεία Νεφρολογίας (International Society of Nephrology - ISN) είναι ένας οργανισμός που εξειδικεύεται στην προώθηση της υγείας των νεφρών παγκοσμίως από το 1960. Μέσω της έρευνας και της εκπαίδευσης στοχεύει στη μείωση των νεφρικών παθήσεων και στη βέλτιστη υγειονομική περίθαλψη των ασθενών (<https://www.theisn.org/>).

αποτελεσμάτων, την επιβεβαίωση της απουσίας αλκάλωσης και την επιβεβαίωση της παραγωγής ούρων, πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο αλκαλοποίησης των ούρων για να αποτραπεί η καθίζηση της μυοσφαιρίνης στο περιφερικό σπειροειδές σωληνάριο. Η αλκαλοποίηση των ούρων μειώνει επίσης την καθίζηση του ουρικού οξέος, διορθώνει την υποκείμενη μεταβολική οξέωση και μειώνει τον κίνδυνο υπερκαλιαιμίας. Η προσθήκη 50 mEq διττανθρακικού νατρίου σε μισό φυσιολογικό ορό χρησιμοποιείται παραδοσιακά για την αλκαλοποίηση των ούρων. Η αλκαλοποίηση με έγχυση διττανθρακικών σχετίζεται με καθίζηση υπασβεστιαϊμίας, μπορεί να προκαλέσει τετανία και επιληπτικές κρίσεις. Ο στόχος της έγχυσης αλκαλικού υγρού είναι να διατηρηθεί το pH του ορού που δεν υπερβαίνει το 7,5 και το pH των ούρων λίγο πάνω από το 6,5. Η άμεση διακοπή των διττανθρακικών σε υγρά ενδοφλέβια πρέπει να γίνεται όταν το pH του ορού είναι 7,5 (Reis & Michaelson, 1986).

Η μαννιτόλη χρησιμοποιείται συνήθως για τη βελτίωση της παραγωγής ούρων σε ασθενείς με τραυματισμό σύνθλιψης. Αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο αφού ο ασθενής διατηρεί επαρκή παραγωγή ούρων τουλάχιστον 20 mL/h. Μια δοκιμή ενδοφλέβιας έγχυσης 60 mL μαννιτόλης 20% που χορηγείται σε διάστημα 5 λεπτών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της αυξημένης παραγωγής ούρων. Εάν υπάρχει αύξηση στην παραγωγή ούρων από 30 έως 50 mL/h σε σύγκριση με την αρχική τιμή, μπορεί να συνεχιστεί περισσότερη μαννιτόλη (Sever *et al.*, 2012). Η μαννιτόλη πρέπει να αποφεύγεται σε οξεία νεφρική βλάβη, ολιγουρία και ανουρία. Ανεπιθύμητες ενέργειες που σχετίζονται με τη χρήση μαννιτόλης είναι η κατάσταση υπερφόρτωσης όγκου και η υπερωσμωτικότητα (Ron *et al.*, 1984). Η ταυτόχρονη χρήση μαννιτόλης και διττανθρακικών για την πρόληψη οξείας νεφρικής βλάβης αναφέρεται από τους Homsí *et al.* (1997), δε φαίνεται να έχει αποτέλεσμα.

Οι Vanholder *et al.* το 2011, μελετώντας θύματα των σεισμών της Αϊτής και της Χιλής το 2010 συμπέραναν πως πρέπει να αποφευχθεί οπωσδήποτε η ανάπτυξη και περαιτέρω επιδείνωση της υπερκαλιαιμίας. Ως εκ τούτου δεν πρέπει να γίνει χρήση του ορού Ringer's Lactated. Ένας συνδυασμός χορήγησης από το στόμα, θειικού πολυστυρενίου νατρίου και σορβιτόλης ενδείκνυται σε θύματα ατυχημάτων με υπερκαλιαιμία. Επιπλέον, σε ασθενείς με υποψία υπερκαλιαιμίας, επισημαίνεται από τους προαναφερόμενους ερευνητές, ότι επιβάλλεται -αν υπάρχει η δυνατότητα- η χρήση ηλεκτροκαρδιογραφήματος το συντομότερο δυνατόν, ακόμη και στο σημείο που απεγκλωβίστηκαν οι τραυματίες.

Σε όλους τους ασθενείς με σύνδρομο συντριβής πρέπει να έχει τοποθετηθεί καθετήρας Foley και πρέπει να χορηγούνται ενδοφλέβια υγρά για τη διατήρηση της παραγωγής ούρων από 200 έως 300 ml ανά ώρα. Η επαρκής ενδοφλέβια αναζωογόνηση υγρών συνεχίζεται έως ότου η μυοσφαιρινουρία υποχωρήσει πλήρως και τα επίπεδα της κινάσης της κρεατίνης υποχωρήσουν. Οι καθετήρες Foley πρέπει να χρησιμοποιούνται για όσο το δυνατόν συντομότερο χρονικό διάστημα ώστε να ελαχιστοποιηθούν, επιπλοκές όπως μόλυνση. Πάντοτε να λαμβάνεται υπόψη η χρήση διουρητικών αγκύλης σε ασθενείς με καταστάσεις υπερφόρτωσης όγκου. Η κατάλληλη χρήση της αιμοκάθαρσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ανουρική οξεία νεφρική βλάβη, υπερκαλαιμία, κατάσταση υπερφόρτωσης όγκου μετά την αποτυχία των συντηρητικών μέτρων. Η περιτοναϊκή κάθαρση δεν προτιμάται λόγω τραύματος (Stanley *et al.*, 2023).

4.9.2 Αντιμετώπιση της μη τραυματικής ραβδομυόλυσης

Η ραβδομυόλυση από μη τραυματικά αίτια αντιμετωπίζεται με παρόμοιο τρόπο με την τραυματική ραβδομυόλυση (Kolonou *et al.*, 2019). Η επαρκής και κατάλληλη αναζωογόνηση υγρών με φυσιολογικό ισοτονικό ορό ανάλογα με την υποκείμενη αιτία της ραβδομυόλυσης είναι επιβεβλημένη. Η αντιμετώπιση περιλαμβάνει τη διάγνωση και απομόνωση του παράγοντα πρόκλησης ραβδομυόλυσης και την κατάλληλη επιλογή ενδοφλέβιων υγρών για τη διατήρηση της παραγωγής ούρων από 200 έως 300 mL/h παρακολουθώντας ταυτόχρονα τα επίπεδα της κινάσης της κρεατίνης καθημερινά έως ότου φτάσουν σε φυσιολογικά επίπεδα (Altintepe *et al.*, 2007). Τα επίπεδα της κινάσης της κρεατίνης αυξάνουν σε περίπτωση ραβδομυόλυσης. Σε περίπτωση που φτάνουν τα 1.000 IU/L αποτελούν ένδειξη ραβδομυόλυσης ενώ αν ξεπεράσουν τα 5.000 IU/L αυξάνουν τον κίνδυνο ανάπτυξης οξείας νεφρικής βλάβης (Aujla & Patel, 2022). Η επιβεβλημένη επιθετική ενδοφλέβια χορήγηση υγρών πρέπει να αποθαρρύνεται σε ασθενείς με επίπεδα κρεατινικής κινάσης μικρότερα των 5.000 IU/L καθώς είναι λιγότερο πιθανό να αναπτύξουν οξεία νεφρική βλάβη. Ισχυρή αλκαλική διούρηση μπορεί να εξεταστεί σε σοβαρές περιπτώσεις όπου η κινάση της κρεατίνης είναι μεγαλύτερη από 30.000 IU/L, απουσία ολιγουρίας, ανουρίας και οξείας νεφρικής βλάβης (Stanley *et al.*, 2023). Η μαννιτόλη δεν χρησιμοποιείται συνήθως στη μη τραυματική ραβδομυόλυση. Τα διουρητικά αγκύλης μπορούν να ληφθούν υπόψη σε συνθήκες υπερφόρτωσης όγκου από επιθετική αναζωογόνηση υγρών (Sauret, Marinides & Wang, 2002). Η αιμοκάθαρση αποτελεί επιλογή σε ασθενείς που παραμένουν ολιγουρικοί, ανουρικοί και δεν ανταποκρίνονται στην επιθετική χορήγηση ενδοφλέβιων υγρών (Muaddi *et al.*, 2022).

4.10 Έκβαση και αποτελέσματα της αντιμετώπισης της ραβδομυόλυσης

Η έκβαση των ασθενών με ραβδομυόλυση εξαρτάται από την αιτία, την ηλικία του ασθενούς και άλλες συννοσηρότητες. Η συνεχιζόμενη μυϊκή κατάρρευση χωρίς αναγνωρίσιμη αιτία έχει ποσοστό θνησιμότητας 4%, αν και με εφαρμογή της κατάλληλης θεραπείας, τα ποσοστά θνησιμότητας μειώνονται, έχοντας εξαιρετική πρόγνωση (Khan, 2009). Η ταχεία παρέμβαση με επιθετική ενυδάτωση είναι το κλειδί για την πρόληψη νεφρικής βλάβης και νεφρικής ανεπάρκειας (Gupta *et al.*, 2021). Πολλοί ασθενείς χρειάζονται μήνες για να ανακτήσουν τη μυϊκή μάζα ακόμη και μετά την ανάρρωση, και μερικοί έχουν ακόμη και υπολειπόμενο πόνο για μερικά χρόνια (Caughey *et al.*, 2021). Με μια διεπαγγελματική προσέγγιση (κλινικών ιατρών, νοσηλευτών, φυσικοθεραπευτών) της διάγνωσης, της αντιμετώπισης και της αποκατάστασης οι ασθενείς με ραβδομυόλυση μπορούν να επιτύχουν καλά αποτελέσματα και να αποφύγουν τις μακροπρόθεσμες συνέπειες αυτής κατάστασης (Stanley *et al.*, 2023).

Επίλογος Κεφαλαίου

Η ραβδομυόλυση είναι η πάθηση εκείνη που προκαλείται εξαιτίας καταστροφής του μυϊκού ιστού. Οι επιπλοκές της σχετίζονται με διαταραχές στην ηλεκτρολυτική και οξεοβασική ισορροπία και την εκδήλωση νεφρικής βλάβης. Η εκδήλωσή της μπορεί να οφείλεται σε τραυματικά ή μη τραυματικά αίτια ωστόσο η αντιμετώπισή της είναι σχεδόν ίδια, ανεξαρτήτως αιτιολογίας. Η έκβαση των ασθενών με ραβδομυόλυση είναι συνήθως θετική με ένα 4% περίπου να μην τα καταφέρνει. Η θεραπεία είναι κυρίως υποστηρικτική και στοχεύει στην πρόληψη και τη διόρθωση διαταραχών που έχουν προκληθεί από τη λύση του μυϊκού κυττάρου. Κατά την εκδήλωση ενός ισχυρού σεισμικού φαινομένου θα υπάρξει μεγάλος αριθμός τραυματιών και εγκλωβισμένων ανθρώπων στα συντρίμια και τα χαλάσματα κτηρίων που έχουν καταρρεύσει. Ο χρόνος που θα δαπανηθεί κάτω από τα συντρίμια είναι καθοριστικός για την ανάπτυξη ή μη της ραβδομυόλυσης. Η έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία της, είναι κρίσιμης σημασίας σε επιδημικές μορφές ραβδομυόλυσης όπως οι σεισμοί, καθώς η πρόωπη και έντονη ενυδάτωση μπορεί να βελτιώσει την πρόγνωση αυτής της επιπλοκής.

Συμπεράσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης

Οι σεισμοί είναι ένα φυσικό φαινόμενο που εκδηλώνεται ξαφνικά χωρίς προειδοποίηση με δυνατότητες να πυροδοτήσουν μια αλυσίδα επιπτώσεων, που επηρεάζει σημαντικά τη δημόσια υγεία μέσω θυμάτων και τραυματισμών.

Οι σεισμοί κατά τους Mavrouli *et al.* (2023), είναι από τις πιο εντυπωσιακές γεωλογικές διεργασίες που παραμένουν όμως εκ των πιο απρόβλεπτων φυσικών καταστροφών, επιδρώντας καταστροφικά σε ανθρώπους και κατασκευές.

Ο χρόνος που θα εκδηλωθεί ένα σεισμικό συμβάν είναι καθοριστικός όσον αφορά τον αριθμό των θυμάτων, σύμφωνα με τους Alpert & Jaffe (2022). Ωστόσο, εξίσου καθοριστικής σημασίας για την ύπαρξη πολλών ή λίγων θυμάτων, είναι και το οικονομικό και κοινωνικό υπόβαθρο της περιοχής που θα λάβει χώρα ένας σεισμός, δεδομένου ότι οι καταστροφές πλήττουν κατά τους Hendriks & Opdyke (2022), κυρίως φτωχές και περιθωριοποιημένες περιοχές, που κατοικούνται από ανθρώπους που πρέπει να εξισορροπούν τις καθημερινές κρίσεις με την ανάγκη για ασφαλή στέγαση.

Εκατομύρια ανθρώπων παγκοσμίως αντιμετωπίζουν ετησίως φυσικές ή ανθρωπογενείς καταστροφές, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε μαζικά ατυχήματα, σύμφωνα με τους Long, Liang & Gottlieb (2023), προκαλώντας σοβαρά ιατρικά προβλήματα. Οι σεισμικές καταστροφές περιγράφουν οι Bartels & VanRooyen (2012), μπορεί να οδηγήσουν σε μαζικά ατυχήματα με τραυματισμούς, στον εγκέφαλο ή στο νωτιαίο μυελό, υποσκληρίδια αιματώματα, ρήξεις ήπατος ή σπλήνας, κατάγματα πυέλου, κρανίου, θώρακος, άκρων και γενικώς του συνόλου του μυοσκελετικού συστήματος. Επίσης παρατηρούνται εξαιτίας των σεισμών προβλήματα που σχετίζονται με εγκεφαλοαγγειακές και καρδιακές παθήσεις, νευρολογικά προβλήματα και νεφρολογικές βλάβες.

Στη συγκεκριμένη εργασία αν και γίνεται αναφορά σε ένα μεγάλο εύρος των άμεσων και έμμεσων επιπλοκών που σχετίζονται με την ιδιαίτερη επιδημιολογία των σεισμών, δόθηκε μεγαλύτερη βαρύτητα στο σύνδρομο συντριβής που παρατηρείται συχνά σε τραυματίες σεισμών και κυρίως στη ραβδομύλωση που αναπτύσσεται εξαιτίας αυτού του συνδρόμου, η ονομασία του οποίου συχνά τόσο στη διεθνή όσο και στην ελληνική βιβλιογραφία είναι ταυτόσημη με τον όρο τραυματική ραβδομύλωση.

Τα θύματα ενός ισχυρού σεισμού συχνά παγιδεύονται κάτω από συντρίμια, ειδικά σε αστικές περιοχές, μερικές φορές για μέρες. Οι επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης είναι πιο αποτελεσματικές εάν μπορούν να γίνουν εντός ωρών από το συμβάν και η επιβίωση των παγιδευμένων θυμάτων μειώνεται ραγδαία με την πάροδο του χρόνου. Η επιβίωση ενός παγιδευμένου ανθρώπου εξαρτάται από τους τραυματισμούς που έχει υποστεί και την αντοχή του στην έλλειψη τροφής και/ή νερού. Το ανθρώπινο σώμα μπορεί να επιβιώσει για περισσότερες από 3 εβδομάδες χωρίς τροφή, αλλά μπορεί να επιβιώσει μόνο 3-7 ημέρες χωρίς νερό, ανάλογα με το κλίμα και άλλες συνθήκες.

Τα παγιδευμένα θύματα ενός σεισμού φέρουν συνήθως τραυματισμούς σύνθλιψης εξαιτίας των άμεσων σωματικών τραυμάτων που προκαλούνται από τα συντρίμια λόγω καταρρέσεων. Τραυματισμοί που μπορεί να οδηγήσουν σε ασφυξία, σοβαρό ορθοπεδικό τραυματισμό, σύνδρομο διαμερίσματος, υπόταση και τραυματισμό οργάνων (συμπεριλαμβανομένης της οξείας νεφρικής βλάβης).

Ωστόσο αν και οι συνθλιπτικοί τραυματισμοί είναι ένα σοβαρό πρόβλημα που αντιμετωπίζει ένα θύμα σεισμού, μέσω της μελέτης διαφόρων ερευνών διαπιστώθηκε πως σοβαρότερη παθολογική κατάσταση που αντιμετωπίζει ένα εγκλωβισμένο άτομο είναι το σύνδρομο συντριβής. Δηλαδή της συστημικής εκείνης εκδήλωσης εξαιτίας σοβαρής τραυματικής βλάβης που αναπτύσσεται εξαιτίας των τραυματισμών σύνθλιψης.

Η λύση των μυϊκών κυττάρων ή αλλιώς ραβδομύολυση, είναι το κύριο χαρακτηριστικό του συνδρόμου συντριβής. Συνέπεια αυτής της καταστροφής των μυϊκών κυττάρων είναι η απελευθέρωση του περιεχομένου τους στην κυκλοφορία επιδρώντας τοξικά πολλά όργανα, όπως οι νεφροί, η καρδιά και οι πνεύμονες, οδηγώντας σε μια σειρά από επιπλοκές, όπως οξεία νεφρική βλάβη, υποσογκαιμικό σοκ, υπερκαλιαιμία, σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας, και διάχυτη ενδαγγειακή πήξη.

Η συχνότητα του συνδρόμου συντριβής έχει μια διακύμανση μεταξύ 2 και 5% μεταξύ των τραυματισμένων θυμάτων και μπορεί να εμφανιστεί σε οποιοδήποτε ασθενή ανεξάρτητα από τη σοβαρότητα της μυϊκής συμπίεσης, περιέγραφε ο Sheng, το 1987. Γεγονός, που συμβάλει να παρακολουθούνται όλες οι περιπτώσεις σύνθλιψης για τυχόν σημάδια έναρξης οξείας νεφρικής βλάβης, λόγω ραβδομύολυσης.

Η ραβδομύολυση μπορεί να οφείλεται σε τραυματικά ή σε μη τραυματικά αίτια με αποτέλεσμα να διακρίνεται σε τραυματική ή μη τραυματική ραβδομύολυση.

Σε καταστάσεις σεισμού, ο χρόνος των επειγουσών επιχειρήσεων έρευνας και διάσωσης είναι κρίσιμος. Η ραβδομυόλυση είναι μια απειλητική για τη ζωή κατάσταση και αν δεν αντιμετωπιστεί έγκαιρα θα έχει αρνητική κατάληξη. Οι επιπλοκές της μπορούν να αποφευχθούν με πολύ πρόωμη και έντονη θεραπεία. Η άμεση ενυδάτωση του παγιδευμένου ατόμου ακόμη και αν δεν έχει απεγκλωβιστεί επιβάλλεται σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Η ενδοφλέβια έγχυση υγρών, ιδιαίτερα η ταχεία έγχυση ισοτονικού αλατούχου διαλύματος, είχε προταθεί ως προφυλακτική θεραπεία κατά της ανάπτυξης οξείας νεφρικής ανεπάρκειας.

Σε όλη τη χρησιμοποιούμενη βιβλιογραφία αναφέρεται πως η οξεία νεφρική βλάβη μπορεί να αντιμετωπιστεί επιτυχώς με την έναρξη της επιθετικής έγχυσης υγρών εντός 12 ωρών από την απελευθέρωση του υπό συμπίεση μυ ενώ αντιθέτως η ανεπαρκής χορήγηση ενδοφλεβίων υγρών σε πρώιμο στάδιο μπορεί να θεωρηθεί αιτία αυξημένης πιθανότητας πρόκλησης νεφρικής ανεπάρκειας. Επιπλέον η έγκαιρη ενυδάτωση λειτουργεί προφυλακτικά και έναντι της υποογκαιμίας.

Η κλασική τριάδα των μυαλγιών, της αδυναμίας και των σκούρων ούρων περιγράφεται σε όλη τη χρησιμοποιημένη βιβλιογραφία ως τα σημάδια υποψίας ραβδομυόλυσης, με το μυϊκό πόνο να είναι το πιο κοινό σύμπτωμα.

Οι κλινικοί γιατροί έκτακτης ανάγκης που βρίσκονται στην πρώτη γραμμή της αξιολόγησης και της θεραπείας ασθενών που παρουσιάζουν συμπτώματα όπως τα προαναφερθέντα πρέπει να είναι υποψιασμένοι, για πιθανή ραβδομυόλυση.

Η φροντίδα στον τόπο του συμβάντος είναι απαραίτητη και επικεντρώνεται στη θεραπεία απειλητικών για τη ζωή τραυματισμών, εξαγωγής, διαλογής, αναζωογόνησης υγρών και μεταφοράς. Η φροντίδα στο υγειονομικό κέντρο περιλαμβάνει αρχική σταθεροποίηση και αξιολόγηση τραύματος καθώς και θεραπεία οποιασδήποτε επιπλοκής. Επιπλέον, όπως σημειώνουν οι Jia *et al.*, το 2010, η έγκαιρη τυποποιημένη θεραπεία είναι σημαντική για να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα.

Οι μεταβολικές επιπλοκές της ραβδομυόλυσης όπως υπερκαλιαιμία, υπερουριχαιμία και υπασβεστιαίμία, πρέπει να αντιμετωπιστούν άμεσα κατά τη διάρκεια της θεραπείας.

Επειδή το πόσο επιτυχώς επανεντάσσεται ένα άτομο στην κοινωνία κατά τον Kocyigit (2023), έχει σημαντικό αντίκτυπο στο πόσο επιτυχημένη είναι η αποκατάστασή

επιβάλλεται τα σχέδια καταστροφών για τους σεισμούς να καλύπτουν στρατηγικές πρόληψης, πρώτες βοήθειες, βασικές αρχές εκπαίδευσης, συντονισμό των επιχειρήσεων παροχής βοήθειας, ιατρική περίθαλψη και διάφορες ανάγκες αποκατάστασης.

Η γνώση της σχέσης μεταξύ της πρόγνωσης των επιζώντων από σεισμό και του χρόνου απεγκλωβισμού είναι απαραίτητη για μια πιο επιτυχημένη διαχείριση θεραπείας της ραβδομύωσης σε μελλοντικές καταστροφές.

Η έκβαση των ασθενών με ραβδομύωση είναι συνεξαρτόμενη της αιτιολογίας της, της ηλικίας του ασθενούς αλλά και της ύπαρξης άλλων συννοσηροτήτων. Αν και η θνησιμότητα εξαιτίας ραβδομύωσης σε εγκλωβισμένα θύματα καταστροφών όπως οι σεισμοί αποτελεί μία πραγματικότητα, εν τούτοις με την κατάλληλη θεραπεία, ελαχιστοποιείται.

Αν και η ραβδομύωση εξακολουθεί να φέρει σημαντική νοσηρότητα, η μελέτη πλέον πλήθους ερευνών όχι απλά έχει συμβάλει στην αναγνωρισιμότητα αυτής της διαταραχής, αλλά έχει βοηθήσει και στην καλύτερη αντιμετώπισή της.

Με μια διεπαγγελματική προσέγγιση, μιας κατάλληλα εκπαιδευμένης ομάδας υγειονομικής περίθαλψης στη διάγνωση και τη φροντίδα αποτελούμενη από κλινικούς και ειδικούς ιατρούς, νοσηλευτές και φαρμακοποιούς, οι ασθενείς μπορούν να επιτύχουν καλά αποτελέσματα και να αποφύγουν τις μακροπρόθεσμες συνέπειες αυτής κατάστασης, που παγκοσμίως είναι γνωστή ως ραβδομύωση.

Δεδομένων των πρόσφατων εξελίξεων σε ό,τι θεωρείται δυνατό, τόσο τεχνολογικά όσο και χειρουργικά, ο τομέας αυτός είναι πιθανόν να σημειώσει τεράστια πρόοδο τα επόμενα χρόνια, τονίζοντας περαιτέρω τη σημασία του και την ανάγκη για συνεχή έρευνα.

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1.1	Ταξινόμηση των καταστροφών σύμφωνα με τις Σαουντζάκη & Δανδουλάκη, (2016) και τον Berman, (2009).	8
Πίνακας 1.2	Οι πιο θανατηφόροι σεισμοί από το 2000 έως το Σεπτέμβριο του 2023 σύμφωνα με το The Associated Press (2023, September 11).	10
Πίνακας 2.1	Σύγκριση διαφορετικών παραμέτρων μεταξύ ασθενών με τραυματισμό σύνθλιψης και σύνδρομο συντριβής. Το δείγμα των 611 ασθενών, αποτέλεσαν άνθρωποι που τραυματίστηκαν κατά το σεισμό που έγινε στο Μπάμ (Bam) του Ιράν στις 26-12-2003.	20
Πίνακας 2.2	Περιγραφική προσέγγιση ενδοφλέβιας παροχής υγρών σε ασθενείς με συντριπτικά τραύματα (Jagodzinski, Weerasinghe & Porter, 2010).	25
Πίνακας 2.3	Συνοπτική καταγραφή των λοιμώξεων και των μολυσματικών ασθενειών που δύναται να εμφανιστούν μετά την εκδήλωση ενός φυσικού κινδύνου όπως είναι ο σεισμός (Mavrouli <i>et al.</i> , 2023).	30
Πίνακας 3.1	Περιγραφή γεγονότων -κατά χρονολογική σειρά- που σύμφωνα με τον Better (1997), αποτέλεσαν ορόσημα στην ανίχνευση και αντιμετώπιση του συνδρόμου συντριβής.	43
Πίνακας 3.2	Συνοπτική περιγραφή της παθοφυσιολογίας του συνδρόμου διαμερίσματος (Πηγή: AO Foundation, International Committee of the Red Cross (ICRC) & The World Health Organization (WHO) EMT Secretariat (2016).	45
Πίνακας 3.3	Η οξεία νεφρική βλάβη, είναι η κύρια αιτία θανάτου στο σύνδρομο συντριβής. Η φερρόπτωση είναι μια τυπική μορφή κυτταρικού θανάτου που αν και ο ρόλος της δεν έχει αποκαλυφθεί πλήρως στο σύνδρομο συντριβής, παρουσιάζει κάποια χαρακτηριστικά που τη συνδέουν με αυτό. (Qiao <i>et al.</i> , 2023).	46
Πίνακας 3.4	Διαγνωστική αξιολόγηση του συνδρόμου συντριβής και χαρακτηριστικά της κάθε μεθόδου. Λόγω της πολυπλοκότητας της παθοφυσιολογίας του συνδρόμου συντριβής, η αποφυγή αυτό να καταστεί μοιραίο, εξαρτάται από την έγκαιρη διάγνωση και την έγκαιρη αντιμετώπισή του (Luo <i>et al.</i> , 2023)	48
Πίνακας 3.5	Η κλινική εικόνα του συνδρόμου διαμερίσματος χαρακτηρίζεται από τα 5 προαναφερθέντα σημεία (Καντάς & Καντάς, 2014), τα οποία είναι γνωστά στη διεθνή βιβλιογραφία ως: 5P (pain, pallor, pulselessness, paresthesias, paralysis), (Ουραήλογλου, 2017).	49
Πίνακας 4.1	Η αιτιολογία της ραβδομυόλυσης κατά τους Chavez <i>et al.</i> , (2016).	67

Πίνακας 4.2	Κατάταξη - ορισμός της μυοτοξικότητας, όπως ακριβώς περιγράφεται από τους Παληός & Κουταλάς, (2008).	69
Πίνακας 4.3	Πιθανές ερμηνείες αύξησης των ισοενζύμων της κινάσης της κρεατίνης.	76

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 2.1	Διάγραμμα που φαίνεται ο αριθμός των τραυματισμένων ατόμων που προσήλθαν στο νοσοκομείο του Καχραμανμάρας μετά την εκδήλωση του σεισμού στις 06-02-2023 στην Τουρκία και στη Συρία τις πρώτες ημέρες. (Kulakoğlu et al., 2023)	18
Εικόνα 2.2	Παθοφυσιολογία οξείας νεφρικής ανεπάρκειας σε ασθενείς με συντριπτικά τραύματα (Efstratiadis et al., 2007)	24
Εικόνα 3.1	Σχηματική παράσταση του μηχανισμού εμφάνισης του συνδρόμου συντριβή (Usuda et al., 2023)	47
Εικόνα 4.1	Μηχανισμός λύσης του μυϊκού κυττάρου κατά τη ραβδομυόλυση, όπως ακριβώς αποδίδεται από τους Chavez et al., (2016)	72
Εικόνα 4.2	Επιπλοκές της ραβδομυόλυσης ανάλογα με τον χρόνο έναρξης (Młynarska et al., 2022)	75

Βιβλιογραφία

- Adhikari, P., Hari, A., Morel, L., & Bueno, Y. (2021). Exertional Rhabdomyolysis After CrossFit Exercise. *Cureus*, 13(1), e12630. <https://doi.org/10.7759/cureus.12630>
- Al-Ismaili, Z., Piccioni, M., & Zappitelli, M. (2011). Rhabdomyolysis: pathogenesis of renal injury and management. *Pediatric nephrology (Berlin, Germany)*, 26(10), 1781–1788. <https://doi.org/10.1007/s00467-010-1727-3>
- Aleckovic-Halilovic, M., Pjanic, M., Mesic, E., Storrar, J., & Woywodt, A. (2020). From quail to earthquakes and human conflict: a historical perspective of rhabdomyolysis. *Clinical kidney journal*, 14(4), 1088–1096. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfaa075>
- Alexander D. (1996). The health effects of earthquakes in the mid-1990s. *Disasters*, 20(3), 231–247. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.1996.tb01036.x>
- Alpert, E. A., & Jaffe, E. (2022). EMS Catastrophic Events. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532920/>
- Altintepe, L., Guney, I., Tonbul, Z., Türk, S., Mazi, M., Ağca, E., & Yeksan, M. (2007). Early and intensive fluid replacement prevents acute renal failure in the crush cases associated with spontaneous collapse of an apartment in Konya. *Renal failure*, 29(6), 737–741. <https://doi.org/10.1080/08860220701460095>
- American Association of Colleges of Nursing. (2008). *The essentials of baccalaureate education for professional nursing practice*. Διαθέσιμο στο: <https://www.aacnnursing.org/Portals/0/PDFs/Publications/BaccEssentials08.pdf>
- Amundson, D., Dadekian, G., Etienne, M., Gleeson, T., Hicks, T., Killian, D., Kratovil, K., Lewis, C., Monsour, M., Pasiuk, B., Rhodes, D., & Miller, E. J. (2010). Practicing internal medicine onboard the USNS COMFORT in the aftermath of the Haitian earthquake. *Annals of internal medicine*, 152(11), 733–737. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-152-11-201006010-00215>
- Anwar, M. Y., & Gupta, V. (2023). Myoglobinuria. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557379/>

- Aoki, T., Takahashi, J., Fukumoto, Y., Yasuda, S., Ito, K., Miyata, S., Shinozaki, T., Inoue, K., Yagi, T., Komaru, T., Katahira, Y., Obata, A., Hiramoto, T., Sukegawa, H., Ogata, K., & Shimokawa, H. (2013). Effect of the Great East Japan Earthquake on cardiovascular diseases--report from the 10 hospitals in the disaster area. *Circulation journal: official journal of the Japanese Circulation Society*, 77(2), 490–493. <https://doi.org/10.1253/circj.cj-12-1594>
- Arango-Granados, M. C., Cruz Mendoza, D. F., Salcedo Cadavid, A. E., & García Marín, A. F. (2020). Amputation in crush syndrome: A case report. *International journal of surgery case reports*, 72, 346–350. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2020.05.087>
- Ateş, S., & Erdem, H. (2023). The earthquake in Türkiye and infectious disease concerns. *New microbes and new infections*, 52, 101127. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2023.101127>
- Aydin, S., Kazci, O., Ece, B., & Kantarci, M. (2023). Earthquakes from a radiological perspective: what is demanded from the radiologists, and what can we do? A pictorial review. *Diagnostic and interventional radiology (Ankara, Turkey)*, 10.4274/dir.2023.232157. Advance online publication. <https://doi.org/10.4274/dir.2023.232157>
- Aujla, R. S., & Patel, R. (2022). Creatine Phosphokinase. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Babaie, J., Pashaei Asl, Y., Naghipour, B., & Faridaalae, G. (2021). Cardiovascular Diseases in Natural Disasters; a Systematic Review. *Archives of academic emergency medicine*, 9(1), e36. <https://doi.org/10.22037/aaem.v9i1.1208>
- Baeza-Trinidad R. (2022). Rabdomiólisis: un síndrome a tener en cuenta. *Medicina clinica*, 158(6), 277–283. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2021.09.025>
- Bagley, W. H., Yang, H., & Shah, K. H. (2007). Rhabdomyolysis. *Internal and emergency medicine*, 2(3), 210–218. <https://doi.org/10.1007/s11739-007-0060-8>
- Ballantyne, C. M., Corsini, A., Davidson, M. H., Holdaas, H., Jacobson, T. A., Leitersdorf, E., März, W., Reckless, J. P., & Stein, E. A. (2003). Risk for myopathy with statin therapy in high-risk patients. *Archives of internal medicine*, 163(5), 553–564. <https://doi.org/10.1001/archinte.163.5.553>

- Bartels, S. A., & VanRooyen, M. J. (2012). Medical complications associated with earthquakes. *Lancet (London, England)*, 379(9817), 748–757. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60887-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60887-8)
- Berman, S. (2009). *Pediatrics in Disasters (PEDS) A Course of the Program Helping the Children. Pediatric Education in Disasters Manual*. Διαθέσιμο στο: https://njaap.org/uploadfiles/documents/2015/Disaster%20Toolkit/peds-full-eng_2012.pdf
- Better, O. S., & Stein, J. H. (1990). Early management of shock and prophylaxis of acute renal failure in traumatic rhabdomyolysis. *The New England journal of medicine*, 322(12), 825–829. <https://doi.org/10.1056/NEJM199003223221207>
- Better O. S. (1997). History of the crush syndrome: from the earthquakes of Messina, Sicily 1909 to Spitak, Armenia 1988. *American journal of nephrology*, 17(3-4), 392–394. <https://doi.org/10.1159/000169127>
- Bingol, O., Karlidag, T., Keskin, O. H., Kilic, E., Sarikaya, B., & Ozdemir, G. (2023). Preventing extremity amputations after earthquakes: a quantitative analysis of fasciotomy and extrication time. *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society*, 10.1007/s00068-023-02325-6. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00068-023-02325-6>
- Bouklouch, Y., Schmidt, A. H., Obremskey, W. T., Bernstein, M., Gamburg, N., & Harvey, E. J. (2022). Big data insights into predictors of acute compartment syndrome. *Injury*, 53(7), 2557–2561. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.02.041>
- Briggs S. M. (2006). Earthquakes. *The Surgical clinics of North America*, 86(3), 537–544. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2006.02.003>
- Brinley, A., Chakravarthy, B., Kiester, D., Hoonpongsimanont, W., McCoy, C. E., & Lotfipour, S. (2018). Compartment Syndrome with Rhabdomyolysis in a Marathon Runner. *Clinical practice and cases in emergency medicine*, 2(3), 197–199. <https://doi.org/10.5811/cpcem.2018.4.37957>
- Brown, N., Margus, C., Hart, A., Sarin, R., Hertelendy, A., & Ciottone, G. (2023). Virtual Reality Training in Disaster Medicine: A Systematic Review of the Literature. *Simulation*

in healthcare: journal of the Society for Simulation in Healthcare, 18(4), 255–261.
<https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000675>

Cadet, B., Bhutta, S., Mahmoudzadeh, S., Merisier, M., & Shah, N. (2023). When Overdose of Doxylamine Leads to Severe Rhabdomyolysis and Renal Failure That Requires Hemodialysis: A Case Report and Literature Review. *Cureus*, 15(8), e43395.
<https://doi.org/10.7759/cureus.43395>

Caughey, G. E., Gabb, G. M., Ronson, S., Ward, M., Beukelman, T., Hill, C. L., & Limaye, V. (2018). Association of Statin Exposure With Histologically Confirmed Idiopathic Inflammatory Myositis in an Australian Population. *JAMA internal medicine*, 178(9), 1224–1229. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2018.2859>

Chan T. Y. (2016). The Emergence and Epidemiology of Haff Disease in China. *Toxins*, 8(12), 359. <https://doi.org/10.3390/toxins8120359>

Chavez, L. O., Leon, M., Einav, S., & Varon, J. (2016). Beyond muscle destruction: a systematic review of rhabdomyolysis for clinical practice. *Critical care (London, England)*, 20(1), 135. <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1314-5>

Chen, T. W., Yang, Z. G., Wang, Q. L., Dong, Z. H., Yu, J. Q., Zhuang, Z. P., Hou, C. L., & Li, Z. L. (2009). Crush extremity fractures associated with the 2008 Sichuan earthquake: anatomic sites, numbers and statuses evaluated with digital radiography and multidetector computed tomography. *Skeletal radiology*, 38(11), 1089–1097.
<https://doi.org/10.1007/s00256-009-0743-5>

Cho, J. T., & Han, J. H. (2016). A Case of Mushroom Poisoning with *Russula subnigricans*: Development of Rhabdomyolysis, Acute Kidney Injury, Cardiogenic Shock, and Death. *Journal of Korean medical science*, 31(7), 1164–1167.
<https://doi.org/10.3346/jkms.2016.31.7.1164>

Ciottone, R. G. (2023). *Ciottone's Disaster Medicine*. 3rd Edition. Elsevier. Hardback ISBN: 9780323809320 - eBook ISBN: 9780323809337

Danielak, D., Karaźniewicz-Łada, M., & Głowska, F. (2018). Assessment of the Risk of Rhabdomyolysis and Myopathy During Concomitant Treatment with Ticagrelor and Statins. *Drugs*, 78(11), 1105–1112. <https://doi.org/10.1007/s40265-018-0947-x>

- Demirkiran, O., Dikmen, Y., Utku, T., & Urkmez, S. (2003). Crush syndrome patients after the Marmara earthquake. *Emergency medicine journal: EMJ*, 20(3), 247–250. <https://doi.org/10.1136/emj.20.3.247>
- De Santo, N. G., Bisaccia, C., & De Santo, L. S. (2016). The priority of Antonino D'Antona in describing rhabdomyolysis with acute kidney injury, following the Messina earthquake (December 28, 1908). Commentary. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, 52(1), 1–3. https://doi.org/10.4415/ANN_16_01_01
- Dong, Z. H., Yang, Z. G., Chen, T. W., Feng, Y. C., Chu, Z. G., Yu, J. Q., Bai, H. L., & Wang, Q. L. (2010). Crush thoracic trauma in the massive Sichuan earthquake: evaluation with multidetector CT of 215 cases. *Radiology*, 254(1), 285–291. <https://doi.org/10.1148/radiol.09090685>
- Ding, Y., Sun, T., Wang, P. J., Xiang, J. H., Zhang, M. C., & Li, Y. (2008). Analysis of fracture conditions and therapeutic experiences of earthquake casualties. *China journal of orthopaedics and traumatology*, 21(10), 742–743.
- Dixon, S. J., Lemberg, K. M., Lamprecht, M. R., Skouta, R., Zaitsev, E. M., Gleason, C. E., Patel, D. N., Bauer, A. J., Cantley, A. M., Yang, W. S., Morrison, B., 3rd, & Stockwell, B. R. (2012). Ferroptosis: an iron-dependent form of nonapoptotic cell death. *Cell*, 149(5), 1060–1072. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2012.03.042>
- Dougherty J. E. (2013). The role of hyperbaric oxygen therapy in crush injuries. *Critical care nursing quarterly*, 36(3), 299–309. <https://doi.org/10.1097/CNQ.0b013e318294ea41>
- Düzova, A., Akgül, S., Utine, G. E., & Yıldız, Y. (2023). The Türkiye-Syria Earthquake: a response from the editors of the Turkish Journal of Pediatrics. *The Turkish journal of pediatrics*, 65(1), 1–2. <https://doi.org/10.24953/turkjpeds.2023.E001>
- Ensari, C., Tüfekçioglu, O., Ayli, D., Gümüş, T., Izdes, S., & Turanli, S. (2002). Response to delayed fluid therapy in crush syndrome. *Nephron*, 92(4), 941–943. <https://doi.org/10.1159/000065453>
- Emanuel, K. (2005). Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature* 436, 686–688. <https://doi.org/10.1038/nature03906>
- F. Al-Jazairi, A. (2019). Disasters and Disaster Medicine. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72947>

- Féasson, L., Stockholm, D., Freyssenet, D., Richard, I., Duguez, S., Beckmann, J. S., & Denis, C. (2002). Molecular adaptations of neuromuscular disease-associated proteins in response to eccentric exercise in human skeletal muscle. *The Journal of physiology*, 543(Pt 1), 297–306. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.018689>
- Floret, N., Viel, J. F., Mauny, F., Hoen, B., & Piarroux, R. (2006). Negligible risk for epidemics after geophysical disasters. *Emerging infectious diseases*, 12(4), 543–548. <https://doi.org/10.3201/eid1204.051569>
- Gabow, P. A., Kaehny, W. D., & Kelleher, S. P. (1982). The spectrum of rhabdomyolysis. *Medicine*, 61(3), 141–152. <https://doi.org/10.1097/00005792-198205000-00002>
- Gaut, J. P., & Liapis, H. (2020). Acute kidney injury pathology and pathophysiology: a retrospective review. *Clinical kidney journal*, 14(2), 526–536. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfaa142>
- Genthon, A., & Wilcox, S. R. (2014). Crush syndrome: a case report and review of the literature. *The Journal of emergency medicine*, 46(2), 313–319. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2013.08.052>
- Ghodsi, S. M., Zargar, M., Khaji, A., & Karbakhsh, M. (2006). Chest injury in victims of Bam earthquake. *Chinese journal of traumatology*, 9(6), 345–348.
- Gillani, S., Cao, J., Suzuki, T., & Hak, D. J. (2012). The effect of ischemia reperfusion injury on skeletal muscle. *Injury*, 43(6), 670–675. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.03.008>
- Goodman, A. D., Got, C. J., & Weiss, A. C. (2017). Crush Injuries of the Hand. *The Journal of hand surgery*, 42(6), 456–463. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2017.03.028>
- Gold, L. S., Kane, L. B., Sotoodehnia, N., & Rea, T. (2007). Disaster events and the risk of sudden cardiac death: a Washington State investigation. *Prehospital and disaster medicine*, 22(4), 313–317. <https://doi.org/10.1017/s1049023x00004921>
- Gopalakrishnan, S. (2019). *Disasters & Fundamental Aspects Disaster Management Program*. Chennai, India: BIHER University
- Gunat, A. I., Celiker, H., Dogukan, A., Ozalp, G., Kirciman, E., Simsekli, H., Gunay, I., Demircin, M., Belhan, O., Yildirim, M. A., & Sever, M. S. (2004). Early and vigorous

fluid resuscitation prevents acute renal failure in the crush victims of catastrophic earthquakes. *Journal of the American Society of Nephrology: JASN*, 15(7), 1862–1867. <https://doi.org/10.1097/01.asn.0000129336.09976.73>

Gupta, A., Thorson, P., Penmatsa, K. R., & Gupta, P. (2021). Rhabdomyolysis: Revisited. *The Ulster medical journal*, 90(2), 61–69.

Hansrivijit, P., Yarlagadda, K., Puthenpura, M. M., & Cunningham, J. M. (2020). Extremely High Creatine Kinase Activity in Rhabdomyolysis without Acute Kidney Injury. *The American journal of case reports*, 21, e924347. <https://doi.org/10.12659/AJCR.924347>

Harvey, E. J., Sanders, D. W., Shuler, M. S., Lawendy, A. R., Cole, A. L., Alqahtani, S. M., & Schmidt, A. H. (2012). What's new in acute compartment syndrome? *Journal of orthopaedic trauma*, 26(12), 699–702. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e31826df980>

Hashemi, B., Safari, S., Hosseini, M., Yousefifard, M., Erfani, E., Baratloo, A., Rahmati, F., Motamedi, M., Forouzanfar, M. M., & Najafi, I. (2016). A Systematic Review of Iranian Experiences in Seismo-Nephrology. *Archives of trauma research*, 5(2), e28796. <https://doi.org/10.5812/atr.28796>

Hatamizadeh, P., Najafi, I., Vanholder, R., Rashid-Farokhi, F., Sanadgol, H., Seyrafi, S., Mooraki, A., Atabak, S., Samimagham, H., Pourfarziani, V., Broumand, B., Van Biesen, W., & Lameire, N. (2006). Epidemiologic aspects of the Bam earthquake in Iran: the nephrologic perspective. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*, 47(3), 428–438. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2005.11.019>

Hendriks, E., & Opdyke, A. (2022). The influence of technical assistance and funding on perceptions of post-disaster housing safety after the 2015 Gorkha earthquakes in Nepal. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 73, 102906. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102906>

Hohenegger M. (2012). Drug induced rhabdomyolysis. *Current opinion in pharmacology*, 12(3), 335–339. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2012.04.002>

- Homsí, E., Barreiro, M. F., Orlando, J. M., & Higa, E. M. (1997). Prophylaxis of acute renal failure in patients with rhabdomyolysis. *Renal failure*, 19(2), 283–288. <https://doi.org/10.3109/08860229709026290>
- Hosseini M., Safari S., Sharifi A., Amini M., Farokhi F.R., Sanadgol H., Seirafian S., Mooraki A., Samimagham H.R., Pourfarziani V., Atabak S., Osareh S., Boroumand B., Najafi I. (2009). Wide spectrum of traumatic rhabdomyolysis in earthquake victims. *Acta Medica Iranica*, 47(6), 459–464.
- Hu, Y., Tang, Y., Yuan, Y., Xie, T. P., & Zhao, Y. F. (2010). Trauma evaluation of patients with chest injury in the 2008 earthquake of Wenchuan, Sechuan, China. *World journal of surgery*, 34(4), 728–732. <https://doi.org/10.1007/s00268-010-0427-2>
- Huerta-Alardín, A. L., Varon, J., & Marik, P. E. (2005). Bench-to-bedside review: Rhabdomyolysis -- an overview for clinicians. *Critical care (London, England)*, 9(2), 158–169. <https://doi.org/10.1186/cc2978>
- International Committee of the Red Cross (ICRC). (2016). *Management of Limb Injuries during Disaster and Conflict*. Διαθέσιμο στο: <https://icrc.aeducation.org/>.
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC). (2019). *What is a disaster?* Διαθέσιμο στο: <https://www.ifrc.org/en/what-we-do/disaster-management/about-disasters/what-is-a-disaster/>
- Iyama, A., Utsunomiya, D., Uetani, H., Kidoh, M., Sugahara, T., Yoshimatsu, S., & Yamashita, Y. (2018). Emergency radiology after a massive earthquake: clinical perspective. *Japanese journal of radiology*, 36(11), 641–648. <https://doi.org/10.1007/s11604-018-0771-y>
- Jagodzinski N.A., Weerasinghe C., Porter K. (2010). Crush injuries and crush syndrome — a review. Part 1: the systemic injury. *Trauma*, 12(2):69-88. <https://doi.org/10.1177/146040861037244>
- Jia, L., Li, G. P., You, C., Li, H., Huang, S. Q., Yang, C. H., Xiong, H., & Zeng, Y. J. (2010). The epidemiology and clinical management of craniocerebral injury caused by the Sichuan earthquake. *Neurology India*, 58(1), 85–89. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.60406>

- Kang, P., Tang, B., Liu, Y., Liu, X., Shen, Y., Liu, Z., Yang, H., & Zhang, L. (2016). Profile and procedures for fractures among 1323 fracture patients from the 2010 Yushu earthquake, China. *The American journal of emergency medicine*, 34(11), 2132–2139. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2016.07.064>
- Karamouzian, S., Saeed, A., Ashraf-Ganjouei, K., Ebrahiminejad, A., Dehghani, M. R., & Asadi, A. R. (2010). The neurological outcome of spinal cord injured victims of the Bam earthquake, Kerman, Iran. *Archives of Iranian medicine*, 13(4), 351–354.
- Kario K. (2012). Disaster hypertension - its characteristics, mechanism, and management - . *Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society*, 76(3), 553–562. <https://doi.org/10.1253/circj.cj-11-1510>
- Kazancioğlu, R., Korular, D., Sever, M. S., Türkmen, A., Aysuna, N., Kayacan, S. M., Tahin, S., Yildiz, A., Bozfakioğlu, S., & Ark, E. (2001). The outcome of patients presenting with crush syndrome after the Marmara earthquake. *The International journal of artificial organs*, 24(1), 17–21.
- Khan F. Y. (2009). Rhabdomyolysis: a review of the literature. *The Netherlands journal of medicine*, 67(9), 272–283.
- Kloner R. A. (2006). Natural and unnatural triggers of myocardial infarction. *Progress in cardiovascular diseases*, 48(4), 285–300. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2005.07.001>
- Kocyigit B. F. (2023). Rehabilitation Needs After Earthquakes. *Journal of Korean medical science*, 38(17), e153. <https://doi.org/10.3346/jkms.2023.38.e153>
- Kolovou, G., Cokkinos, P., Bilianou, H., Kolovou, V., Katsiki, N., & Mavrogeni, S. (2019). Non-traumatic and non-drug-induced rhabdomyolysis. *Archives of medical sciences. Atherosclerotic diseases*, 4, e252–e263. <https://doi.org/10.5114/amsad.2019.90152>
- Kouadio, I. K., Aljunid, S., Kamigaki, T., Hammad, K., & Oshitani, H. (2012). Infectious diseases following natural disasters: prevention and control measures. *Expert review of anti-infective therapy*, 10(1), 95–104. <https://doi.org/10.1586/eri.11.155>
- Kozik, I., & Wikerd, Z. (2023). Extremely elevated creatine kinase associated with rhabdomyolysis-induced acute kidney injury in a patient with Huntington's disease: a case

report. *Journal of medical case reports*, 17(1), 287. <https://doi.org/10.1186/s13256-023-04018-5>

Kruijt, N., van den Bersselaar, L. R., Kamsteeg, E. J., Verbeeck, W., Snoeck, M. M. J., Everaerd, D. S., Abdo, W. F., Jansen, D. R. M., Erasmus, C. E., Jungbluth, H., & Voermans, N. C. (2021). The etiology of rhabdomyolysis: an interaction between genetic susceptibility and external triggers. *European journal of neurology*, 28(2), 647–659. <https://doi.org/10.1111/ene.14553>

Kulakoğlu, B., Uzunay, Z., Pota, K., Varhan, N., & Fırat, M. G. (2023). Evaluation of musculoskeletal injuries after the 2023 Kahramanmaraş earthquake: A local hospital experience. *Joint diseases and related surgery*, 34(2), 509–515. <https://doi.org/10.52312/jdrs.2023.1100>

Kundakci, B., Mirioglu, A., Tekin, M., Bagir, M., Bicer, O. S., Arslan, Y. K., Ozkan, C., & Ozbarlas, H. S. (2023). 6 February 2023, orthopedic experience in Kahramanmaraş earthquake and surgical decision in patients with crush syndrome. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 18(1), 537. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-04001-2>

Kurultak, I. (2022). Deprem yaralanmalı erişkin hastada ezilme (crush) sendromu. *TOTBID*, 21(3), 294–303. <https://doi.org/10.5578/totbid.dergisi.2022.40>

Kyriakides, T., Angelini, C., Schaefer, J., Mongini, T., Siciliano, G., Sacconi, S., Joseph, J., Burgunder, J. M., Bindoff, L. A., Vissing, J., de Visser, M., & Hilton-Jones, D. (2013). EFNS review on the role of muscle biopsy in the investigation of myalgia. *European journal of neurology*, 20(7), 997–1005. <https://doi.org/10.1111/ene.12174>

Leor, J., Poole, W. K., & Kloner, R. A. (1996). Sudden cardiac death triggered by an earthquake. *The New England journal of medicine*, 334(7), 413–419. <https://doi.org/10.1056/NEJM199602153340701>

Li, N., Wang, X., Wang, P., Fan, H., Hou, S., & Gong, Y. (2020). Emerging medical therapies in crush syndrome - progress report from basic sciences and potential future avenues. *Renal failure*, 42(1), 656–666. <https://doi.org/10.1080/0886022X.2020.1792928>

Liang, N. J., Shih, Y. T., Shih, F. Y., Wu, H. M., Wang, H. J., Shi, S. F., Liu, M. Y., & Wang, B. B. (2001). Disaster epidemiology and medical response in the Chi-Chi

earthquake in Taiwan. *Annals of emergency medicine*, 38(5), 549–555. <https://doi.org/10.1067/mem.2001.118999>

Ligon B. L. (2006). Infectious diseases that pose specific challenges after natural disasters: a review. *Seminars in pediatric infectious diseases*, 17(1), 36–45. <https://doi.org/10.1053/j.spid.2006.01.002>

Lin, B., & Lee, C. (2022). Conducting an adaptive evaluation framework of importance and performance for community-based earthquake disaster management. *Natural Hazards*, 115(2), 1255–1274. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05594-3>

Lindner, A., & Zierz, S. (2003). Rhabdomyolyse und Myoglobinurie [Rhabdomyolysis and myoglobinuria]. *Der Nervenarzt*, 74(6), 505–515. <https://doi.org/10.1007/s00115-003-1518-1>

Liu, Y., Jiang, W., Liu, S., Zhou, Y., Zhang, J., Yang, L., Lei, D., Wang, H., & Xu, W. (2009). Clinical features and early treatment for 596 patients with fracture in Wenchuan earthquake. *Chinese journal of reparative and reconstructive surgery*, 23(2), 198–200.

Long, S., Garrett, J., Bhargava, P., Aguilar, G., Simoncini, A., & Sangster, G. (2017). Multimodality imaging findings in rhabdomyolysis and a brief review of differential diagnoses. *Emergency radiology*, 24(4), 387–392. <https://doi.org/10.1007/s10140-017-1512-8>

Long, B., Koyfman, A., & Gottlieb, M. (2019). An evidence-based narrative review of the emergency department evaluation and management of rhabdomyolysis. *The American journal of emergency medicine*, 37(3), 518–523. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.12.061>

Long, B., Liang, S. Y., & Gottlieb, M. (2023). Crush injury and syndrome: A review for emergency clinicians. *The American journal of emergency medicine*, 69, 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.04.029>

Luo, Y., Liu, C., Li, D., Yang, B., Shi, J., Guo, X., Fan, H., & Lv, Q. (2023). Progress in the Diagnostic and Predictive Evaluation of Crush Syndrome. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 13(19), 3034. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13193034>

- Malinoski, D. J., Slater, M. S., & Mullins, R. J. (2004). Crush injury and rhabdomyolysis. *Critical care clinics*, 20(1), 171–192. [https://doi.org/10.1016/s0749-0704\(03\)00091-5](https://doi.org/10.1016/s0749-0704(03)00091-5)
- Maskrey A. (1993). *Los Desastres No Son Naturales*. Publicaciones: LA RED. Ciudad de Panamá. Διαθέσιμο στο: <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>
- Mavrouli, M., Mavroulis, S., Lekkas, E., & Tsakris, A. (2023). The Impact of Earthquakes on Public Health: A Narrative Review of Infectious Diseases in the Post-Disaster Period Aiming to Disaster Risk Reduction. *Microorganisms*, 11(2), 419. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020419>
- Michaelson M. (1992). Crush injury and crush syndrome. *World journal of surgery*, 16(5), 899–903. <https://doi.org/10.1007/BF02066989>
- Moratalla, M. B., Braun, P., & Fornas, G. M. (2008). Importance of MRI in the diagnosis and treatment of rhabdomyolysis. *European journal of radiology*, 65(2), 311–315. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2007.03.033>
- Morgan O. (2004). Infectious disease risks from dead bodies following natural disasters. *Revista panamericana de salud publica*, 15(5), 307–312. <https://doi.org/10.1590/s1020-49892004000500004>
- Muaddi, L., Ledgerwood, C., Sheridan, R., Dumont, T., & Nashar, K. (2022). Acute Renal Failure and Its Complications, Indications for Emergent Dialysis, and Dialysis Modalities. *Critical care nursing quarterly*, 45(3), 258–265. <https://doi.org/10.1097/CNQ.0000000000000410>
- Mulvey, J. M., Awan, S. U., Qadri, A. A., & Maqsood, M. A. (2008). Profile of injuries arising from the 2005 Kashmir earthquake: the first 72 h. *Injury*, 39(5), 554–560. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2007.07.025>
- Murata, I., Imanari, M., Komiya, M., Kobayashi, J., Inoue, Y., & Kanamoto, I. (2020). Icing treatment in rats with crush syndrome can improve survival through reduction of potassium concentration and mitochondrial function disorder effect. *Experimental and therapeutic medicine*, 19(1), 777–785. <https://doi.org/10.3892/etm.2019.8230>

- Murata, I., Sugai, T., Murakawa, Y., Miyamoto, Y., Kobayashi, J., Inoue, Y., & Kanamoto, I. (2022). Salvianolic acid B improves the survival rate, acute kidney dysfunction, inflammation and NETosis-mediated antibacterial action in a crush syndrome rat model. *Experimental and therapeutic medicine*, 23(5), 320. <https://doi.org/10.3892/etm.2022.11249>
- Młynarska, E., Krzemińska, J., Wronka, M., Franczyk, B., & Rysz, J. (2022). Rhabdomyolysis-Induced AKI (RIAKI) Including the Role of COVID-19. *International journal of molecular sciences*, 23(15), 8215. <https://doi.org/10.3390/ijms23158215>
- Nadjafi, I., Atef, M. R., Broumand, B., & Rastegar, A. (1997). Suggested guidelines for treatment of acute renal failure in earthquake victims. *Renal failure*, 19(5), 655–664. <https://doi.org/10.3109/08860229709109031>
- Najafi, S., Akahavan Rezayat, A., Beyzaei, S. F., Shahriari, Z., Taheri Tabar, M., Ghasemi Nour, M., Mosaed, R., Khadem-Rezaian, M., & Hamidi Farahani, R. (2022). Incidence of infectious diseases after earthquakes: a systematic review and meta-analysis. *Public health*, 202, 131–138. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2021.11.005>
- Naghii M. R. (2005). Public health impact and medical consequences of earthquakes. *Revista panamericana de salud publica*, 18(3), 216–221. <https://doi.org/10.1590/s1020-49892005000800013>
- Nance, J. R., & Mammen, A. L. (2015). Diagnostic evaluation of rhabdomyolysis. *Muscle & nerve*, 51(6), 793–810. <https://doi.org/10.1002/mus.24606>
- Nayar, S. K., Alcock, H. M. F., & Edwards, D. S. (2022). Primary amputation versus limb salvage in upper limb major trauma: a systematic review. *European journal of orthopaedic surgery & traumatology : orthopedie traumatologie*, 32(3), 395–403. <https://doi.org/10.1007/s00590-021-03008-x>
- Noji E. K. (2005). Public health issues in disasters. *Critical care medicine*, 33(1 Suppl), S29–S33. <https://doi.org/10.1097/01.ccm.0000151064.98207.9c>
- Nola, I. A. (2018). Los terremotos y sus impactos ambientales, médicos y de salud pública. *Salud Pública de México*, 60(Supl. 1), 16-22. <https://doi.org/10.21149/9212>
- Oda, J., Tanaka, H., Yoshioka, T., Iwai, A., Yamamura, H., Ishikawa, K., Matsuoka, T., Kuwagata, Y., Hiraide, A., Shimazu, T., & Sugimoto, H. (1997). Analysis of 372 patients

with Crush syndrome caused by the Hanshin-Awaji earthquake. *The Journal of trauma*, 42(3), 470–476. <https://doi.org/10.1097/00005373-199703000-00015>

Olson, S. A., & Glasgow, R. R. (2005). Acute compartment syndrome in lower extremity musculoskeletal trauma. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 13(7), 436–444. <https://doi.org/10.5435/00124635-200511000-00003>

Ormiston, R. V., & Marappa-Ganeshan, R. (2023). Fasciotomy. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Osuka, A., Miyao, D., Kuge, Y., Nakajima, S., Kuroki, Y., & Ueyama, M. (2021). Good recovery without decompression fasciotomy for crush syndrome caused by using a Japanese-style toilet. *Trauma case reports*, 32, 100411. <https://doi.org/10.1016/j.tcr.2021.100411>

Pan, S. T., Cheng, Y. Y., & Lin, C. H. (2019). Extrication time and earthquake-related mortality in the 2016 Taiwan earthquake. *Journal of the Formosan Medical Association*, 118(11), 1504–1514. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2019.07.013>

Pasternak, R. C., Smith, S. C., Jr, Bairey-Merz, C. N., Grundy, S. M., Cleeman, J. I., Lenfant, C., American College of Cardiology, American Heart Association, & National Heart, Lung and Blood Institute (2002). ACC/AHA/NHLBI Clinical Advisory on the Use and Safety of Statins. *Stroke*, 33(9), 2337–2341. <https://doi.org/10.1161/01.str.0000034125.94759.41>

Pei, P., Li, X. Y., Lu, S. S., Liu, Z., Wang, R., Lu, X. C., & Lu, K. (2019). The Emergence, Epidemiology, and Etiology of Haff Disease. *Biomedical and environmental sciences : BES*, 32(10), 769–778. <https://doi.org/10.3967/bes2019.096>

Phalkey, R., Reinhardt, J. D., & Marx, M. (2011). Injury epidemiology after the 2001 Gujarat earthquake in India: a retrospective analysis of injuries treated at a rural hospital in the Kutch district immediately after the disaster. *Global health action*, 4, 7196. <https://doi.org/10.3402/gha.v4i0.7196>

Ponraj, D., & Gopalakrishnakone, P. (1997). Renal lesions in rhabdomyolysis caused by Pseudechis australis snake myotoxin. *Kidney international*, 51(6), 1956–1969. <https://doi.org/10.1038/ki.1997.267>

- Qiao, O., Wang, X., Wang, Y., Li, N., & Gong, Y. (2023). Ferroptosis in acute kidney injury following crush syndrome: A novel target for treatment. *Journal of advanced research*, 54, 211–222. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2023.01.016>
- Raniga, S. B., Mittal, A. K., Bernstein, M., Skalski, M. R., & Al-Hadidi, A. M. (2019). Multidetector CT in Vascular Injuries Resulting from Pelvic Fractures: A Primer for Diagnostic Radiologists. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 39(7), 2111–2129. <https://doi.org/10.1148/rg.2019190062>
- Rathore, M. F., Rashid, P., Butt, A. W., Malik, A. A., Gill, Z. A., & Haig, A. J. (2007). Epidemiology of spinal cord injuries in the 2005 Pakistan earthquake. *Spinal cord*, 45(10), 658–663. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3102023>
- Reis, N. D., & Better, O. S. (2005). Mechanical muscle-crush injury and acute muscle-crush compartment syndrome: with special reference to earthquake casualties. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 87(4), 450–453. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.87B4.15334>
- Reis, N. D., & Michaelson, M. (1986). Crush injury to the lower limbs. Treatment of the local injury. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 68(3), 414–418.
- Rizzi, D., Basile, C., Di Maggio, A., Sebastio, A., Introna, F., Jr, Rizzi, R., Bruno, S., Scatizzi, A., & De Marco, S. (1989). Rhabdomyolysis and acute tubular necrosis in coniine (hemlock) poisoning. *Lancet (London, England)*, 2(8677), 1461–1462. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(89\)92075-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(89)92075-8)
- Ron, D., Taitelman, U., Michaelson, M., Bar-Joseph, G., Bursztein, S., & Better, O. S. (1984). Prevention of acute renal failure in traumatic rhabdomyolysis. *Archives of internal medicine*, 144(2), 277–280.
- Russell T. A. (2005). Acute renal failure related to rhabdomyolysis: pathophysiology, diagnosis, and collaborative management. *Nephrology nursing journal : journal of the American Nephrology Nurses' Association*, 32(4), 409–419.
- Sahebi, A., Nejati-Zarnaqi, B., Vasei, N., & Jahangiri, K. (2023). Deep Vein Thrombosis After Earthquake: A Systematic Review and Meta-analysis. *Disaster medicine and public health preparedness*, 17, e304. <https://doi.org/10.1017/dmp.2022.268>

Sauret, J. M., Marinides, G., & Wang, G. K. (2002). Rhabdomyolysis. *American family physician*, 65(5), 907–912.

Schultz, C. H., Koenig, K. L., & Noji, E. K. (1996). A medical disaster response to reduce immediate mortality after an earthquake. *The New England journal of medicine*, 334(7), 438–444. <https://doi.org/10.1056/NEJM199602153340706>

Schwartz, D. S., Weisner, Z., & Badar, J. (2015). Immediate Lower Extremity Tourniquet Application to Delay Onset of Reperfusion Injury after Prolonged Crush Injury. *Prehospital emergency care*, 19(4), 544–547. <https://doi.org/10.3109/10903127.2015.1005264>

Sever, M. S., Erek, E., Vanholder, R., Akoglu, E., Yavuz, M., Ergin, H., Turkmen, F., Korular, D., Yenicesu, M., Erbilgin, D., Hoebe, H., & Lameire, N. (2002). Clinical findings in the renal victims of a catastrophic disaster: the Marmara earthquake. *Nephrology, dialysis, transplantation: official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*, 17(11), 1942–1949. <https://doi.org/10.1093/ndt/17.11.1942>

Sever, M. S., Lameire, N., Van Biesen, W., & Vanholder, R. (2015). Disaster nephrology: a new concept for an old problem. *Clinical kidney journal*, 8(3), 300–309. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfv024>

Sever, M. S., & Vanholder, R. (2013). Management of crush victims in mass disasters: highlights from recently published recommendations. *Clinical journal of the American Society of Nephrology: CJASN*, 8(2), 328–335. <https://doi.org/10.2215/CJN.07340712>

Sheng Z. Y. (1987). Medical support in the Tangshan earthquake: a review of the management of mass casualties and certain major injuries. *The Journal of trauma*, 27(10), 1130–1135.

Smith C. M. (2005). Origin and uses of primum non nocere - above all, do no harm! *Journal of clinical pharmacology*, 45(4), 371–377. <https://doi.org/10.1177/0091270004273680>

Solomon M. (1990). Haff disease. *Archives of internal medicine*, 150(3), 683.

Strauss M. B. (2012). The effect of hyperbaric oxygen in crush injuries and skeletal muscle-compartment syndromes. *Undersea & hyperbaric medicine : journal of the Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc*, 39(4), 847–855.

Strauss M. B. (2022). The role of hyperbaric oxygen for acute traumatic ischemias. *Undersea & hyperbaric medicine: journal of the Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc*, 49(2), 233–248.

Subashri, M., Sujit, S., Thirumalvalavan, K., Poongodi, A., Srinivasaprasad, N. D., & Edwin Fernando, M. (2023). Rhabdomyolysis-associated Acute Kidney Injury. *Indian journal of nephrology*, 33(2), 114–118. https://doi.org/10.4103/ijn.ijn_247_21

Tahmasebi, M. N., Kiani, K., Mazlouman, S. J., Taheri, A., Kamrani, R. S., Panjavi, B. & Harandi, B. A. (2005). Musculoskeletal injuries associated with earthquake. A report of injuries of Iran's December 26, 2003 Bam earthquake casualties managed in tertiary referral centers. *Injury*, 36(1), 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2004.06.021>

The Associated Press. (2023, September 11). Morocco earthquake: A look at the world's deadliest temblors over the past 25 years. *Associated Press News*. Διαθέσιμο στο: <https://apnews.com/article/morocco-earthquake-deadliest-temblor-bcdadebd8b1b06b12ac5e88cd4638262>

Tonkaz, G., Sengul, D., Bekci, T., Sengul, I., Cakir, I. M., Onder, R. O., Tonkaz, D. E., Eryuruk, U., Aksoy, I., Veiga, E. C. A., & Aslan, S. (2023). A needful, unique, and in-place evaluation of the injuries in earthquake victims with computed tomography, in catastrophic disasters! The 2023 Turkey-Syria earthquakes: part II. *Revista da Associacao Medica Brasileira* (1992), 69(8), e20230550. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.20230550>

Trof, R. J., Di Maggio, F., Leemreis, J., & Groeneveld, A. B. (2006). Biomarkers of acute renal injury and renal failure. *Shock (Augusta, Ga.)*, 26(3), 245–253. <https://doi.org/10.1097/01.shk.0000225415.5969694.ce>

Tsai, C. H., Lung, F. W., & Wang, S. Y. (2004). The 1999 Ji-Ji (Taiwan) earthquake as a trigger for acute myocardial infarction. *Psychosomatics*, 45(6), 477–482. <https://doi.org/10.1176/appi.psy.45.6.477>

Tsironi, M., Andriopoulos, P., Xamodraka, E., Deftereios, S., Vassilopoulos, A., Asimakopoulos, G., & Aessopos, A. (2004). The patient with rhabdomyolysis: have you

considered quail poisoning? *CMAJ: Canadian Medical Association journal*, 171(4), 325–326. <https://doi.org/10.1503/cmaj.1031256>

United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction (UNISDR). (2009). *Terminology on Disaster Risk Reduction*. Διαθέσιμο στο: <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>

Usuda, D., Shimozawa, S., Takami, H., Kako, Y., Sakamoto, T., Shimazaki, J., Inoue, J., Nakayama, S., Koido, Y., & Oba, J. (2023). Crush syndrome: a review for prehospital providers and emergency clinicians. *Journal of translational medicine*, 21(1), 584. <https://doi.org/10.1186/s12967-023-04416-9>

Vanholder, R., Sükrü Sever, M., & Lameire, N. (2021). Kidney problems in disaster situations. *Nephrologie & therapeutique*, 17S, S27–S36. <https://doi.org/10.1016/j.nephro.2020.02.009>

Vanholder, R., Borniche, D., Claus, S., Correa-Rotter, R., Crestani, R., Ferir, M. C., Gibney, N., Hurtado, A., Luyckx, V. A., Portilla, D., Rodriguez, S., Sever, M. S., Vanmassenhove, J., & Wainstein, R. (2011). When the earth trembles in the Americas: the experience of Haiti and Chile 2010. *Nephron. Clinical practice*, 117(3), c184–c197. <https://doi.org/10.1159/000320200>

Wakabayashi, Y., Kikuno, T., Ohwada, T., & Kikawada, R. (1994). Rapid fall in blood myoglobin in massive rhabdomyolysis and acute renal failure. *Intensive care medicine*, 20(2), 109–112. <https://doi.org/10.1007/BF01707664>

Wallin, K., Nguyen, H., Russell, L., & Lee, D. K. (2016). Acute Traumatic Compartment Syndrome in Pediatric Foot: A Systematic Review and Case Report. *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*, 55(4), 817–820. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2016.02.010>

Wang, L., Lei, D. L., He, L. S., Liu, Y. P., Long, Y., Cao, J., Cao, M., Wei, J. H., & Zhao, Y. M. (2009). The association between roofing material and head injuries during the 2008 Wenchuan earthquake in China. *Annals of emergency medicine*, 54(3), e10–e15. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2009.03.028>

Wen, Z., Liang, Y., Hao, Y., Delavan, B., Huang, R., Mikailov, M., Tong, W., Li, M., & Liu, Z. (2019). Drug-Induced Rhabdomyolysis Atlas (DIRA) for idiosyncratic adverse

drug reaction management. *Drug discovery today*, 24(1), 9–15.
<https://doi.org/10.1016/j.drudis.2018.06.006>

Whiffin, A. N. H., Spangler, J. D., Dhir, K., Zhang, R., & Ferguson, J. D. (2019). Bathroom Entrapment Leading to Cardiac Arrest From Crush Syndrome. *Prehospital emergency care*, 23(1), 90–93. <https://doi.org/10.1080/10903127.2018.1471558>

White, J., Weinstein, S. A., De Haro, L., Bédry, R., Schaper, A., Rumack, B. H., & Zilker, T. (2019). Mushroom poisoning: A proposed new clinical classification. *Toxicon : official journal of the International Society on Toxinology*, 157, 53–65.
<https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2018.11.007>

Williams, H., & Downes, E. (2017). Development of a Course on Complex Humanitarian Emergencies: Preparation for the Impact of Climate Change. *Journal of nursing scholarship : an official publication of Sigma Theta Tau International Honor Society of Nursing*, 49(6), 661–669. <https://doi.org/10.1111/jnu.12339>

Wisner, B. Adams, J. & World Health Organization (WHO). (2002). *Environmental health in emergencies and disasters : a practical guide*.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/42561>

Wood, D. P., & Cowan, M. L. (1991). Crisis intervention following disasters: are we doing enough? (A second look). *The American journal of emergency medicine*, 9(6), 598–602.
[https://doi.org/10.1016/0735-6757\(91\)90122-z](https://doi.org/10.1016/0735-6757(91)90122-z)

Wuthisuthimethawee, P., Lindquist, S. J., Sandler, N., Clavisi, O., Korin, S., Watters, D., & Gruen, R. L. (2015). Wound management in disaster settings. *World journal of surgery*, 39(4), 842–853. <https://doi.org/10.1007/s00268-014-2663-3>

Yang, X., Tang, N., Li, L., Xu, G., Dai, J., Tao, K., He, C., & Huangfu, C. (2022). Management of a patient with cardiac arrest, intestinal ischemia necrosis, multiple fractures, hemorrhagic shock, renal failure, disseminated intravascular coagulation, and thrombosis after severe abdominal crush injury: A case report. *Experimental and therapeutic medicine*, 23(6), 386. <https://doi.org/10.3892/etm.2022.11313>

Yi-Szu, W., Chung-Ping, H., Tzu-Chieh, L., Dar-Yu, Y., & Tain-Cheng, W. (2000). Chest injuries transferred to trauma centers after the 1999 Taiwan earthquake. *The American journal of emergency medicine*, 18(7), 825–827. <https://doi.org/10.1053/ajem.2000.18132>

- Yoshimura, N., Nakayama, S., Nakagiri, K., Azami, T., Ataka, K., & Ishii, N. (1996). Profile of chest injuries arising from the 1995 southern Hyogo Prefecture earthquake. *Chest*, 110(3), 759–761. <https://doi.org/10.1378/chest.110.3.759>
- Yow, L. P. S., Ho, H. Y., Lum, I. Y. W., & Hanif, I. M. (2021). Exercise-Induced Rhabdomyolysis: A Case Series of Spin-Related Rhabdomyolysis. *Cureus*, 13(7), e16352. <https://doi.org/10.7759/cureus.16352>
- Yumiya, Y., Chimed-Ochir, O., Kayano, R., Hitomi, Y., Akahoshi, K., Kondo, H., Wakai, A., Mimura, S., Chishima, K., Toyokuni, Y., Koido, Y., & Kubo, T. (2023). Emergency Medical Team Response during the Hokkaido Eastern Iburi Earthquake 2018: J-SPEED Data Analysis. *Prehospital and disaster medicine*, 38(3), 332–337. <https://doi.org/10.1017/S1049023X23000432>
- Zager R. A. (1996). Rhabdomyolysis and myohemoglobinuric acute renal failure. *Kidney international*, 49(2), 314–326. <https://doi.org/10.1038/ki.1996.48>
- Zeng, W., & Tomlinson, B. (2021). Causes and outcome of rhabdomyolysis in patients admitted to medical wards in the Prince of Wales Hospital. *Annals of translational medicine*, 9(16), 1329. <https://doi.org/10.21037/atm-21-3660>
- Zhou, X. L., Ni, S. Z., Xiong, D., Cheng, X. Q., Xu, P., & Zhao, Y. (2019). Fluid resuscitation with preventive peritoneal dialysis attenuates crush injury-related acute kidney injury and improves survival outcome. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*, 27(1), 68. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0644-0>
- Αποστόλου, Α., Καρακατσάνης, Χ., Αδαμάντου, Μ., & Χολογκίτας, Ε. (2021, Μάιος 20-22). *Ορτυκίαση: Ένα σπάνιο αίτιο ραβδομυόλυσης*. [Πρακτικά Συνεδρίου]. 47ο Ετήσιο Πανελλήνιο Ιατρικό Συνέδριο, Αθήνα. Διαθέσιμο στο: <https://projector-web.gr/CongressWorld/gr/47epis/e-poster/327/ortykiash-ena-spanio-aitio-rabdomyolyshs>
- Αρναούτογλου, Χ., & Στεφάνου, Ν. (2023). *Αντιμετώπιση του πολυτραυματία* [Κεφάλαιο]. Στο Νταϊλιάνα, Ζ., Βαρυτιμίδης, Σ., Καραχάλιος, Θ., Μαλίζος, Κ., & Χαντές, Μ. 2023. *Τραυματολογία Άνω Άκρου* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://hdl.handle.net/11419/9480>

Δημητρόγλου, Ι., Μάνη, Η. & Ντουράκης Π. Σ. (2019). Το καρδιοηπατικό σύνδρομο. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής* 36(2), 151-165. Διαθέσιμο στο: <https://www.mednet.gr/archives/2019-2/pdf/151.pdf>

Καντάς, Θ. & Καντάς, Δ. (2014). Δύο περιπτώσεις Οξέος Συνδρόμου Διαμερίσματος. *Ιατρικά Χρονικά Βορειοδυτικής Ελλάδος* 10(2), 26-35. Διαθέσιμο στο: <https://ixek.gr/wp-content/uploads/2019/07/1002-04.pdf>

Λέκκας, Λ. Ε. (2000). *Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές*. Εκδόσεις: Access Pre-Press 3804460 - 3805459. Αθήνα. Διαθέσιμο στο: http://labtect.geol.uoa.gr/pages/lekkase/PDF%20Files/fysikes_katastrofes.pdf

Μακρής, Δ., Ζακυνθινός, Γ., Μανουλάκας, Σ., Μαντζαρλής, Κ., Τσολάκη, Β., Δεσκάτα, Κ., & Παπαδόνα, Μ. (2023). *Τραύμα – Έγκανμα* [Κεφάλαιο]. Στο Μακρής, Δ., Ζακυνθινός, Γ., Μανουλάκας, Σ., Μαντζαρλής, Κ., Τσολάκη, Β., Δεσκάτα, Κ., & Παπαδόνα, Μ. 2022. *Αρχές Εντατικής Θεραπείας* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://hdl.handle.net/11419/9098>

Μανουσάκης Χ. (2022). *Σύνδρομο καταπλάκωσης και βαριές συνθλιπτικές κακώσεις σε φυσικές και ανθρωπογενείς μαζικές καταστροφές κατά την τελευταία δεκαετία. Συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας*. (Μεταπτυχιακή διατριβή). Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα. Διαθέσιμο στο: <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2975332/file.pdf>

Οικονόμου, Ε. (2023). *Διερεύνηση με αλληλούχηση επόμενης γενιάς ασθενών με επαναλαμβανόμενα επεισόδια ραβδομυόλυσης*. (Διπλωματική εργασία). Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα. Διαθέσιμο στο: <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/3361581/file.pdf>

Ουραήλογλου, Β. (2017). Σύνδρομο Πολλαπλών Διαμερισμάτων. *Θέματα Αναισθησιολογίας και Εντατικής Ιατρικής* 26(52-53), 64-71 Διαθέσιμο στο: https://anesthesia.gr/download/TOMOS_26/12.Syndromo_pollaplon_diamerismaton.pdf

Παληός, Μ. Ι. & Κουταλάς, Α. Π. (2008). Στατίνες και μυοπάθεια. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής* 25(3), 329-333. Διαθέσιμο στο: <https://www.mednet.gr/archives/2008-3/pdf/329.pdf>

Παππάς, Μ. Ε., Ντονούση, Χ. Ε. & Κατωπόδης, Π. Κ. (2013). Μεταβολική οξέωση στη ραβδομυόλυση Παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής* 30(1), 10-18. Διαθέσιμο στο: <https://www.mednet.gr/archives/2013-1/pdf/10.pdf>

Πικουλής, Ε., Σουλιώτης, Κ., Τσιρώνη, Μ. (2023). «Διαχείριση Καταστροφών και Κρίσεων: Μια πολυπαραγοντική προσέγγιση». Εκδόσεις: Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα (www.kallipos.gr). Αθήνα. Διαθέσιμο στο: <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/9133>

Σαπουντζάκη, Κ. & Δανδουλάκη, Μ. (2016). «Κίνδυνοι και Καταστροφές Έννοιες και Εργαλεία Αξιολόγησης, Προστασίας, Διαχείρισης». Εκδόσεις: Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα (www.kallipos.gr). Αθήνα. Διαθέσιμο στο: <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/6297>

Χατζητόλιος, Ι. Α. (2003). Αρτηριακή υπέρταση και αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια. *Αρτηριακή Υπέρταση* 12(1-3), 15-29. Διαθέσιμο στο: <https://hypertasi.gr/images/periodicals/15-ahj12p15.pdf>

Χελιώτη, Ε (2021). *Μελέτη μηχανισμών αποφυγής οξείας νεφρικής ανεπάρκειας σχετιζόμενη με τη ραβδομυόλυση σε υπερμαραθωνοδρόμους* (Διδακτορική διατριβή). Διαθέσιμο από: Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών.