

ΤΟΜΟΣ 37, Τεύχος 1 - 2024

# ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗ

## ORTHOPAEDICS

Ιανουάριος-Φεβρουάριος-Μάρτιος-Απρίλιος

Περιοδική Έκδοση  
της Ορθοπαιδικής  
& Τραυματολογικής Εταιρείας  
Μακεδονίας - Θράκης

ISSN 1107-9843



ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΟ Κ.Ε.Σ.Υ.

# ORTHOPAEDICS - ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗ

Journal of the Orthopaedic  
and Trauma  
Association  
of Macedonia and Thrace

Τρίμηνη Έκδοση  
της Ορθοπαιδικής &  
Τραυματολογικής Εταιρείας  
Μακεδονίας - Θράκης

**Publisher**  
I. Bischiniotis

**Εκδότης**  
Ι. Μπισχινιώτης

**Property**  
Orthopaedic and  
Trauma Association  
of Macedonia and Thrace  
10, Egnatia Str., 555 35 Pilea,  
Thessaloniki

**Ιδιοκτησία**  
Ορθοπαιδική και  
Τραυματολογική Εταιρεία  
Μακεδονίας-Θράκης  
Εγνατία 10,555 35 Πυλαία,  
Θεσσαλονίκη

**President:** A.Belesiotis

**Πρόεδρος:** Α.Μπελετσιώτης

**Publishing Committee**  
K. Kazakos  
A. Beletsiotis  
Ch. Zidrou  
P. Dionellis  
I. Bischiniotis  
N. Laliotis  
M. Iossifidis

**Εκδοτική Επιτροπή**  
Κ. Καζάκος  
Α. Μπελετσιώτης  
Χ. Ζήδρου  
Π. Διονέλλης  
Ι. Μπισχινιώτης  
Ν. Λαλιώτης  
Μ. Ιωσηφίδης

**Editing Committee**

**Επιτροπή Σύνταξης**

**Director**  
I. Bischiniotis

**Διευθυντής**  
Ι. Μπισχινιώτης

**Members**  
N. Laliotis  
M. Iossifidis  
Ch. Zidrou  
B. Tzaveas

**Μέλη**  
Ν. Λαλιώτης  
Μ. Ιωσηφίδης  
Χ. Ζήδρου  
Α. Τζαβέας

**Journal Secretariat**  
Ch. Zidrou  
E. Iosifidou  
A. Oikonomou

**Γραμματεία Περιοδικού**  
Χ. Ζήδρου  
Ε. Ιωσηφίδου  
Α. Οικονόμου

**Consulting Editors**

G. Drosos  
A. Eleftheropoulos  
A. Karanikolas  
K. Natsis  
G. Petsatodis  
S. Papastergiou  
F. Sayeh  
N. Samaras  
E. Tsiridis  
N. Galanis

**Σύμβουλοι Έκδοσης**

Γ. Δρόσος  
Α. Ελευθερόπουλος  
Α. Καρανικόλας  
Κ. Νάτσης  
Γ. Πετσατώδης  
Στ. Παπαστεργίου  
Φ. Σαϊέχ  
Ν. Σαμαράς  
Ε. Τσιρίδης  
Ν. Γαλάνης

## Περιεχόμενα

- II-V Οδηγίες προς τους συγγραφείς
- VII Γράμμα από τον Εκδότη
- 1-18 Ανοικτά κατάγματα των κάτω άκρων - Θεραπευτική αντιμετώπιση  
**Μπισχινιώτης Ι.**
- 19-40 Τεχνητή νοημοσύνη για τη διάγνωση καταγμάτων από ακτινογραφίες  
**Μπισχινιώτης Ι.**
- 41-48 Συνδεσμικές βλάβες γίγγλυμων αρθρώσεων άκρας χειρός - παρουσίαση δύο περιπτώσεων  
**Γκέτσος Α.  
Παπαστάθης Η.  
Χρηστίδης Γ.  
Ντελής Ι.**
- 49-52 Ιατρικού χαρακτήρα αναφορές Μακρυγιάννη  
**Μπισχινιώτης Ι.**



Rotonda Publications  
8 Kamvounion Str, 54621  
Thessaloniki, Greece  
Tel: +302310212212

Εκδόσεις Ροτόντα  
Καμβουνίων 8, 54621  
Θεσσαλονίκη  
Τηλ: 2310212212



**Διοικητικό Συμβούλιο**  
**Ορθοπαιδικής & Τραυματολογικής Εταιρείας**  
**Μακεδονίας - Θράκης**  
**2021-2022**

**Πρόεδρος:** ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΜΠΕΛΕΤΣΙΩΤΗΣ

**Προηγούμενος Πρόεδρος:** ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΖΑΚΟΣ

**Α' Αντιπρόεδρος:** ΜΙΧΑΛΗΣ ΙΩΣΗΦΙΔΗΣ

**Β' Αντιπρόεδρος:** ΔΡΟΣΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

**Γενικός Γραμματέας:** ΧΡΙΣΤΙΑΝΑ ΖΗΔΡΟΥ

**Αναπλ. Γραμματέας:** ΕΙΡΗΝΗ ΙΩΣΗΦΙΔΟΥ

**Ταμίας:** ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΔΙΟΝΕΛΛΗΣ

**Μέλος:** ΙΩΑΝΝΗΣ ΝΤΕΛΗΣ

**Μέλος:** ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΤΙΛΚΕΡΙΔΗΣ

**Εκπρ. εκτ. μελών:** ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ

# Οδηγίες προς τους συγγραφείς

Το περιοδικό «ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗ» είναι το επίσημο όργανο της Ορθοπαιδικής και Τραυματολογικής Εταιρείας Μακεδονίας-Θράκης και δημοσιεύει εργασίες με αντικείμενο την Ορθοπαιδική και Τραυματολογία ή μελέτες πάνω σε θέματα βασικών βιολογικών επιστημών, σχετικές με το μυοσκελετικό σύστημα. Μπορούν επίσης να δημοσιευθούν απόψεις που αφορούν στην ιατρική εκπαίδευση, στα προβλήματα των Ορθοπαιδικών και στη δραστηριότητα της Εταιρείας. Αναλυτικότερα δημοσιεύονται:

1. Ανασκοπήσεις: Αναπτύσσονται ενδιαφέροντα ορθοπαιδικά θέματα από ένα έως δύο συγγραφείς. Η έκταση του κειμένου δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 25 δακτυλογραφημένες σελίδες μαζί με τις εικόνες και τη βιβλιογραφία.
2. Πρωτότυπες εργασίες: Το περιεχόμενο τους μπορεί να είναι κλινικό, εργαστηριακό ή κλινικοεργαστηριακό. Οι εργασίες πρέπει να έχουν συγκεκριμένη δομή και να περιλαμβάνουν: περίληψη, όρους εργαστηρίου, σύντομη εισαγωγή όπου αναφέρεται ο σκοπός της εργασίας, περιγραφή του υλικού και των μεθόδων έρευνας, έκθεση των αποτελεσμάτων, συζήτηση με τα τελικά συμπεράσματα, τίτλο της εργασίας, συγγραφείς, όρους ευρετηρίου (key words) καθώς και περίληψη στην αγγλική γλώσσα και βιβλιογραφία. Η έκταση του κειμένου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τις 10 δακτυλογραφημένες σελίδες.
3. Ενδιαφέρουσες περιπτώσεις (case reports): παρουσιάζονται σπάνιες περιπτώσεις, στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν γνωστές ή νέες διαγνωστικές ή θεραπευτικές μέθοδοι ή αναπτύσσονται νεότερες απόψεις σχετικά με την παθογένεια τους. Η έκταση του κειμένου περιορίζεται σε 2-4 δακτυλογραφημένες σελίδες και σε αυτές περιλαμβάνονται: μικρή περίληψη, εισαγωγή, περιγραφή των περιπτώσεων, σύντομη συζήτηση, τίτλοι, συγγρα-

φείς και περίληψη στην Αγγλική και απαραίτητη βιβλιογραφία.

4. Ενημερωτικά άρθρα: Παρουσιάζονται πρόσφατα επιτεύγματα στο χώρο της Ορθοπαιδικής και η έκτασή τους περιορίζεται σε 5-6 σελίδες.
5. Περιλήψεις εργασιών, πρακτικά συνεδρίων και στρογγυλών τραπέζων.
6. Επιστολές προς τη Σύνοδο: περιέχουν σχόλια για δημοσιευμένα άρθρα, κρίσεις για το περιοδικό ή σκέψεις, πάνω σε επιστημονικά ή κοινωνικά θέματα που απασχολούν τους Ορθοπαιδικούς.

Κάθε άρθρο που υποβάλλεται στο περιοδικό συνοδεύεται απαραίτητα από επιστολή στην οποία αναφέρονται:

1. Η κατηγορία της εργασίας.
1. Ότι δεν έχει δημοσιευθεί τμηματικά ή ολόκληρη σε ελληνικό ή ξένο ιατρικό περιοδικό και
1. Ότι έλαβαν γνώση όλοι οι συμμετέχοντες συγγραφείς, οι οποίοι συνυπογράφουν την επιστολή.

Όλα τα άρθρα υποβάλλονται στην ηλεκτρονική σελίδα της Εταιρείας και προωθούνται στα μέλη της Συντακτικής Επιτροπής, όπως οι εικόνες και τα σχήματα και κρίνονται από τα μέλη και κατά περίπτωση από ειδικούς επί του θέματος. Οι εργασίες που δημοσιεύονται στο περιοδικό ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗ αποτελούν πνευματική ιδιοκτησία του συγγραφέα και του περιοδικού. Αναδημοσίευση μερική ή ολική επιτρέπεται μόνον ύστερα από έγγραφη άδεια της συντακτικής επιτροπής.

Η δημοσίευση μιας εργασίας δεν συνεπάγεται αποδοχή των απόψεων των συγγραφέων από την πλευρά του περιοδικού.

Η δακτυλογράφηση του κειμένου γίνεται σε δι-

πλό διάστημα μόνο στη μία όψη του φύλλου και με περιθώρια 5 εκατ. Στην αρχή της πρώτης σελίδας αναγράφονται: 1) ο τίτλος, του άρθρου, 2) τα ονόματα των συγγραφέων, 2) το όνομα της Κλινικής ή του Εργαστηρίου από όπου προέρχεται η εργασία. Στο κάτω άκρο της σελίδας θα υπάρχει παραπομπή το όνομα και τη διεύθυνση του πρώτου συγγραφέα.

Η περίληψη πρέπει να είναι ουσιαστική, γράφεται πριν από το κείμενο και περιλαμβάνει τον τίτλο, τα ονόματα των συγγραφέων και την προέλευση της εργασίας.

Οι βιβλιογραφικές παραπομπές στο κείμενο γίνονται με χρονολογική σειρά, εάν είναι ομάδα και όχι αριθμητικώς, περιλαμβάνουν το επώνυμο του συγγραφέα και το έτος δημοσίευσης σε παρένθεση. Εάν οι συγγραφείς ενός άρθρου είναι δύο, αναφέρονται τα επώνυμα και των δύο, ενώ αν είναι περισσότεροι, το όνομα του πρώτου και ακολουθούν οι λέξεις «και συν» ή “et al”.

Στο βιβλιογραφικό κατάλογο που υπάρχει στο τέλος ακολουθείται απόλυτα αλφαβητική σειρά. Αναγράφονται τα επώνυμα των συγγραφέων, τα αρχικά των ονομάτων τους, ο τίτλος της εργασίας, το όνομα του περιοδικού με τις συντομεύσεις που αναφέρονται στο Index Medicus, η χρονολογία έκδοσης, ο τόμος και οι σελίδες που καταλαμβάνει το άρθρο, π.χ.: 1. Green NE, Allen B1: Vascular injuries associated with dislocation of the knee. J Bone Joint Surg 1977; 59A: 236-9.

Προκειμένου για βιβλίο αναφέρεται το όνομα του συγγραφέα, ο τίτλος, ο εκδότης, ο τόπος και η χρονολογία έκδοσης, π.χ. Heppenstall R.B. Fracture treatment and healing W.B. Saunders Company,

Philadelphia, 1980.

Οι εικόνες ακολουθούν την εργασία και τα αρχεία τους σε τρέχοντα πρωτόκολλα (formats) είναι σε ευθεία αντιστοιχία με τη σειρά εμφάνισής τους στο κείμενο και ενσωματώνονται στον ίδιο φάκελο (directory) με αριθμητική σειρά. Έχουν δε τον επιθυμούμενο από τους συγγραφείς προσανατολισμό. Οι λεζάντες των εικόνων γράφονται σε χωριστή σελίδα στο τέλος του κυρίως κειμένου μετά τον βιβλιογραφικό πίνακα και αριθμούνται σύμφωνα με τις αντίστοιχες φωτογραφίες.

Για τη σύνταξη του κειμένου χρησιμοποιείται η νεοελληνική γλώσσα. Ξένοι όροι πρέπει να αποφεύγονται, ιδίως όταν υπάρχουν οι αντίστοιχοι ελληνικοί σε χρήση. Οι αριθμοί από το 1 έως το 9 αναγράφονται ολογράφως και από το 10 και πάνω με ψηφία. Επίσης ολογράφως γράφεται αριθμός που βρίσκεται στην αρχή μιας πρότασης.

Η εργασία (κείμενα, εικόνες και πίνακες) πρέπει να αποστέλλεται απαραίτητως σε ηλεκτρονική μορφή των συνηθισμένων σε χρήση κειμενογράφων περιλαμβανομένων και των αντίστοιχων ανοικτών. Η διαδικασία αυτή διευκολύνει την ταχύτερη δημοσίευση της εργασίας.

Κείμενα που απαιτούν εκτεταμένες γλωσσικές ή συντακτικές διορθώσεις δεν γίνονται δεκτά.

Με την αποδοχή μιας εργασίας για δημοσίευση, οι συγγραφείς μεταβιβάζουν τα συγγραφικά δικαιώματα στην εκδοτική επιτροπή.

Παράκληση της Συντακτικής Επιτροπής αποτελεί και η κατά το δυνατό εξάντληση της Ελληνικής Βιβλιογραφίας.

# Instructions to Authors

The Orthopaedics welcomes articles that contribute to orthopaedic knowledge from all sources in all countries.

- Articles are accepted only for exclusive publication in the Orthopaedics
- Publication does not constitute official endorsement of opinions presented in articles. Published articles and illustrations become the property of the journal.

## SUBMISSION OF MANUSCRIPT

1. When you send an article, the following items must be submitted:
2. The original manuscript and three duplicate manuscripts complete with illustrations. These four complete sets are necessary for reviewers. The editorial process cannot begin unless they are received. Manuscripts of accepted articles will not be returned.
3. A copy of the letter granting approval from the institutional review board or the animal utilisation study committee.
4. Two cover sheets, to comply with our policy of blinded peer review. The first sheet must contain the title of the manuscript, the name and the address of each author; the second must include only the title of the manuscript. Page headers can include the title but not the authors' names. The institution at which the study was done cannot be mentioned in the text.

## PREPARATION OF MANUSCRIPT

Manuscripts must be typewritten, double-spaced with wide margins. In general, an article should consist of the following:

A structured abstract of no more than 200 to 300 words, consisting of four paragraphs, with the headings Background (the hypothesis of the

study must be clearly stated here), Methods, Results, and Conclusions. A fifth paragraph, headed Clinical Relevance, should be added for basic-science articles. The abstract will precede the text of the published paper. An abstract is not needed for case reports.

The body, which consists of:

1. Introduction: State the problem that led to the study, including a concise review of only the relevant literature. State your hypothesis and the purpose of the study.
2. Materials and Methods: Describe the study design (prospective or retrospective, inclusion and exclusion criteria, duration of study) and the study population (demographics, length of follow-up).
3. Results: Provide a detailed report on the data obtained during the study. All data in the text must be consistent throughout the manuscript, including any illustrations, legends, or tables.
4. Discussion: Be succinct. What does your study show? Is your hypothesis affirmed or refuted? Discuss the importance of this article with regard to the relevant world literature; a complete literature review is unnecessary. Analyse your data and discuss its strengths, its weaknesses and the limitations of the study.

Illustrations, which can be photographs or black-on-white drawings and which should be professionally drawn or photographed. Each illustration should have a label on the back that indicates the number of the figure, the title of the article (but not the authors' names or the name of the institution) and the top of the figure. Do not write directly on the back of a figure and do not scratch a figure by using paperclips.

Colour illustrations will be considered. If colour is desired, you must pay their price of 100.000 dr. If you are submitting illustrations electronically, files must be in PC format, not Macintosh,

and submitted on a 3.5-inch floppy disk, standard 100MB Zip disk, or CD-ROM or sent by e-mail. If submitting by e-mail, please use ZIP compression. Images must be in TIFF, EPS, or PSD format. Halftone images must have a minimum resolution of 300 ppi (pixels per inch) and line-art drawings must have a minimum resolution of 1200 ppi.

Do not submit colour figures electronically; we cannot vouch for the quality of the colour reproduction. The journal discourages submission of illustrations that have been published elsewhere. When such illustrations are deemed essential, the author must include a letter, from the original holder of the copyright, granting permission to reprint the illustration. Give full information about the previous publication, including the page on which the illustration appeared.

Legends for all illustrations submitted, listed in order and typed double-spaced. Explain what each illustration shows.

- a) A bibliography, double-spaced, of references made in the text. All references must be cited in the text. The references should have the follow format, (look at the Greek instructions).
- b) The numerator and denominator should be included for all percentages. Round off percentages when the denominator is less than 200. Percentages should not be used when the value of n is less than twenty.
- c) All measurements should be given in metric or SI units, which are abbreviated.
- d) No other abbreviations or acronyms should be used.

## **AUTHORSHIP**

The order of names reflects only the preference of the authors. Each author must have participated in the design of the study, in the collection of the data, in the writing of the manuscript and must also assume full responsibility for the content of the manuscript. No more than six authors should be listed; individuals who have only contributed to one segment of the manuscript or have contributed to only cases should be credited in a footnote. If there are more than six authors, the letter of transmittal must detail why the authors have taken exception to these recommendations and should state how each author has contributed to the manuscript.

## **REVIEW OF MANUSCRIPTS**

Manuscripts are evaluated by the editorial staff of the journal and are sent to outside reviewers. A manuscript that has been rejected is usually returned in approximately two months. It may take more time to make a decision regarding a paper being considered for publication.

## **SUBMISSION OF ARTICLES FOR COUNTRIES BESIDES GREECE**

The publishing board accepts the original articles in English form from countries besides Greece through e-mail in the electronic address: info@orthotemath.gr, bicojani@yahoo.gr

The above original articles should be in .doc or .txt format and the photo/pictures should be in jpeg format and high resolution.





# Γράμμα από τον Εκδότη

Θεσσαλονίκη 30 Ιανουαρίου 2024

Αγαπητοί Συνάδελφοι

Με μεγάλο ενδιαφέρον παρακολούθησα το Webinar που αναφερόταν στην κλινική, απεικονιστική και παθολογική φυσιολογία της επιγονατίδας ομιλίας άρθρωσης που διοργάνωσε ο καθηγητής κ. Μιχάλης Χαντές από την πολύπαθη Θεσσαλία. Το θέμα δεν είναι μόνο ενδιαφέρον, πολυπαραγοντικό όσον αφορά στην αιτιολογία του αλλά έχει ακόμη πολλές άγνωστες πτυχές προς επίλυση. Κατέληξε, λοιπόν, ο καλός συνάδελφος και στο ότι για τον μελλοντικό αντικειμενικό σχεδιασμό της αντιμετώπισης χρειάζονται 3 πράγματα: δεδομένα, δεδομένα και δεδομένο. Πράγματι, αυτή είναι η πεμπτουσία της τεχνητής νοημοσύνης. Χρειάζονται δεδομένα από πολλές κατευθύνσεις, καλής ποιότητας χωρίς την παρεμβολή υποκειμενικών, ιδεοληπτικών και μεροληπτικών πρακτικών. Όλα αυτά προϋποθέτουν ένα σκηνικό συνεργασιών και όχι

αποτροπή συνεργασιών. Ο χώρος μας άλλωστε, δυστυχώς όπως και το ευρύτερο σύνολο του λεγόμενου δυτικού κόσμου που αποτελεί το 10% του συνόλου μαζί με τα ανεπτυγμένα υπερπόντια εδάφη της βορείου Αμερικής και της Ωκεανίας χωρίς όμως και την Ινδική υποήπειρο, που μαστίζεται από μια πολύπλοκη γραφειοκρατία. Στην άπω ανατολή και μάλιστα στην Κίνα και αναγκαστικά στη βόρεια Αμερική που ασθμαίνει από πίσω της γίνονται οι πολύ κεντρικές προσεγγίσεις που επιτρέπουν τις μεγάλες βάσεις δεδομένων και την εμφάνιση των αποτελεσμάτων της μηχανικής εκμάθησης. Και μόνον όμως η αναφορά σε αυτά σημαίνει πολλά από αυτή την κατεύθυνση.

Ιωάννης Στ. Μπισχιγιώτης



# Ανοικτά κατάγματα των κάτω άκρων - Θεραπευτική αντιμετώπιση

Μπισχινιώτης Στ. Ιωάννης

## Περίληψη

- Τα ανοικτά κατάγματα του κάτω άκρου είναι οι πιο συχνές κακώσεις των μέτρων οστών, αντιμετώπιση του στραμμένη αντικείμενο αντιγνωμιών.
- Το άρθρο αυτό συζητά τις βασικές συστάσεις της αντιμετώπισης και τη συνακόλουθη επίδρασή του στα κλινικά αποτελέσματα θεραπείας. Σε αυτά περιλαμβάνονται η λογική του αρχικού χειρουργικού καθαρισμού, η κάλυψη με αντιβιοτικά, διεύθυνση τις κακώσεις των μαλακών μορίων και η οριστική αντιμετώπιση του σκελετικού προβλήματος.
- Η ταξινόμηση της βαρύτητας της κάκωσης συνεχίζει να αποτελεί χρήσιμο εργαλείο της θεραπευτικής αντιμετώπισης και πρόγνωσης. Η ταξινόμηση των Gustilo-Anderson αποτελεί το στυλοβάτη, αλλά η υιοθέτηση σκορ βαθμονόμησης της βαρύτητας όπως το Canga Hospital Score, μπορεί να παράσχει επιπρόσθετη προγνωστική χρησιμότητα.
- Η πρόσφατη βιβλιογραφία έχει προκληθεί από την καλώς αντιλαμβανόμενη αναγκαιότητα διενέργειας ταχέως χειρουργικού καθαρισμού, εντός 6 ωρών και τη λογική της παρατεταμένης χορήγησης αντιβιοτικών. Η επιλογή της οριστικής θεραπείας θα πρέπει να αποφασίζεται έναντι της γνωστής επάρκειας των μεθόδων και του τύπου/ βαρύτητας των κακώσεων.
- Τα πρόσφατα δεδομένα καταδεικνύουν λήψη καλύτερων θεραπευτικών αποτελεσμάτων εσωτερικής οστεοσύνθεσης να κυριαρχούν στα περισσότερα ανοικτά κατάγματα της κνήμης, αλλά η εξωτερική οστεοσύνθεση συνεχίζει να αποτελεί την καταλληλότερη επιλογή σε περισσότερο βαριές κακώσεις. Η συχνότητα της λοίμωξης και της ψευδάρθρωσης της έχει ελαττωθεί με νέες θεραπευτικές προσεγγίσεις αλλά συνεχίζει να αποτελεί πηγή σημαντικής νοσηρότητας και θνητότητας.
- Η προσέγγιση των λαμβανομένων λειτουργικών αποτελεσμάτων με τη χρησιμοποίηση διαφόρων μεθόδων μέτρησης έχει καταστεί κυρίαρχη στην βιβλιογραφία αλλά υπάρχει περιορισμένος βαθμός συμφωνίας αναφορικά με τα καλύτερα μέσα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

## Όροι ευρετηρίου:

Ανοικτά κατάγματα

λοίμωξη

χειρουργικός καθαρισμός

# Open fractures of the lower extremity: current management and clinical outcomes

*Bischiniotis I. St.*

## Abstract

- Open fractures of the lower extremity are the most common open long bone injuries, yet their management remains a topic of debate.
- This article discusses the basic tenets of management and the subsequent impact on clinical outcome. These include the rationale for initial debridement, antimicrobial cover, addressing the soft-tissue injury and definitive skeletal management.
- The classification of injury severity continues to be a useful tool in guiding treatment and predicting outcome and prognosis. The Gustilo-Anderson classification continues to be the mainstay, but the adoption of severity scores such as the Ganga Hospital score may provide additional predictive utility.
- Recent literature has challenged the perceived need for rapid debridement within 6 hours and the rationale for prolonged antibiotic therapy in the open fracture. The choice of definitive treatment must be decided against known efficacy and injury severity/type.
- Recent data demonstrate better outcomes with internal fixation methods in most open tibial fractures, but external fixation continues to be an appropriate choice in more severe injuries. The incidence of infection and nonunion has decreased with new treatment approaches but continues to be a source of significant morbidity and mortality.
- Assessment of functional outcome using various measures has been prevalent in the literature, but there is limited consensus regarding the best measures to be used.

---

### Key words:

open fractures

infection

debridement

## Επιδημιολογία

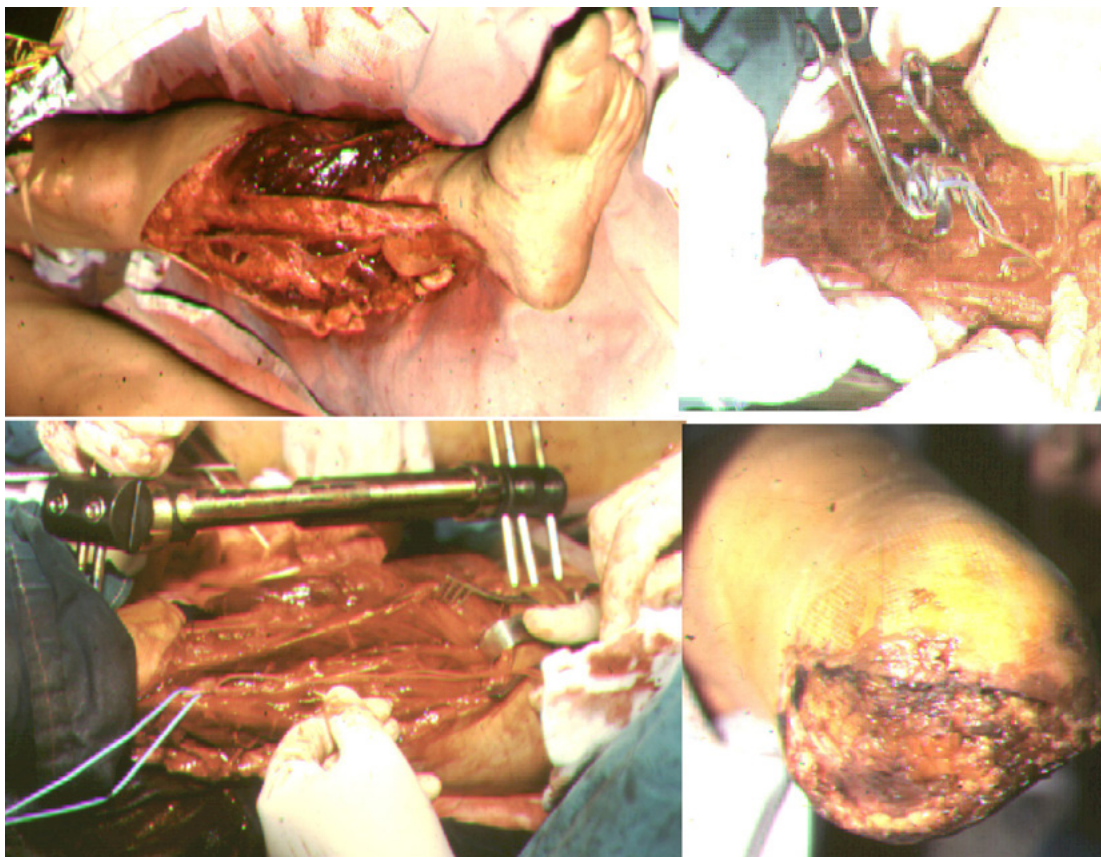
Τα ανοικτά κατάγματα της κνήμης αποτελούν τα πιο συχνά κατάγματα των μακρών οστών με μια ετήσια συχνότητα της τάξης του 3,4% ανά 100.000 (Court-Brown CM και συν 2012, Larsen P και συν 2015). Η μέση ηλικία αυτών που υφίστανται ένα κάταγμα της κνήμης είναι 43,3%, επισυμβαίνοντας πιο συχνά σε νέους ενήλικες άρρνες και θήλειες ηλικιωμένες ασθενείς (Court-Brown CM και συν 2012). Οι κακώσεις υψηλής κινητικής ενέργειας αποτελεί τον πρωτεύοντα μηχανισμό κάκωσης, με άνω του 50% των ασθενών να προέρχεται από τροχαία ατυχήματα ή πτώσης από μεγάλο ύψος (Court-Brown CM και συν 2012, Larsen P και συν 2015, Jenkins PJ και συν 2010). Είναι αξιοσημείωτο ότι, η κύρια πλειονότητα των κεντρικών και περιφερικών καταγμάτων της κνήμης εμφανίζονται με σημαντικές κακώσεις των μαλακών μορίων και έτσι θέτουν επιπρόσθετες προτεραιότητας κατά την αντιμετώπιση αυτών των κακώσεων.

## Ταξινόμηση

Τα ανοικτά κατάγματα της κνήμης εκπροσωπούν ένα ολόκληρο φάσμα κακώσεων μεγάλης

βαρύτητας (εικόνα 1).

Γρήγορα κατέστη σαφές ότι χρειαζόταν ένα σύστημα ταξινόμησης για να ποσοτικοποιήσει τις κακώσεις των μαλακών μορίων και να συμβάλει στην καθοδήγηση της θεραπείας. Η ταξινόμηση Gustilo-Anderson αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για την ταξινόμηση των ανοικτών καταγμάτων εφόσον για πρώτη φορά περιγράφηκε το 1976 (Gustilo RB και Anderson JT 1976). Ο Gustilo περιέγραψε τρεις ευρύτερες κατηγορίες I-III, βασιζόμενος στην έκταση της κάκωσης των μαλακών μορίων και στο μέγεθος των τραυμάτων του δέρματος που αντιστοιχούν σε αυτές. Ο τύπος I περιλαμβάνει καθαρές κακώσεις, με τραύμα δέρματος <1cm, και απλό τύπο κατάγματος. Ο τύπος II περιλαμβάνει κατάγματα με τραύματα του δέρματος >1cm με ελάχιστη κάκωση των μαλακών μορίων και χωρίς δημιουργία κρημνών ή αποσπάσεων. Ο τύπος III καταρχήν προσδιορίστηκε ευρύτερα ως εκτεταμένες κακώσεις που ήταν είτε πολύ τμηματικά κατάγματα, εκτεταμένες κακώσεις των μαλακών μορίων, περιλάμβαναν αγγειακή κάκωση ή τραυματικό ακρωτηριασμό (Gustilo RB και Anderson JT 1976). Οι Gustilo RB και συν πρότειναν τους τύπους IIIA,



Εικόνα 1. Το φάσμα της αύξουσας βαρύτητας των ανοικτών καταγμάτων της κνήμης.

IIIB και IIIC διαστρωματώνοντας τις κακώσεις ανάλογα προς το βαθμό της ανάγκης για τοπική κάλυψη και της ανάγκης για ένδειξη νευροαγγειακής βλάβης. Ο πιο βαρύς τύπος είναι εκείνος της κατηγορίας IIIC, ο οποίος προσδιορίζει ένα ανοικτό κατάγμα με συνοδό αγγειακή βλάβη, η οποία χρειάζεται αποκατάσταση (Gustilo RB και συν 1984). Οι κατευθυντήριες οδηγίες για τη θεραπευτική αντιμετώπιση του κατάγματος περιγράφηκαν από τους Gustilo - Anderson στην αρχική τους μελέτη, σύμφωνα με τον τύπο του κατάγματος.

Η ταξινόμηση του Gustilo είναι απλή και χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό από τους χειρουργούς κάτι την προσέγγιση της βαρύτητας τραυματικών κακώσεων. Παρόλα αυτά, η ταξινόμηση αυτή έχει γνωρίζει κάποιο βαθμό αμφισβήτησης. Οι Kim και Leopold περιέγραψαν τους διάφορους βαθμούς περιορισμών αυτής της ταξινόμησης (Kim PH και Leopold SS 2012), δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στον περιορισμένο βαθμό διαπαρητησιακής αξιολογίας, επίτευξη ομοφωνίας έως 60% μεταξύ των εξεταστών (Brumback RJ και Jones AL 1994) και άλλες μελέτες που δείχνουν μέτριο βαθμό ομοφωνίας μεταξύ αυτών που χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα (Hom BD και Rettig ME 1993).

Επιπροσθέτως, αυτό το σύστημα ταξινόμησης δεν λαμβάνει υπόψη του το βαθμό της κάκωσης των μαλακών μορίων και έτσι μπορεί να έχει περιορισμένη αξία κατά την αξιολόγηση της μακρό-

πρους βιωσιμότητας των μαλακών μορίων (Gustilo RB και συν 1984). Η ταξινόμηση δείχνει κάποια αξία ως ένας προγνωστικός δείκτης Και αποτελεί χρήσιμο οδηγό όσον αφορά την επιλογή της θεραπευτικής αντιμετώπισης. Υπάρχουν όμως άλλα συστήματα ταξινόμησης τα οποία μπορεί, παρόλα αυτά, να αποδειχθούν χρησιμότερα όσον αφορά στην ταξινόμηση ανοικτών καταγμάτων και την συσχέτιση τους με τη βαρύτητα των κακώσεων των μαλακών μορίων.

Το σύστημα ταξινόμησης της OTA, που προτάθηκε από τους Agel J και συν το 2010, λαμβάνει υπόψη του πέντε κατηγορίες κατά την προσέγγιση της βαρύτητάς της κάκωσης: κάκωση του δέρματος, αρτηριακή κάκωση, κάκωση των μυών, επιμόλυνση και απώλεια οστίτη ιστού (Agel J και συν 2010). Τα περιγραφικά χαρακτηριστικά κάθε ζητήματος περιγράφονται στον πίνακα 1. Αυτή η συστηματική προσέγγιση εστιάζει πάνω στην παθολογική ανατομική της κάκωσης και θεωρείται ότι έχει εφαρμογή σε ανοικτά κατάγματα όλων των οστών τόσο σε ενήλικες όσο και στις περιπτώσεις σε παιδιά (Agel J και συν 2012). Οι Agel J και συν έχουν διενεργήσει μελέτες διαπαρητησιακής αξιολογίας το νέο του συστήματος, καταδεικνύοντας ευνοϊκά αποτελέσματα έναντι του συστήματος κατά Gustilo και Anderson (Agel J και συν 2010) και καλή προγνωστική ικανότητα επί των αποτελεσμάτων κατά την καθοδήγηση της θεραπευτικής αντιμετώπισης (Agel J και συν 2012). Αυτό το σύστημα ταξινο-

**Πίνακας 1.** Παράμετροι της ταξινόμησης OTA

Παράμετρος		Σκορ
Κάκωση δέρματος	Μικρή κάκωση	1
	μεγάλη/μη μετρούμενη	2
	Απογανωτική κάκωση	3
Πολλαπλή κάκωση	Όχι/ελάχιστη κάκωση	1
	Μέτρια λειτουργική κάκωση	2
	Εκτεταμένη κάκωση	3
Αρτηριακή κάκωση	Μη κάκωση	1
	Μη ισχαιμική κάκωση	2
	Ισχαιμία	4
Βαθμός μόλυνσης	Όχι/ελάχιστη επιμόλυνσης	1
	Επιφανειακή	2
	Εν τω βάθει	3
Ποσό απώλειας οστίτη ιστού	Μη απώλεια	1
	Ελάχιστη απώλεια	2
	Σημαντική απώλεια	3

μψης είναι μία βελτίωση της τυπικής ταξινόμησης της ΑΟ για τα κατάγματα και τις βλάβες των μαλακών μορίων αλλά χρειάζεται επιπλέον χρόνος για την μελέτη της αποτελεσματικότητάς του κατά την εφαρμογή του σε συνθήκες της καθημερινής πράξης στην πραγματικότητα.

Το σύστημα ταξινόμησης του νοσοκομείου Canga όσον αφορά στη βαρύτητα έχει αναπτυχθεί σε μία προσπάθεια επίτευξης καλύτερων προγνωστικών Όσον αφορά στη διάσωση του σκέλους σε περιπτώσεις καταγμάτων κνήμης (Venkatadass K και συν 2017) ξεπερνώντας τα ζητήματα που αντιμετωπίζονται από το σύστημα Gustilo - Anderson και άλλα σκορ βαθμολόγησης της βαρύτητας όπως είναι το Mangled Extremity Severity Score (MESS) (Venkatadass K και συν 2017). Τα σκορ του νοσοκομείου Canga βαθμολογώ τρεις παράγοντες της βαρύτητας του τραύματος - δέρμα, μαλακά μόρια, σκελετική βλάβη- από 1 έως 5. Το σκορ στη συνέχεια διαμορφώνεται ανάλογα με τις Προτεινόμενες θεραπευτικές αντιμετώπισης και τα πιθανά αποτελέσματα (Agel J και συν 2014). Το σκορ αυτό είναι ιδιαίτερης αξίας κατά την προσέγγιση των καταγμάτων IIIB κατά Gustilo (Johannssen K και συν 1990). Ένα όριο στο σκορ της τάξης του 14 (με σύνολο 29) έχει αποδειχθεί ότι έχει καλή εξειδίκευση Και δείχνει Η υψηλή ευαισθησία όσον αφορά στην πρόγνωση της διάσωσης ενός βαρέος

ανοιχτού κατάγματος κνήμης (Venkatadass K και συν 2017, Madhuchandra P και συν 2015) και ένα σκορ της τάξης του 17 έχει αποδειχθεί ότι έχει παρόμοια αποτελεσματικότητα κατά την πρόγνωση του ακρωτηριασμού (Johannssen K και συν 1990, Madhuchandra P και συν 2015). Τα όρια που καθορίζουν τις παραμέτρους το σκορ φαίνονται στον πίνακα 2).

Ανεξάρτητα από το σύστημα ταξινόμησης που χρησιμοποιείται, το συνολικό πλαίσιο παραδοχών για τη θεραπευτική αντιμετώπιση θα πρέπει να ακολουθεί την ατομική του ασθενούς κλινική εικόνα και τις καθορισμένες σταθερές.

## Γενικές αρχές της θεραπευτικής αντιμετώπισης

Οι βασικοί αντικειμενικοί σκοποί της θεραπευτικής αντιμετώπισης είναι να αντιμετωπιστεί η κάκωση των μαλακών μορίων, να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος λοίμωξης, σταθεροποιηθεί και να αποκατασταθεί η σκελετική κάκωση και να αποκατασταθεί η λειτουργικότητα του προσβεβλημένου άκρου (Ajasekaran S και συν 2015, Okike K και Bhattacharyya T 2006, Zalavras CG και Patzakis MJ 2003, Pape H-C και Webb LX 2008. ) οι βασικές αρχές σύγκλεισης εκφράζουν την συνολική τάση που υπάρχει σήμερα εμφανίζονται και συζητούνται παρακάτω.

**Πίνακας 2.** Παράμετροι της ταξινόμησης του Νοσοκομείου Canga

Παράμετρος		Σκορ
Απώλεια δέρματος	Μη απώλεια	1
	Κάποια απώλεια/απογανωτική/ περισσότερη υπερθεν οστού	2
	Εκτεταμένη απώλεια/έκθεση οστού	5
Κάκωση μαλακών μορίων	Μη κάκωση	1
	Αποκαταστάσιμη	2
	Μη αποκαταστάσιμη	3
	Απώλεια <2 διαμερίσματα	4
	Απώλεια >2 διαμερίσματα	5
Οστική κάκωση	Κάταγμα χωρίς οστική απώλεια	1 - 2
	Αρθρική συμμετοχή	3
	Οστική απώλεια: < 4cm	4
	> 4cm	5
Επιπρόσθετοι παράγοντες κινδύνου	Ηλικία >65	+2 για τον καθένα
	Επιμόλυνση	
	Χρόνια συστηματική νόσος	
	Άλλες κακώσεις	

## Τυπική αντιμετώπιση

Πολλές προσεγγίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την επιτυχή θεραπευτική αντιμετώπιση των τραυματικών κακώσεων των άκρων. Η βιβλιογραφία συνεχίζει να απασχολείται με το ποια από αυτές τις προσεγγίσεις ευνοεί τον ασθενή και τον χειρουργό. Ένα ενοποιημένο πρωτόκολλο κατά την αντιμετώπιση των κακώσεων του κάτω άκρου δεν υφίσταται.

Κατά τα τελευταία έτη η British Orthopaedic Association (BOA) και British of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons (BAPRAS) έχουν εισαγάγει πρωτόκολλα στο πώς κάποιος μπορεί να προσεγγίσει τις ανοιχτές τραυματικές κακώσεις (Chen AT και Vallier HA 2016). Οι κατευθυντήριες οδηγίες των BOA/BAPRAS επί των ανοιχτών κακώσεων του κάτω άκρων χρησιμοποιούν μία τεκμηριωμένη προσέγγιση σε μία προσπάθεια να βοηθήσουν στην τυποποίηση της θεραπευτικής αντιμετώπισης των τραυματικών κακώσεων του κάτω άκρου. Οι κατευθυντήριες οδηγίες δημιουργήθηκαν σε συμφωνία με την σύγχρονη βιβλιογραφία και έναν κατά στάδια οδηγό που παρέχετε για να βοηθηθεί ο χειρουργός κατά την ιδεώδη αντιμετώπιση του ασθενούς. Η έκταση στην οποία αυτές οι κατευθυντήριες οδηγίες ακολουθούνται από τα τραυματολογικά κέντρα είναι ένα θέμα το οποίο αποτελεί αντικείμενο συζήτησης.

## Αρχική προσέγγιση και αντιμετώπιση

Οι ασθενείς οι οποίοι προσέρχονται μία ανοιχτή κάκωση στα κάτω άκρα θα πρέπει πρώτα να προσεγγιστούν σε συμφωνία με τις αρχές του ATLS συστήματος (advance trauma life support). Τα περισσότερα ανοιχτά κατάγματα της κνήμης / μηριαίου προκαλούνται από κακώσεις υψηλής κινητικής ενέργειας, έτσι η πιθανότητα δυνητικής συνόδου απειλητικής για τη ζωή κακώσεως θα πρέπει να αποκλείεται προ της προσεγγίσεως στις κακώσεις του άκρου (Chen AT και Vallier HA 2016). Οι ασθενείς απαιτούν επαρκή έκθεση προκειμένου να ολοκληρωθεί η εξέταση όλων των άκρων. Οι εξεταστές θα πρέπει να αξιολογήσουν τη νευροαγγειακή κατάσταση των προσβεβλημένων άκρων. Θα πρέπει να επιδειχθεί υψηλός δείκτης υπόνοιας για τα πιθανά σύνδρομα μυϊκών διαμερισμάτων.

Εάν υπάρχει σημαντική αιμορραγία κατά την περιοχική του τραύματος, θα πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες προκειμένου να ελεγχθεί η αιμορραγία με άσκηση εξωτερικής πίεσης (Halawi MJ και Morwood MP 2015) και να καταβληθούν προσπάθειες πιο ριζικού ελέγχου της αιμορραγίας με χειρουργικά μέσα εντός 3 έως 4 ωρών (Ali AM και συν 2013) από την επέλευση της κάκωσης, αλλά μπορεί να καθυστερήσει για 6 ώρες εάν τα κάτω άκρα είναι θερμά. Η γνώση των μηχανισμών κακώσεων θα βοηθήσει στην κατανόηση της ακριβώς κατεύθυνσης των Δυνάμεων που δέχτηκε ο ασθενής, πράγμα το οποίο με τη σειρά του θα βοηθήσει στον υπολογισμό της έκτασης της κάκωσης που δεν είναι αμέσως ορατή. Περαιτέρω, η έκτασή του βαθμού της μόλυνσης από την πλευρά του περιβάλλοντος θα πρέπει να εδραιωθεί (Nanchahal J και συν ).

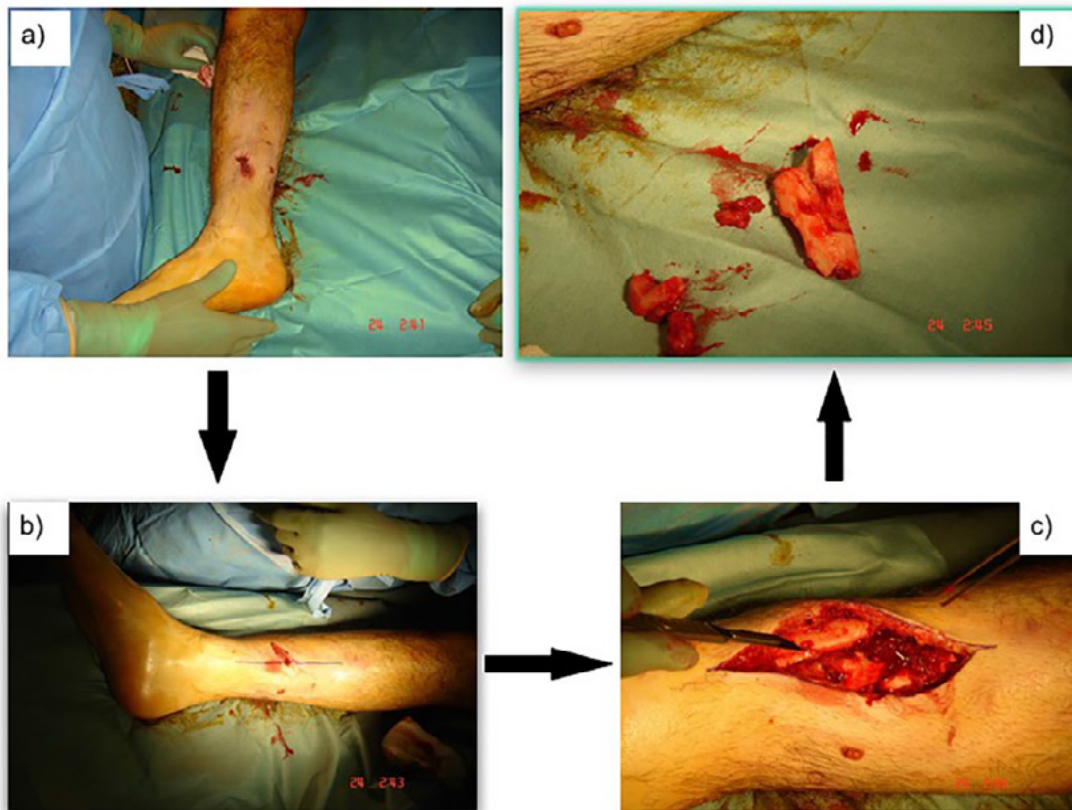
Εξειδικευμένη εμπλοκή από τα αντίστοιχα τμήματα θα πρέπει να αντιμετωπιστεί πρώιμος κατά την αξιολόγηση της κάκωσης. Σχέδια θα πρέπει να τυποποιούν γρήγορα μεταξύ των διαφόρων ομάδων, καταγραφή όλων των ενεργειών. Η ανάγκη επείγουσας χειρουργική επέμβαση θα πρέπει να τεθεί, εφόσον υπάρχει υπόνοια για βαριά επιμόλυνση (Ali AM και συν 2013).

## Χειρουργικός καθαρισμός

Ο χειρουργικός καθαρισμός θα πρέπει να διενεργείται έγκαιρα μετά την αρχική προσέλευση. Όλοι οι μη βιώσιμη ιστοί θα πρέπει να απομακρύνονται, περιλαμβανομένων και των νεκρικών οστικών τεμαχίων και των αποστειρωμένων της βιωσιμότητάς τους μυών (εικόνα 2). Η απομάκρυνση αυτών των ιστών σχετίζεται με ελάττωση του κινδύνου μελλοντικής λοίμωξης (Nanchahal J και συν 2009, Halawi MJ και Morwood MP 2015). Ο χειρουργικός καθαρισμός θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά θέματα για την αντιμετώπιση των ανοιχτών καταγμάτων των κάτω άκρων (Nanchahal J και συν 2009, Halawi MJ και Morwood MP 2015, BOA/BAPRAS 2018). Παραδοσιακά, ο καθαρισμός διενεργείται εντός των 6 ωρών προσέλευση του ΟΑΣΘ. Πίσω από αυτό τον αριθμό θεωρείται ότι πάει πίσω στις πρώιμες μελέτες πάνω στην γνώση της ανάπτυξης του μικροβιακού φορτίου μετά από την αρχική επιμόλυνση (Griffin M και συν 2012).

Στην πρόσφατη βιβλιογραφία, αναμονή των έξι





**Εικόνα 2.** Η σημασία του χειρουργικού καθαρισμού: α) τύπου I ανοικτά κάταγμα κνήμης, β) η διατομή του δέρματος προ του χειρουργικού καθαρισμού, γ) Διάνοιξη της ζώνης της κάκωσης, δ) αφαίρεση των νεκρωτικών οστικών τεμαχίων.

ωρών ότι έχει σαφή κλινική βάση. Πολλές μελέτες που δεικνύουν σημαντικές διαφορές στη συχνότητα της λοίμωξης από το γεγονός αν ο χειρουργικός καθαρισμός διενεργήθηκε πρώιμα μετά την αρχική προσέλευση ή καθυστέρησε (Nanchahal J και συν 2009, Halawi MJ και Morwood MP 2015, Griffin M και συν 2012, Werner CML και συν 2008). Οι Schenker και συν πραγματοποίησαν μία μετα- ανάλυση πάνω στην επίδραση του χρόνου ανάληψης του χειρουργικού καθαρισμού στο συνολικό κίνδυνο λοίμωξης στα ανοικτά κατάγματα των μακρών οστών, τόσο διαφορά στη συχνότητα λοίμωξης μετά καθυστέρηση του χειρουργικού καθαρισμού, χωρίς να υπάρχει αντιστοιχία της βαρύτητάς της κάκωσης ή της ανατομικής εντόπισης (Schenker ML και συν 2012). Οι BOA/BAPRAS συνιστούν χειρουργικό καθαρισμό εντός των 24 πρώτων ωρών από την επέλευση της κάκωσης (BOA/BAPRAS 2018, Halawi MJ και Morwood MP 2015, Ali AM και συν 2013) πάνω σε μία προγραμματισμένη λίστα αντιμετώπισης κακώσεων με συνδυασμό της εμπλοκή της πλαστικής χειρουργικής και της ορθοπαιδικής χειρουργικής όπου αυτό είναι πιθανό.

Δεν υπάρχει συμφωνία πάντως τον τύπο του

διαλύματος πλύσης, ούτε και στη μέθοδο απελευθέρωσης του εύρους της έκπλυσης και της ασκούμενης πίεσης κατά τη διάρκεια αυτής (Schenker ML και συν 2012). Υπάρχει περιορισμένη τεκμηρίωση πάνω στην αξία των πρόσθετων που τίθενται προκειμένου να ελαττωθεί ο κίνδυνος της λοίμωξης (Schenker ML και συν 2012, Barnes S και συν 2014, Crowley DJ και συν 2007, Bhandari M και συν 2015). Η μελέτη FLOW (Fluid Lavage of Open Wounds) (Crowley DJ και συν 2007) είναι μία πρόσφατη εμπειριστατωμένη μελέτη που στρέφεται στην επίδραση διαφορετικών διαλυμάτων πλύσης και πιέσεων όσον αφορά τη συχνότητα επανεγχειρίσεων σε ένα ανοικτό τραύμα λόγω λοίμωξης ή λόγω προβλημάτων επούλωσης. Κατά τη σύγκριση διαλύματος φυσιολογικού ορού έναντι διαλύματος αντισηπτικού σαπουνιού, ο φυσιολογικός ορός αποδείχθηκε ανώτερος όσον αφορά στην αποτροπή του κινδύνου αύξησης της συχνότητας επανεγχειρίσεων με στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα (Crowley DJ και συν 2007), απομυθοποιώντας πολλές απόψεις αναφορικά με τη σημασία της προσθήκης άλλων προσθέτων στο διάλυμα της συνεχούς πλύσης. Πηγές ακόμη μελέτες έχουν επιχειρηματολογήσει για άλλα διαλύματα πλύσης,

πνωμένες μία πρόσφατη ανασκόπηση στην βάση δεδομένων Cochrane που συγκρίνει το φυσιολογικό ορό έναντι του απεσταγμένου ύδατος. Παρόλα αυτά, αυτή η ανασκόπηση δεν διαπίστωσε διαφορά στη συχνότητα λοιμώξεων μεταξύ της συνεχούς πλύσης με φυσιολογικό ορό ή με ισότονο διάλυμα χλωριούχου νατρίου (Anglen JO 2005).

## Αντιβιοτικά

Οι κατευθυντήριες οδηγίες της BAPRAS (Chen AT και Vallier HA 2016) αλλά και άλλοι συγγραφείς (Fernandez R και Griffiths R 2012, Lack WD και συν 2015, Holtom PD 2006) αναφορικά με την αντιμικροβιακή κάλυψη, προτείνουν την έναρξη χορήγησης αντιβιοτικών ευρέος φάσματος εντός 3 ωρών από την επέλευση της κάκωσης, η οποία θα πρέπει να συνεχιστεί να χορηγείται μέχρι την πρωτογενή σύγκλιση του τραύματος ή η για 72 ώρες, όποιο από αυτό τα δύο έρχεται γρηγορότερα (Chen AT και Vallier HA 2016, Ali AM και συν 2013, Saveli CC και συν 2011). Μία πρόσφατη μετα-ανάλυση συγκριτικών μελετών πάνω στη μελέτη πρωτοκόλλων χορήγησης αντιβιοτικών κατέδειξε σημαντικές διαφορές στη συχνότητα σηπτικών επιπλοκών όταν υπάρχει παρατεταμένη χορήγηση (> 72 ώρες) ή βραχεία χορήγηση (< 72 ώρες). Αυτό παρατηρήθηκε χωρίς να υπάρχει αναντιστοιχία με τη βαρύτητα του τραύματος και την κατάσταση του κατά υποομάδα ταξινόμησης. Τα συγκριτικά αποτελέσματα επιτεύχθηκαν με τη σύγκριση ακόμα μικρότερο των περιόδων χορηγήσεων αντιβιοτικών (24- 48 ώρες) σε σχέση με την παρατεταμένη θεραπευτική χορήγησή τους (Lenarz CJ και συν 2010).

Η επιλογή των αντιβιοτικών θα πρέπει να αποφασίζεται υπό το βάρος ενός τοπικού αντιμικροβιακού πρωτοκόλλου και των εδραιωμένων κατευθυντηρίων οδηγιών. Η ενδοφλέβια χορήγηση αμοξυκιλλίνης και κλαβουλανικού ή κεφαλοσπορίνης και γενταμυκίνης μπορεί να παράσχει επαρκή κάλυψη έναντι των gram θετικών και gram αρνητικών μικροβίων.

## Κάκωση μαλακών μορίων

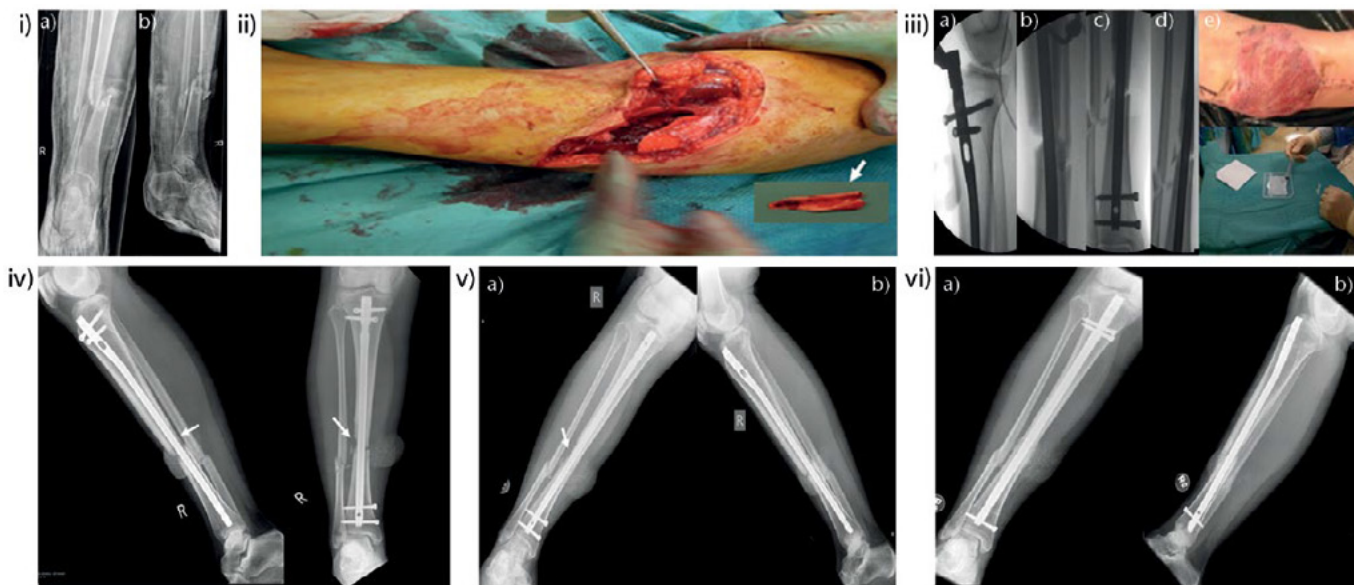
Τα κατά Gustilo τύπου III-B και III-C κακώσεων συνήθως παρουσιάζονται με εκτεταμένες κακώσεις των μαλακών μορίων). Μια καθυστέρηση στην κάλυψη του τραύματος συνδέεται με αυξη-

μένη συχνότητα λοίμωξης και αποτυχίας των χειρουργικών επεμβάσεων (Messner J και συν 2017). Οι BOA/BAPRAS συνιστούν κάλυψη του τραύματος να εδραιωθεί εντός των πρώτων 72 ωρών από την επέλευση της κακώσεως και δεν καθυστερεί πέραν των 7 ημερών (Halawi MJ και Morwood MP 2015, Ali AM και συν 2013). Η επιλογή της κάλυψης εξαρτάται από την εντόπιση και το μέγεθος του ελλείμματος και της συνολικής έκτασης της κάκωσης των μαλακών μορίων (Messner J και συν 2017).

Η προσέγγιση “fix and flap» δηλαδή η σταθεροποίηση και κάλυψη με κρημνό στοχεύει στην κάλυψη με μαλακά μόρια και στην οριστική οστεοσύνθεση σε συνθήκες χειρουργείου (Melvin JS και συν 2010) (εικόνα 3). Αυτή η προσέγγιση θεωρείται ιδεώδης για την αντιμετώπιση των κακώσεων των κάτω άκρων επειδή περιορίζει τη συχνότητα εμφάνισης επιπλοκών που συσχετίζονται με την καθυστερημένη αποκατάσταση. Όμως δεν είναι πάντοτε δυνατό όταν το πρόβλημα είναι σύνθετες κακώσεις.

Η εφαρμογή αρνητικής πίεσης έχει περιγραφεί σαν ένα εφικτό επικουρικό μέσο για την αντιμετώπιση των καταγμάτων κνήμης τύπου IIIB κατά Gustilo (Gopal S και συν 2000, Schlatterer DR και συν 2015, Lachica RD 2017). Η χρησιμοποίησή του μετά το χειρουργικό καθαρισμό μπορεί να επιτρέψει την αποκατάσταση με τη βοήθεια κρημνών και πέραν των 72 ωρών χωρίς αύξηση της συχνότητας λοιμώξεων και μπορεί να ελαττώσει τη συχνότητα νέκρωσης των κρημνών (Giannoudis PV και συν 2006). Παρόλα αυτά, απαιτούνται περισσότερες μελέτες όσον αφορά στην άσκηση αρνητικής πίεσης για την αντιμετώπιση των τραυμάτων.

Οι μυστενόντιοι κρημνοί αποτελούν τη θεραπεία εκλογής για την κάλυψη σημαντικών ελλειμμάτων. Η βιωσιμότητα ενός τοπικού ή ενός ελεύθερου κρημνού εξαρτάται από την εντόπιση και το έλλειμμα και την δυνητική βλάβη της τοπικής αγγειακής κυκλοφορίας. Οι ελεύθεροι κρημνοί είναι προτιμότερη για την κάλυψη μεγάλων ελλειμμάτων με εκτεταμένη βλάβη των μαλακών μορίων. Αυτοί είναι λιγότερο επιρρεπείς σε αποστέρωση της αιμάτωσης δευτερογενή σε τοπική κάκωση του άκρου σε σύγκριση με τους τοπικούς κρημνούς (Messner J και συν 2017). Ένας ελεύθερος μυϊκός κρημνός και δερματικά μοσχεύματα μπορεί να λη-



**Εικόνα 3.** i. a,b) Προσθιοπίσθια και πλάγια ακτινογραφία ενός ανοικτού κατάγματος δεξιάς κνήμης βαθμού κατά Gustilo III-B σε μία γυναίκα 24 ετών μετά από ένα τροχαίο δυστύχημα. ii. Διεχειρητική φωτογραφία που δείχνει την έκταση της βλάβης των μαλακών μορίων. Το βέλος δείχνει ένα τεμάχιο του το οποίο δεν έχει σύνδεση από μαλακά μόρια (είναι δηλαδή μη βιώσιμο) το οποίο απαιτεί αφαίρεση. iii. a,b,c,d) διαχειρίσιμες εικόνες με ενισχυτή εικόνα του δείχνουν τη σταθεροποίηση της κνήμης με ενδοασφαλιζόμενο ενδομυελικό ήλο με γλυφανισμό μετά έκπλυση και χειρουργικό καθαρισμό. Το τραύμα καλύφθηκε στον ίδιο χρόνο με κρημνό πλατέως ραχιαίου. Κατά το πέρας της αποκατάστασης με κρημνό εμφυτεύτηκε παράγοντας BMP-2 σε μία προσπάθεια να προαχθεί η πύρωση του κατάγματος. iv. Ακτινογραφίες της δεξιάς κνήμης 4 εβδομάδες μετά την αποκατάσταση. Το βέλος δείχνει την περιοχή της οστικής απώλειας. v. a,b) προσθιοπίσθια και πλάγιες ακτινογραφίες έξι μήνες μετά την επέμβαση που δείχνουν κάποια δραστηριότητα πύρωσης κατά την περιοχή της προηγούμενης οστικής απώλειας (βέλος). Η ασθενής είχε υποβληθεί προηγουμένως μετά τέσσερις μήνες από την επέμβαση σε αφαίρεση των κεντρικών βιδών προκειμένου η όλη κατασκευή να δυναμοποιηθεί. v. a,b) ακτινογραφίες κατά την παρακολούθηση μετά 12 μήνες πύρωσης του κατάγματος η ασθενής υποβλήθηκε 9 μήνες προηγουμένως σε αλλαγή του ήλου σε μία προσπάθεια περαιτέρω ερεθισμού της αντίδρασης πύρωσης.

φθούν υπόψη εάν ένας μυοδερματικός κρημνός δεν κρίνεται επαρκής για την κάλυψη μιας σημαντικής εκτάσεως ελλείμματος μαλακών μορίων. Τα αποτελέσματα των μυοδερματικών και των μυϊκών κρημνών δεν έχει αποδειχθεί ότι είναι συγκρίσιμα κατά την αντιμετώπιση των κακώσεων των κάτω άκρων (Foote CJ και συν 2015).

## Σταθεροποίηση και σκελετική κάκωση

Κατά την αντιμετώπιση της σκελετικής κάκωσης, ο χειρουργός θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τις προσκλήσεις ως προς την επίτευξη επαρκούς σταθεροποίησης και τις επιπλοκές που σχετίζονται με την ανεπάρκεια της μηχανικής σταθερότητας. Με την οποία επιτυγχάνεται η χειρουργική συγκράτηση στα ανοικτά κατάγματα της κνήμης έχει αποτελέσει αντικείμενο μιας συνεχιζόμενης διαμάχης. Οι σταθερές των BOA/BAPRAS συνιστούν προσωρινή σταθεροποίηση πριν από την οριστική, εκτός αν αυτό μπορεί να επιτευχθεί κατά τον αρχικό χει-

ρουργικό καθαρισμό. Στις περιπτώσεις η ανάπτυξη ενός συστήματος εξωτερικής οστεοσύνθεσης είναι αυτό που συνιστάται (Halawi MJ και Morwood MP 2015, Ali AM και συν 2013).

Χρησιμοποίηση συσκευών εξωτερικής οστεοσύνθεσης για την οριστική αντιμετώπιση δεν αποτελεί πλέον τον ακρογωνιαίο λίθο της θεραπείας. Μια μετα- ανάλυση που συγκρίνει την αντιμετώπιση των ανοικτών καταγμάτων της κνήμης δεν κατέβηκε διαφορές στη συχνότητα ψευδάρθρωση και λοιμώξεων με τη χρησιμοποίηση εξωτερικής οστεοσύνθεσης όταν αυτή συγκρίνεται με μεθόδους εσωτερικής συγκράτησης. Παρόλα αυτά, υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις συχνότητες πύρωσης σε πλημμελή θέση και στην ανάγκη για διενέργεια περαιτέρω χειρουργικών επεμβάσεων (Parikh PM και συν 2009, Gristina AG και Costerton JW 1985), πράγμα το οποίο ευνοεί τη χρησιμοποίηση εσωτερικής οστεοσύνθεσης ως μεθόδου οριστικής θεραπείας. Η δημοφιλία της χρησιμοποίησης εξωτερικής οστεοσύνθεσης οφείλεται

στην ευκολία της χρήσης της και στην περιορισμένη παρέμβαση στα μαλακά μόρια (Messner J και συν 2017).

Οι συσκευές εξωτερικής οστεοσύνθεσης, ως σταθεροποιητές βελονών και κυκλικών πλαισίων, είναι δυνατόν να συνεχίσουν να είναι μία επιλογή θεραπείας σε κατάγματα με σημαντική απώλεια οστού (Messner J και συν 2017) και να υποστηρίξουν την αποκατάσταση των μαλακών μορίων ιδιαίτερα εκεί όπου η εγκατάσταση αφορά σε περιοχές μεταφοράς φορτίων η βρίσκονται κοντά σε κινητικές αρθρώσεις (Giotakis N και Narayan B 2007). Η αποτελεσματικότητα της έχει καταδειχθεί σε στρατιωτικές μελέτες αντιμετώπισης σοβαρών κακώσεων. Η σταθεροποίηση βελονών αποτελεί το κλειδί για την επαρκή χρησιμοποίηση μιας συσκευής εξωτερικής οστεοσύνθεσης. Έχει παρατηρηθεί ότι ο κίνδυνος λοίμωξης των διόδων των βελονών (Halawi MJ και Morwood MP 2015), μπορεί να επιπλέκει περαιτέρω της κακώσεις. Κατά παρόμοιο τρόπο, παρόλα αυτά, οι επιλογές χρησιμοποίησης εσωτερικής συγκράτησης θέτουν τον κίνδυνο της λοίμωξης στο σημείο του εμφυτεύματος (Herscovici D και συν 2003) επηρεάζοντας δυνητικά την πώρωση των καταγμάτων. Η μελέτη FIXIT (Bhattacharyya T και συν 2008), αποτελεί μία προοπτική που χαρακτηρίστηκε τυχαίοποιημένη μελέτη, που στοχεύει στην προσέγγιση των θεραπευτικών αποτελεσμάτων σοβαρών, υψηλού ενδιαφέροντος, ανοιχτό κακώσεων της κνήμης όταν αντιμετωπίζονται με εξωτερική ή με εσωτερική οστεοσύνθεση. Η Μελέτη δίνει έμφαση στην κάλυψη μερικών από τα ελλείμματα στη βιβλιογραφία όσον αφορά τη σχετικά βαρύτερες ανοιχτές κακώσεις της κνήμης, ενώ Η επιστημονική κοινότητα αναμένει να δει τη δημοσίευση αυτών των αποτελεσμάτων.

Η οστεοσύνθεση με πλάκα και βίδες είναι μία

άλλη μέθοδος εσωτερικής συγκράτησης που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε ανοιχτά κατάγματα του κάτω άκρου. Θέτει Επίσης τον κίνδυνο της λοίμωξης (Parikh PM και συν 2009) και μπορεί να παραβλέψει τη περιοριστική αιματική κυκλοφορία (Messner J και συν 2017). Παρόλα αυτά, έχει αναφερθεί η χρήση πλακών κατά τη σύγχρονη αντιμετώπιση των ανοιχτών καταγμάτων της κνήμης ως επικουρικό μέσο υποβοήθησης στις ενδομυελικές ήλωσης. Η προσωρινή οστεοσύνθεση με πλάκα, η προσωρινή χρησιμοποίηση μιας πλάκας δυναμικής συμπίεσης για τη σταθεροποίηση του κατάγματος προ της ενδομυελικής ήλωσης, μπορεί να προσδώσει περαιτέρω σταθερότητα σε ένα κάταγμα κατά την διεύρυνση της μυελικής κοιλότητας και κατά την εισαγωγή του ήλου (O' Toole RV και συν 2017). Η ελάττωση της χρησιμοποίησης μεγάλων οστεαγρών που μπορεί να χρησιμοποιηθούν κατά την εγχείρηση ιδιαίτερα όταν υπάρχει περιορισμένη χειρουργική βοήθεια. Επιπροσθέτως, αυτή η προσέγγιση μπορεί να επιτρέψει μεγαλύτερη συμπύκνωση των τεμαχίων του φλοιού (Schlatterer DR και συν 2015) και συνακόλουθα να βελτίωση τη συχνότητα επίτευξης πώρωσης. Υπάρχουν περιορισμένες μελέτες που δεν δεικνύουν ότι δεν υπάρχει αυξημένος κίνδυνος λοίμωξης ή άλλες επιπλοκές (Dunbar RP και συν 2005).

Η οριστική απομάκρυνση της σκελετικής κάκωσης επιτυγχάνεται καλύτερα με τη χρησιμοποίηση ενδομυελικών ήλων, οι οποίοι παρέχουν τη μέγιστη δυνατή μηχανική σταθερότητα από τις υπάρχουσες σήμερα χειρουργικές μεθόδους (BOA 2018, Messner J και συν 2017). Η επιλογή του αν απαιτείται η χρησιμοποίηση ήλων με ή χωρίς γλυφανισμό της μυελικής κοιλότητας συνεχίζει να προκαλεί διαμάχες (Giannoudis PV και συν 2006). Έχει ειπωθεί ότι ο μηχανισμός επιτρέπει την εισαγωγή

**Πίνακας 3.** Πρόσφατες μελέτες αναφορικά με τα θεραπευτικά αποτελέσματα των τύπου III κατά Gustilo ανοιχτών καταγμάτων κνήμης.

Μελέτη	N	IM ήλωση	Χρόνος πώρωσης	Λοίμωξη	Πώρωση σε πλημμελή θέση	Επανεγχειρίσεις
Naique 200648	26	γλυφανισμός	3(12)	0 (0)		9 (19%)
Tielinen 200749	19	Mn γλυφανισμός	0 (0)	-		24,1%
Inan 200751	29	Mn γλυφανισμός	3(10)	5 (17)		0,15
Rohde 200752	20	Mn γλυφανισμός	10(10)	8 (40)		-
Mohseni 201150	25	Mn γλυφανισμός	4(16)	0 (0)		-

ήλων μεγαλύτερης διαμέτρου και αυξάνει έτσι τη σταθερότητα (Messner J και συν 2017, Bhandari M και συν 2008, Anglen JO και Blue JM 1995). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, εντούτοις, αναλώμασι της περιοριστικής κυκλοφορίας και του πάχους του φλοιώδους τοιχώματος (Bonig MR και συν 2007, Hofmann A και συν 2015). Οι ήλοι των οποίων η εισαγωγή δεν απαιτεί γλυφανισμό επιδεικνύουν συγκρίσιμα θεραπευτικά αποτελέσματα με εκείνους που η εισαγωγή τους απαιτεί γλυφανισμό όσον αφορά στις συχνότητες λοίμωξης (Messner J και συν 2017, Parikh PM και συν 2009, Hofmann A και συν 2015)., κινδύνους ψευδάρθρωσης και συχνότητα επανεγχείρισης (Naique SB και συν 2006). Τα συμπεράσματα επιβεβαιώθηκαν από μία ανασκόπηση της βάσης δεδομένων Cochrane (Naique SB και συν 2006), η οποία κατέδειξε μη στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συχνότητα εμφάνισης επιπλοκών μεταξύ ήλων που απαιτούν γλυφανισμό και εκείνων που δεν απαιτούν. Αυτά τα ευρήματα είναι συμβατά με πιο σύγχρονες μελέτες που συγκρίνουν τις δύο μεθόδους. Η θεραπευτική προσέγγιση μπορεί να γίνει σε συνδυασμό με τον τύπο της κάκωσης - η ενδομυελική ήλωση με γλυφανισμό εμφανίζει πρώιμη συχνότητα επίτευξης πώρωσης σε κατάγματα κατά Gustilo τύπου III (Naique SB και συν 2006) - ή μπορεί να αποτελέσει θέμα της επιλογής του χειρουργού. Η επιλογή της οριστικής συγκράτησης θα πρέπει να γίνεται με βάση την εξατομικευμένη μελέτη, με προσοχή στις κακώσεις των μαλακών μορίων και στις αγγειακές κακώσεις.

## Επιπλοκές και Θεραπευτικά αποτελέσματα

Όπως είναι αναμενόμενο με κάθε ανοιχτή κάκωση, τα ανοικτά κατάγματα των κάτω άκρων μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο επιπλοκών. Η συχνότητα των επιπλοκών ποικίλλει ανάλογα με την θεραπευτική προσέγγιση, τη βαρύτητα της κάκωσης και παράγοντες που εξαρτώνται από τον ασθενή. Μεμονωμένες μελέτες έχουν δείξει θεραπευτικά αποτελέσματα όσον αφορά στα ελληνικά δεδομένα με διαφορετικές μεθόδους (Tielineen L και συν 2007, Mohseni MA και συν 2011, Inan M και συν 2007, Rohde C και συν 2007) και αυτό οφείλεται, εν μέρει, στα μικρά μεγέθη τα οποία είναι διαθέσιμα για την περίοδο διενέργειας μελέτης. Ένα παράδειγμα αυτής της ποικιλότητας με-

ταξύ των μελετών γίνεται αντιληπτό στον πίνακα 3, όταν προσέξει κανείς τη συχνότητα και τις ανεπιθύμητες επιπλοκές όσον αφορά στη θεραπευτική αντιμετώπιση των ανοικτών κακώσεων τύπου III κατά Gustilo όταν θεραπεύονται με ενδομυελικό ήλο, σε μελέτες που διενεργήθηκαν κατά τα τελευταία έτη. Επιπρόσθετα ζητήματα ταξινόμησης επίσης επηρεάζουν αρνητικά την αξιολόγηση του αποτελέσματος. Τα ανοικτά κατάγματα κατά Gustilo IIIB εκπροσωπούν τη μεγαλύτερη θεραπευτική πρόκληση σε αυτή την περιοχή ενδιαφέροντος. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία στην πιθανή συμμετοχή των μαλακών μορίων και ως εκ τούτου στη βαρύτητα της κάκωσης.

Συνολικά, οι οποίοι υφίστανται σε μικρές μελέτες είναι φυσικό να σχετίζονται σε συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις (Giovannini F και συν 2016, Dickson DR και συν 2015, Zelle BA και Boni G 2015), πράγμα το οποίο επιτρέπει μία πιο ρωμαλέα αξιολόγηση άλλων δεδομένων που αναφέρονται σε αυτό το θέμα.

## Λοίμωξη

Η λοίμωξη είναι ο μεγάλος παράγοντας που επηρεάζει τα αρνητικά αποτελέσματα κατά τη θεραπευτική αντιμετώπιση ενός ανοικτού κατάγματος των κάτω άκρων. Οι σταθερές όσον αφορά στην αντιμικροβιακή κάλυψη και αντιμετώπιση των κακώσεων των μαλακών μορίων έχουν συμβάλλει στην ελάττωση της συχνότητας των λοιμώξεων και των συνακόλουθων προς αυτές επιπλοκών. Παρόλα αυτά, κίνδυνος παραμένει σημαντικός. Το σκέλος μπορεί να επιλεγεί από λοίμωξη από τον αρχικό ενοφθαλμισμό κατά τη διάρκεια της κάκωσης, αποτελεί επίσης ιατρογενές δεδομένο που προκαλείται από τη χειρουργική προσέγγιση και την επιλογή των υλικών.

Οι κακώσεις που επιλέγονται από λοίμωξη είναι πιο πιθανό να χρειαστούν περαιτέρω χειρουργική θεραπευτική αντιμετώπιση (Santolini E και συν 2015) και επιπλοκές με την οστέινη πώρωση. Η κάκωση θα πρέπει να προσεγγίζεται για την πιθανότητα επιφανειακών λοιμώξεων του τραύματος και των επιφανειακών ιστών και για εν τω βάθει λοιμώξεις των μαλακών μορίων καθώς και για οστεομυελίτιδα.

Τα δεδομένα από την επίδραση της χειρουργι-

κής προσέγγισης πάνω στη συχνότητα εμφάνισης λοίμωξης έχουν Επίσης δείξει μεγάλη ποικιλότητα. Πρόσφατες μετα- αναλύσεις έχουν δείξει ότι η συχνότητα των λοιμώξεων είναι σημαντικά ελαττωμένη σε κακώσεις κατά Gustilo τύπου III, όταν αντιμετωπίζονται με ενδομυελικούς ήλους σε σύγκριση με την εξωτερική οστεοσύνθεση (Dickson DR και συν 2015, Zelle BA και Boni G 2015). Παρόλα αυτά, μια άλλη μετα- ανάλυση κατέδειξε μη στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συχνότητα λοιμώξεων τόσο με εσωτερική όσο και με εξωτερική οστεοσύνθεση (Giovannini F και συν 2016).

## **Ψευδάρθρωση**

Η ψευδάρθρωση αποτελεί μία γνωστή, καταστροφική επιπλοκή της πώρωσης των καταγμάτων. Η επίδρασή της στο θεραπευτικό αποτέλεσμα υπερέρχει των αναμενόμενων φυσικών περιορισμών. Οι πάσχοντες συνεχίζουν να αναπτύξουν ψυχολογικά προβλήματα ως αποτέλεσμα του χρόνιου άλγος και την συνακόλουθη πλημμελή χρησιμοποίηση οπιούχων αναλγητικών και αλκοόλ (Tay W-H και συν 2014). Μία μελέτη (Fishbain DA και συν 1997) που προσεγγίζει τα λειτουργικά αποτελέσματα μετά από 6 και 12 μήνες μετά κάταγμα μάρκος του των κάτω άκρων διαπίστωσε φτωχότερα αποτελέσματα όσον αφορά τη γενική υγεία όταν υπάρχουν ψευδάρθρωση/ πώρωση σε πλημμελή θέση, που οφείλονται πρωτογενώς στα φυσικά επακόλουθα της νόσου και του μεγαλύτερου βαθμού ανεργίας (Fishbain DA και συν 1997). Αν και η αναδρομικού χαρακτήρα μελέτη στη διανοητική κατάσταση της υγείας, η χρόνια νόσος και το άλγος είναι γνωστοί παράγοντες κινδύνου στην ανάπτυξη ψυχοπαθών όπως παραδείγματος χάρι είναι η κατάθλιψη (Charman DP και συν 2005, Dickson K και συν 1994).

Οι Santolini και συν (Santolini E και συν 2015) ανέλυσαν τους παράγοντες κινδύνου τις ψευδάρθρωση της και βρήκαν ότι τα ανοικτά κατάγματα είναι ο δεύτερος πιο σημαντικός παράγοντας κινδύνου όσον αφορά στη μη επίτευξη οστέινης πώρωσης, με βάση τα επίπεδα της τεκμηρίωσης που προέρχεται από την ανασκόπηση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας. Ο κίνδυνος ήταν υψηλότερος σε κατάγματα της διάφυσης της κνήμης λόγω της φτωχής κάλυψης με μαλακά μόρια εκ των πρόσω της κάλυψης των μαλακών μορίων και της αγγείωσης. Τα κατάγματα της διάφυσης της κνήμης με

κάθε βαθμού αγγειακής βλάβης δεικνύουν τρεις φορές μεγαλύτερο κίνδυνο ψευδάρθρωση σε σχέση με εκείνα τα κατάγματα όπου δεν υπάρχει αγγειακή εμπλοκή (Pan S-L και συν 2014).

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την πώρωση περιλαμβάνουν τον τύπο της αντιμετώπισης: Η εξωτερική οστεοσύνθεση εμφανίζει μεγαλύτερο κίνδυνο ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων από ότι εμφανίζει η ενδομυελική ήλωση (Dickson DR και συν 2015), περιλαμβανομένης της ψευδαίσθησης και της συχνότητας λοιμώξεων. Τα δύο αποτελέσματα, τα οποία σημειώθηκαν παραπάνω εμφανίζουν μία γνωστή συσχέτιση: Η λοίμωξη συμβάλλει στην ανάπτυξη νεκρωτικό οστού και αποτυχία της οστεοσύνθεσης, καθιστώντας την οστέινη Πόρος η πιο δύσκολη (Calori GM και συν 2007). Θα πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι τα βαριά κατάγματα κατά την αρχική εμφάνιση τους απαιτούνται εξωτερική οστεοσύνθεση, τούτου οφειλόμενου στον αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης επιπλοκών.

Επιπροσθέτως, είναι σημαντικό να συμβουλευονται οι ασθενείς όσον αφορά στην αντιμετώπιση των παραγόντων κινδύνου που προέρχονται από τη δική τους συμπεριφορά κάνοντας προσπάθεια διακοπής του καπνίσματος, να ελέγχουν καλύτερα τα επίπεδα σακχάρου του όρου όσον αφορά στους διαβητικούς ασθενείς και να περιορίζουν την πρόσληψη αλκοόλης.

## **Περιοχικό επώδυνο σύνδρομο**

Το περιοχικό σύνθετο επώδυνο σύνδρομο μπορεί να αναπτυχθεί σε άτομα μετά από χειρουργική επέμβαση, ιδιαίτερα όταν αυτή αναφέρεται στην αντιμετώπιση σύνθετων καταγμάτων (Goh EL και συν 2017). Η συχνότητα εμφανίσεως του σε ανοικτά κατάγματα της κνήμης είναι λιγότερο συχνά εμφανής αλλά υπάρχουν μερικές μελέτες που την φτάνουν στο 30% των περιπτώσεων σύνθετου περιοχικού επώδυνου συνδρόμου δεν είναι πλήρως σαφή, αλλά υπάρχει ένδειξη που υποστηρίζει την υπόθεση μιας υπερβολικής φλεγμονώδους αντίδρασης στην κάκωση και ευαισθητοποίησης του νευρικού μηχανισμού (Goh EL και συν 2017). Η οριστική θεραπευτική αντιμετώπιση είναι αντικείμενο που πρέπει να αποσαφηνιστεί. Οι ασθενείς μπορεί να έχουν την εμπειρία έντονου πόνου που προκαλεί αναπηρία, οιδήματος, μεταβολών της αιματικής ροής στο δέρμα, αλλοδυνία και καυστικού

τύπου παραισθησίες

## Ακρωτηριασμός

Ο πρωτογενής ακρωτηριασμός μπορεί να ληφθεί υπόψη σε περιπτώσεις μη δυνάμενη να ελεγχθεί αιμορραγίες, παρατεταμένης κακώσεως από σύνθλιψη, ένα άκρο το οποίο είναι ισχαιμικό από μακρού ή μία τμηματική οστική/ μυϊκή απώλεια. Η λήψη απόφασης δεν λαμβάνεται ελαφρά και θα πρέπει να συζητηθεί με άλλους πεπειραμένους χειρουργούς (Nanchahal J και συν, 2009, Webb LX και συν 2007, Bosse MJ και συν 2001, Cannada LK και συν 2015). Τα σκορ βαθμολόγησης της βαρύτητας μπορεί να παράσχουν μία μέτρηση για την πρόβλεψη της ανάγκης ακρωτηριασμού (Johannssen K και συν 1990, Venkatadass K και συν 2017).

Ο δευτερογενής ακρωτηριασμός μπορεί να αποτελεί μία βιώσιμη χειρουργική επιλογή σε μία κάκωση η οποία επιπλέκεται από συνεχιζόμενα προβλήματα όπως είναι η εν τω βάθει λοίμωξη. Είναι απόλυτη ένδειξη ενός κακού αποτελέσματος (Nanchahal J και συν 2009), αλλά μπορεί να είναι απαραίτητος για την αποτροπή περαιτέρω επιδείνωσης ή διατηρήσεως ενός ανεκτού επιπέδου ζωής. Τα μακροχρόνια λειτουργικά αποτελέσματα μπορεί να μην επηρεάζονται σημαντικά στον ακρωτηριασμένο σε σύγκριση με αυτόν, ο οποίος έχει υποβληθεί σε παρατεταμένη προσπάθεια διατήρησης ενός βαριά τραυματισμένου σκέλους.

## Λειτουργικό αποτέλεσμα

Το λειτουργικό αποτέλεσμα προσεγγίζεται με αυτό αναφορά σε ερωτηματολόγια που αφορούν στον ασθενή ή με σκορ. Υπάρχουν πολλά εργαλεία για την προσέγγιση του λειτουργικού αποτελέσματος στη βιβλιογραφία στο οποίο περιλαμβάνονται το SF-36, EQ-SD και ιδιαίτερα σκορ που προσεγγίζουν συγκεκριμένα λειτουργικά προβλήματα αρθρώσεων όπως είναι το Iowa Ankle and Knee Scores. Δεν υπάρχει γνωστός τρόπος όσον αφορά στην κατάρτιση ενός ενιαίου εργαλείου για την βαθμολόγηση της βαρύτητάς της κάκωσης των κάτω άκρων. Η βιβλιογραφία έχει δείξει ποικίλη χρήση των Συστημάτων βαθμολόγησης καθιστώντας την ακριβή σύγκριση πολύ δύσκολη.

Τα σκορ που αφορούν στην λειτουργικότητα του κάτω άκρου έχουν προταθεί για την προσέγγιση του κάτω άκρου. Το LEFS (lower extremity

functional score) δεικνύει καλή αξιοπιστία και προγνωστική συσχέτιση (Pan S-L και συν 2014). Έχει αποδειχθεί ότι είναι συγκρίσιμο με το SF-36 για την προσέγγιση των ανοικτών κακώσεων του κάτω άκρου. Υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα, ωστόσο, όσον αφορά στην κλινική του χρήση κατά την αντιμετώπιση των ανοικτών καταγμάτων των κάτω άκρων.

Έχουν χρησιμοποιηθεί και άλλα όπως το imaging functional Score (Enneking WF και συν 1993), το οποίο είναι ένα σύστημα βαθμολόγησης που χρησιμοποιήθηκε παραδοσιακά για την λειτουργική προσέγγιση μετά αφαίρεση όγκων του μυοσκελετικού. Η χρησιμοποίηση του και τις κακώσεις του κάτω άκρου καταδείχθηκε από τους Khan και συν (Khan U και συν 2007) επιβεβαιώνοντας έτσι κάποια εγκυρότητα του Πέραν της χρήσεως στην ογκολογία. Αυτό το σκορ είναι ένα από αυτά που συνιστά η BAPRAS (BAPRAS 2018), ιδιαίτερα μετά τη διενέργεια επανορθωτικής χειρουργικής. Το σκορ εκφράζεται με ένα επί τοις εκατό ποσοστό του μη προσβεβλημένου αντιθέτου σκέλους. Μία μικρή μελέτη που έγινε από τους Filobos και συν (Filobos G και συν 2013) και δείχνει καλά λειτουργικά αποτελέσματα στις περιπτώσεις του κάτω άκρου (52% για κακώσεις τύπου IIIB κατά Gustilo) σε σχέση με τον γενικό πληθυσμό (Zelle BA και Boni G 2015) με τη χρησιμοποίηση του συστήματος Enneking σε ένα εξειδικευμένο κέντρο.

Μία μετα- ανάλυση που συγκρίνει τα λειτουργικά αποτελέσματα με τη χρησιμοποίηση διαφόρων τύπων μετρήσεων της ποιότητας ζωής διεθνή σημαντικά και στατιστικά διαφορές στην επίπτωση του άλγους και της κινητικότητας μετά κατάγματα IIIB κατά Gustilo σε σύγκριση με εκείνα του γενικού πληθυσμού (Zelle BA και Boni G 2015). Αυτά τα ιδιαίτερα λειτουργικά αποτελέσματα έχουν βασιστεί σε δεδομένα του EQ-SD συστήματος αλλά επιπρόσθετη ανάλυση κατέδειξε σημαντικά προβλήματα Όσον αφορά την ποδοκνημική στην Μελέτη Ομάδος που χρησιμοποίησε το Iowa Ankle and Knee Scores.

## Σύνοψη και συμπεράσματα

Η βασική λογική και οι μέθοδοι για την αντιμετώπιση των ανοικτών καταγμάτων του κάτω άκρου παραμένει σε μεγάλο βαθμό η ίδια. Πρόσφατα σύνολα δεδομένων έχουν προκαλέσει τις παλιότερες

προφυλάξεις πάνω στην σπουδαιότητα της αναμονής για έξι ώρες για τη διενέργεια χειρουργικού καθαρισμού και την παρατεταμένη χορήγηση αντιβιοτικών. Τα ανοιχτά κατάγματα των κάτω άκρων θα πρέπει να αντιμετωπίζονται σε ένα αντικείμενο επείγουσες ιατρικές μετά την εμφάνισή τους, με έναρξη χορήγησης αντιβιοτικών εντός 3 ωρών από την επέλευση της κάκωσης και μεταφορά στο χειρουργείο για ενδελεχή χειρουργικό καθαρισμό εντός 24 ωρών. Η μηχανική σταθεροποίηση μπορεί αρχικά να επιτευχθεί με χρησιμοποίηση συσκευών εξωτερικής οστεοσύνθεσης εάν η οριστική θεραπευτική αντιμετώπιση με την χρησιμοποίηση ενδομυελικών ήλων δεν μπορεί να επιτευχθεί κατά το χρόνο του χειρουργικού καθαρισμού. Η τελική επιλογή οστεοσύνθεσης εξαρτάται από τη βαρύτητα της κάκωσης. Οι αρμόζουσες αγγειακές και επανορθωτικές επεμβάσεις που αφορούν στην πλαστική χειρουργική θα πρέπει να διενεργούνται κατά το

δυνατόν γρηγορότερα και πάντως όπως επιτάσσει η βαρύτητα της κάκωσης. Η επαρκής κάλυψη των στοιχείων της κακώσεως με μαλακά μόρια και η αγγείωση στην περιοχή της κάκωσης είναι σημαντικοί παράγοντες για να περιοριστούν οι επιπλοκές και να προαχθεί η οστέινη πύρωση.

Ακόμη και με τις τρέχουσες τάσεις στη θεραπευτική αντιμετώπιση, τα ανεπιθύμητα επακόλουθα της λοίμωξης, της ψευδάρθρωσης και των πτωχών λειτουργικών αποτελεσμάτων συνεχίζουν να επιβαρύνουν την πρόγνωση των ανοιχτών κακώσεων των κάτω άκρων, αν και σε μικρότερο βαθμό. Η προσεκτική θεραπευτική αντιμετώπιση της κάκωσης και η ολιστική προσέγγιση στον ασθενή μπορεί να ελαττώσει σε καλύτερο βαθμό τον κίνδυνο των ανεπιθύμητων επιπλοκών, με ιδιαίτερη σημασία στην πληροφόρηση του ασθενούς για τις πιθανές συννοσηρότητες και την ανάλογη συμβουλευτική.

## Βιβλιογραφία

1. Agel J, Rockwood T, Barber R, Marsh JL.: Potential predictive ability of the orthopaedic trauma association open fracture classification. *J Orthop Trauma* 2014; 28: 300-6.
2. Agel J, Evans AR, Marsh JL, et al.: The OTA open fracture classification: a study of reliability and agreement. *J Orthop Trauma* 2013; 27: 379-84.
3. Ajasekaran S, Sabapathy SR, Dheenadhayan J, et al.: Ganga hospital open injury score in management of open injuries. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2015;41:3-15.
4. Ali AM, Noyes D, Cogswell LK: Management of open fractures of the lower limb. *Br J Hosp Med (Lond)* 2013; 74:577-80.
5. Anglen JO: Comparison of soap and antibiotic solutions for irrigation of lower-limb open fracture wounds. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg [Am]* 2005; 87- A: 1415-22.
6. Barnes S, Spencer M, Graham D, Johnson HB. Surgical wound irrigation: a call for evidence-based standardization of practice. *Am J Infect Control* 2014; 42: 525-9.
7. Bhandari M, Jeray KJ, Petrisor BA, et al; FLOW Investigators. A trial of wound irrigation in the initial management of open fracture wounds. *N Engl J Med.* 2015; 373: 2629-41.
8. British Orthopaedic Association and British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons: Standard for trauma - 2009 BOAST 4: the management of severe open lower limb fractures. [www.boa.ac.uk/publications/boastandards-trauma-boasts](http://www.boa.ac.uk/publications/boastandards-trauma-boasts) (date last accessed 17 March 2018).
9. Brumback RJ, Jones AL.: Interobserver agreement in the classification of open fractures of the tibia. The results of a survey of two hundred and forty-five orthopaedic surgeons. *J Bone Joint Surg [Am]* 1994; 76-A: 1162-6.
10. Chen AT, Vallier HA: Non-contiguous and open fractures of the lower extremity: Epidemiology, complications, and unplanned procedures. *Injury* 2016; 47: 742-7.
11. Crowley DJ, Kanakaris NK, Giannoudis PV: Irrigation of the wounds in open fractures.



- J Bone Joint Surg [Br]* 2007; 89:580-5.
12. Court-Brown CM, Bugler KE, Clement ND, Duckworth AD, McQueen MM: The epidemiology of open fractures in adults. A 15-year review. *Injury* 2012; 43: 891-7.
  13. Fernandez R, Griffiths R.: Water for wound cleansing. *Cochrane Database Syst Rev* 2012; 2: CD003861.
  14. Griffin M, Malahias M, Khan W, Hindocha S.: Update on the management of open lower limb fractures. *Open Orthop J* 2012; 6:571-7.
  15. Gustilo RB, Anderson JT.: Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg [Am]* 1976; 58-A: 453-8.
  16. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN.: Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984; 24: 742-6.
  17. Halawi MJ, Morwood MP. Acute management of open fractures: an evidence-based review. *Orthopedics* 2015; 38: e1025-33.
  18. Holtom PD. Antibiotic prophylaxis: current recommendations. *J Am Acad Orthop Surg* 2006; 14(suppl): S98-S100.
  19. Horn BD, Rettig ME.: Interobserver reliability in the Gustilo and Anderson classification of open fractures. *J Orthop Trauma* 1993; 7: 357-60.
  20. Jenkins PJ, Keating JF, Simpson AH.: Fractures of the tibial shaft. *Surgery* 2010; 28: 489-93.
  21. Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen ST.: Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma* 1990; 30: 568-72; discussion 572-3.
  22. Kim PH, Leopold SS.: In brief: Gustilo-Anderson classification. [corrected]. *Clin Orthop Relat Res* 2012; 470: 3270-4.
  23. Lack WD, Karunakar MA, Angerame MR, et al.: Type III open tibia fractures: immediate antibiotic prophylaxis minimizes infection. *J Orthop Trauma* 2015; 29:1-6.
  24. Larsen P, Elsoe R, Hansen SH, et al.: Incidence and epidemiology of tibial shaft fractures. *Injury* 2015; 46: 746-50.
  25. Madhuchandra P, Rafi M, Devadoss S, Devadoss A.: Predictability of salvage and outcome of Gustilo and Anderson type-III A and type-III B open tibial fractures using Ganga Hospital Scoring system. *Injury* 2015; 46: 282-7.
  26. Messner J, Papakostidis C, Giannoudis PV, Kanakaris NK: Duration of administration of antibiotic agents for open fractures: meta-analysis of the existing evidence. *Surg Infect (Larchmt)* 2017; 18: 854-67.
  27. Melvin JS, Dombroski DG, Torbert JT, et al.: Open tibial shaft fractures: II. Definitive management and limb salvage. *J Am Acad Orthop Surg* 2010; 18: 108-17.
  28. Nanchahal J, Nayagam S, Khan U, et al.: *Standards for the management of open fractures of the lower limb*. London: British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons; 2009.
  29. Okike K, Bhattacharyya T. Trends in the management of open fractures. A critical analysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 2006; 88-A: 2739-48.
  30. Orthopaedic Trauma Association: Open Fracture Study Group: A new classification scheme for open fractures. *J Orthop Trauma* 2010; 24: 457-64.
  31. Pape H-C, Webb LX: History of open wound and fracture treatment. *J Orthop Trauma* 2008; 22(suppl): S133-4.
  32. Rajasekaran S. Ganga hospital open injury severity score - A score to prognosticate limb salvage and outcome measures in Type IIIb open tibial fractures. *Indian J Or-*

thop 2005; 39:4-13.

33. Schenker ML, Yannascoli S, Baldwin KD, Ahn J, Mehta S.: Does timing to operative debridement affect infectious complications in open long-bone fractures? A systematic review. *J Bone Joint Surg [Am]* 2012; 94-A: 1057-64.
34. Venkatadass K, Grandhi TSP, Rajasekaran S.: Use of Ganga Hospital Open Injury Severity Scoring for determination of salvage versus amputation in open type IIIB injuries of lower limbs in children-An analysis of 52 type IIIB open fractures. *Injury* 2017; 48: 2509-14.
35. Werner CML, Pierpont Y, Pollak AN.: The urgency of surgical debridement in the management of open fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2008; 6: 369-75.
36. Zalavras CG, Patzakis MJ): Open fractures: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2003; 11: 212-9.
37. Saveli CC, Belknap RW, Morgan SJ, Price CS.: The role of prophylactic antibiotics in open fractures in an era of community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Orthopedics* 2011; 34: 611-6.
38. Lenarz CJ, Watson JT, Moed BR, et al.: Timing of wound closure in open fractures based on cultures obtained after debridement. *J Bone Joint Surg [Am]* 2010; 92-A: 1921-6.
39. Gopal S, Majumder S, Batchelor AG, et al.: Fix and flap: the radical orthopaedic and plastic treatment of severe open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg [Br]* 2000; 82-B: 959-66.
40. Schlatterer DR, Hirschfeld AG, Webb LX: Negative pressure wound therapy in grade IIIB tibial fractures: fewer infections and fewer flap procedures? *Clin Orthop Relat Res* 2015; 473: 1802-11.
41. Lachica RD.: Evidence-based medicine: management of acute lower extremity trauma. *Plast Reconstr Surg* 2017; 139: 287e-301e.
42. Giannoudis PV, Papakostidis C, Roberts C.: A review of the management of open fractures of the tibia and femur. *J Bone Joint Surg [Br]* 2006;88-B:281-9.
43. Foote CJ, Guyatt GH, Vignesh KN, et al. Which surgical treatment for open tibial shaft fractures results in the fewest reoperations? a network met analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2015; 473: 2179-92.
44. Parikh PM, Hall MM, Attinger CE, Masden DL, Steinberg JS. External fixation: indications in lower extremity reconstruction and limb salvage. *Plast Reconstr Surg* 2009; 123: 160e-1e.
45. Gristina AG, Costerton JW. Bacterial adherence to biomaterials and tissue. The significance of its role in clinical sepsis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1985;67-A:264-73.
46. Giotakis N, Narayan B. Stability with unilateral external fixation in the tibia. *Strateg Trauma Limb Reconstr* 2007; 2: 13-20.
47. Herscovici D Jr, Sanders RW, Scaduto JM, Infante A, DiPasquale T: Vacuum-assisted wound closure (VAC therapy) for the management of patients with high energy soft tissue injuries. *J Orthop Trauma* 2003; 17: 683-8.
48. Pollak AN, McCarthy ML, Burgess AR: The Lower Extremity Assessment Project (LEAP) Study Group. Short-term wound complications after application of flaps for coverage of traumatic soft-tissue defects about the tibia. *J Bone Joint Surg [Am]* 2000; 82- A: 1681-91.
49. Bhattacharyya T, Mehta P, Smith M, Pomahac B.: Routine use of wound vacuum-assisted closure does not allow coverage delay for open tibia fractures. *Plast Reconstr Surg*. 2008; 121: 1263-6.
50. O' Toole RV, Gary JL, Reider L, et al.; METRC. A prospective randomized trial to assess fixation strategies for severe open tibia fractures: modern ring external fixators

- versus internal fixation (FIXIT Study). *J Orthop Trauma* 2017; 31(suppl): S10-7.
51. Dunbar RP, Nork SE, Barei DP, Mills WJ. Provisional plating of Type III open tibia fractures prior to intramedullary nailing. *J Orthop Trauma* 2005; 19: 412-4.
  52. Ludwig M, Hymes RA, Schulman J, Pitta M, Ramsey L.: Intramedullary nailing of open tibial fractures: provisional plate fixation. *Orthopedics* 2016; 39: e931-6.
  53. Bhandari M, Guyatt G, Walter SD, et al.: Randomized trial of reamed and unreamed intramedullary nailing of tibial shaft fractures. *J Bone Joint Surg [Am]* 2008; 90-A: 2567-78.
  54. Anglen JO, Blue JM.: A comparison of reamed and unreamed nailing of the tibia. *J Trauma* 1995; 39:351-5.
  55. Bong MR, Kummer FJ, Koval KJ, Egol KA. Intramedullary nailing of the lower extremity: biomechanics and biology. *J Am Acad Orthop Surg* 2007; 15:97-106.
  56. Hofmann a, Dietz S-O, Pairon P, Rommens Pm. The role of intramedullary nailing in treatment of open fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2015; 41:39-47.
  57. Duan X, Al-Qwbani M, Zeng Y, Zhang W, Xiang Z. Intramedullary nailing for tibial shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2012:1:0)008241.
  58. Naique SB, Pearse M, Nanchahal J. Management of severe open tibial fractures: the need for combined orthopaedic and plastic surgical treatment in specialist centres. *J Bone Joint Surg [Br]* 2006; 88:351-7.
  59. Tielinen L, Lindahl JE, Tukiainen EJ. Acute unreamed intramedullary nailing and soft tissue reconstruction with muscle flaps for the treatment of severe open tibial shaft fractures. *Injury* 2007; 38:906-12.
  60. Mohseni MA, Soleimanpour J, Mohammadpour H, Shahsavari A. AO tubular external fixation vs. unreamed intramedullary nailing in open grade IIIA-III B tibial shaft fractures: a single-center randomized clinical trial. *Pak J Biol Sci* 2011; 14:490-5.
  61. Inan M, Halici M, Ayan I, Tuncel M, Karaoglu S. Treatment of type IIIA open fractures of tibial shaft with Ilizarov external fixator versus unreamed tibial nailing. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007; 127:617-23.
  62. Rohde C, Greives Mr, Cetrulo C, et al. Gustilo grade IIIB tibial fractures requiring microvascular free flaps: external fixation versus intramedullary rod fixation. *Ann Plast Surg* 2007; 59:14-7.
  63. Fang X, Jiang L, Wang Y, Zhao L. Treatment of Gustilo grade III tibial fractures with unreamed intramedullary nailing versus external fixator: a meta-analysis. *Med Sci Monit* 2012; 18:RA49-56.
  64. Giovannini F, de Palma L, Panfighi A, Marinelli M. Intramedullary nailing versus external fixation in Gustilo type III open tibial shaft fractures: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Strateg Trauma Limb Reconstr* 2016; 11:1-4.
  65. Dickson Dr, Moulder E, Hadland Y, Giannoudis PV, Sharma HK. Grade 3 open tibial shaft fractures treated with a circular frame, functional outcome and systematic review of literature. *Injury* 2015; 46:751-8.
  66. Zelle BA, Boni G. Safe surgical technique: intramedullary nail fixation of tibial shaft fractures. *Patient Saf Surg* 2015; 9:40.
  67. Santolini E, West R, Giannoudis PV. Risk factors for long bone fracture nonunion: a stratification approach based on the level of the existing scientific evidence. *Injury* 2015; 46(suppl 8):S8-S19.
  68. Tay W-H, de Steiger R, Richardson M, Gruen R, Balogh ZJ. Health outcomes of delayed union and nonunion of femoral and tibial shaft fractures. *Injury* 2014; 45:1653-8.
  69. Fishbain Da, Cutler R, Rosomoff HL,

- Rosomoff RS. Chronic pain-associated depression: antecedent or consequence of chronic pain? A review. *Clin J Pain* 1997; 13:116-37.
70. Chapman Dp, Perry Gs, Strine TW. The vital link between chronic disease and depressive disorders. *Prev Chronic Dis* 2005; 2:A14.
71. Dickson K, Katzman s, Delgado E, Contreras D. Delayed unions and nonunions of open tibial fractures. Correlation with arteriography results. *Clin Orthop Relat Res* 1994 ;( 302):189-93.
72. Calori GM, Albisetti W, Agus A, Iori S, Tagliabue L. Risk factors contributing to fracture non-unions. *Injury* 2007; 38(suppl 2):S11-8.
73. Goh EL, Chidambaram S, Ma D. Complex regional pain syndrome: a recent update. *Burns Trauma* 20175:2.
74. Webb LX, Bosse MJ, Castillo RC, et al. Analysis of surgeon-controlled variables in the treatment of limb-threatening type-III open tibial diaphyseal fractures. *J Bone Joint Surg [Am]* 2007; 89-A: 923-8.
75. Bosse MJ, McCarthy ML, Jones AL, et al. The insensate foot following severe lower extremity trauma: An indication for amputation? *J Bone Joint Surg [Am]* 2001, 87-A: 2601-8.
76. Cannada LK, Melton DH, Deren ME, Hayda RA, Harvey EJ. Dealing with catastrophic outcomes and amputations in the mangled limb. *J Orthop Trauma* 2015; 29(suppl 12):S39-S42.
77. Binkley JM, Stratford PW, Lott SA, Riddle DL; north American orthopaedic Rehabilitation Research network. The Lower Extremity Functional Scale (LEFS): scale development, measurement properties, and clinical application. *Phys Ther* 1999; 79:371-83.
78. Pan S-L, Liang H-W, Hou W-H, Yeh T-S. Responsiveness of SF-36 and Lower Extremity Functional Scale for assessing outcomes in traumatic injuries of lower extremities. *Injury* 2014; 45:1759-63.
79. Enneking WF, Dunham W, Gebhardt MC, Malawar M, Pritchard DJ. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. *Clin Orthop Relat Res* 1993 ;( 286):241-6.
80. Khan U, Mitham P, Pearse M, Nanchahal J. Management of severe open ankle injuries. *Plast Reconstr Surg* 2007; 119:578-89.
81. Filobos G, Salim F, Khan u. Is the injury severity score relevant in complex lower limb trauma? *Ann R Coll Surg Engl* 2013; 95:1-3.

# Τεχνητή νοημοσύνη για τη διάγνωση καταγμάτων από ακτινογραφίες

Μπισχινιώτης Στ. Ιωάννης

## Περίληψη

Η προσφυγή στην τεχνητή νοημοσύνη για την ερμηνεία των ακτινογραφιών έχει δείξει μεγάλες δυνατότητες τόσο όσον αφορά στην ακρίβεια όσο και στην επάρκεια της διάγνωσης των καταγμάτων. Οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης στηρίζονται σε μεγάλα σύνολα δεδομένων σχολιασμένη εικόνα για την εκμάθηση της ακριβούς ταξινόμησης και της διάγνωσης διαταραχών. Ένας τρόπος για τη βελτίωση της ερμηνείας των ακτινογραφιών είναι η αύξηση του μεγέθους και η βελτίωση της ποιότητας των συνόλων δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση και η ενσωμάτωση πιο προηγμένων μηχανών εκμάθησης και τεχνικών όπως και η ενδεδειγμένη ενίσχυση της εκμάθησης και της ενσωμάτωσης των γνώσεων σε αλγόριθμους. Μία άλλη προσέγγιση είναι η ενσωμάτωση όλων των αλγορίθμων με αποτελέσματα από άλλες απεικονιστικές μεθόδους όπως είναι η αξονική τομογραφία και η μαγνητική τομογραφία για να δοθεί μία πιο κατανοητή και ακριβής διάγνωση. Οι πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να ανιχνεύσουν και να διευκρινίσουν τα κατάγματα του καρπού και των μακρών οστών σε ακτινολογικές εικόνες καταδεικνύοντας τη δυνατότητα της τεχνητής νοημοσύνης να βελτιώσει την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα της διάγνωσης του κατάγματος. Αυτά υποδηλώνουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά τα αποτελέσματα που λαμβάνονται από την θεραπεία ασθενών στον τομέα της ορθοπαιδικής.

## Όροι ευρητηρίου:

Τεχνητή νοημοσύνη  
κάταγμα  
ακτινογραφίες  
ορθοπαιδική

# Artificial intelligence for fracture diagnosis in orthopedic X-rays: current developments and future potentials

*Bischiniotis I. St.*

## Abstract

The use of artificial intelligence (AI) in the interpretation of orthopedic X-rays has shown great potential to improve the accuracy and efficiency of fracture diagnosis. AI algorithms rely on large datasets of annotated images to learn how to accurately classify and diagnose abnormalities. One way to improve AI interpretation of X-rays is to increase the size and quality of the datasets used for training, and to incorporate more advanced machine learning techniques, such as deep reinforcement learning, into the algorithms. Another approach is to integrate AI algorithms with other imaging modalities, such as computed tomography (CT) scans, and magnetic resonance imaging (MRI), to provide a more comprehensive and accurate diagnosis. Recent studies have shown that AI algorithms can accurately detect and classify fractures of the wrist and long bones on X-ray images, demonstrating the potential of AI to improve the accuracy and efficiency of fracture diagnosis. These findings suggest that AI has the potential to significantly improve patient outcomes in the field of orthopedics.

---

### Key words:

Artificial intelligence

Fracture

X-ray

Orthopedics

## Εισαγωγή

Τα κατάγματα αποτελούν συνηθισμένο πρόβλημα στην ορθοπαιδική που απαιτεί ακριβή και έγκαιρη διάγνωση για να εφαρμοστεί η κατάλληλη θεραπεία. Παραδοσιακά, η διάγνωση των καταγμάτων εναπόκειται στην εμπειρία των ακτινολόγων που αναλύουν με τη βοήθεια της οράσεως τις εικόνες προς ανάλυση για την ανίχνευση και την ταξινόμηση των καταγμάτων. Ωστόσο, αυτή η διαδικασία μπορεί να είναι μακροχρόνια υποκειμενική και να υπόκειται σε ανθρώπινο σφάλμα, ιδιαίτερα κατά την ενασχόληση με σύνθετους τύπους καταγμάτων ή λανθάνουσες διαταραχές [Smith A et al 2019].

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει αναδειχθεί τελευταία ως πολλά υποσχόμενη τεχνολογία στον τομέα της Ιατρικής απεικόνισης παράγοντας τιμητικές λύσεις προς βελτίωση των διαγνώσεων από ακτινογραφίες στην ορθοπαιδική. Οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης ενισχυόμενοι από τεχνικές εν το βάθει εκμάθησης μπορεί να ενημερωθούν από μεγάλο όγκο δεδομένων και να εξαχθούν τύποι με νόημα καθιστώντας αυτόματα την ανίχνευση την εντόπιση και την ταξινόμηση των καταγμάτων με μεγάλη ακρίβεια [Shen W et al 2020].

Η σημασία της τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων εναπόκειται στην ικανότητα ενίσχυσης της αποτελεσματικότητας και της αξιοπιστίας της διαγνωστικής διαδικασίας. Με τη μόχλευση του θέματος της τεχνητής νοημοσύνης, οι ακτινολόγοι μπορούν να ωφεληθούν από υποβοηθούμενα από ηλεκτρονικούς υπολογιστές εργαλεία που συμβάλλουν στην ερμηνεία των ακτινολογικών εικόνων οδηγώντας στην ταχύτερη και πιο ακριβή ανίχνευση καταγμάτων. Επιπλέον, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης έχουν τη δυνατότητα να δίνουν τυποποιημένες και συμπαγείς προσεγγίσεις με αποτέλεσμα την ελάττωση της διαπαρητηρησιακής ποικιλότητας και τη βελτίωση του αποτελέσματος της θεραπείας [Wang S et al 2021].

Η ιατρική απεικόνιση διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διάγνωση και στην αντιμετώπιση των διαφόρων ιατρικών καταστάσεων περιλαμβανομένων των καταγμάτων στην ορθοπαιδική. Με την πάροδο των ετών, έχει υπάρξει αυξημένο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης

προς βελτίωση της ερμηνείας της Ιατρικής απεικόνισης και της διαγνωστικής ακριβείας.

Η τεχνητή νοημοσύνη ενσωματώνει ένα εύρος υπολογιστικών τεχνικών που καθιστούν τις μηχανές ικανές προς μίμηση της ανθρώπινης νοημοσύνης και τη διενέργεια σύνθετων εργασιών. Σε συνδυασμό με την ιατρική απεικόνιση οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να λήξουν μεγάλο όγκο απεικονιστικών δεδομένων, να εξαγάγουν τα σχετικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα και να κάνουν την πρόγνωση ή να συμβάλουν στη λήψη αποφάσεων. Αυτό έχει τη δυνατότητα σημαντικής ενδυνάμωσης της αποτελεσματικότητας και την ακρίβεια στις διαγνώσεις των καταγμάτων από απλές ακτινογραφίες.

Η εν τω βάθει του μάθησης, η οποία αποτελεί υποσύνολο της τεχνητής νοημοσύνης, έχει αναδείξει ιδιαίτερα υποσχόμενες εφαρμογές στις ιατρικές απεικονιστικές μεθόδους. Το μοντέλο εκμάθησης όπως και τα συνελκτικά νευρωνικά συστήματα [CNNs] και τα παλίνδρομα νευρωνικά δίκτυα (RNNs) μπορώ να απομνημονεύσω ιεραρχημένες εκπροσώπησης απεικονιστικών δεδομένων και αυτόματα να ανιχνεύουν τύπους ενδεικτικούς των καταγμάτων. Αυτά τα μοντέλα μπορούν να εκπαιδευθούν σε μεγάλα, σχολιασμένα σύνολο δεδομένων προς βελτιστοποίηση της συμπεριφοράς και να φτάσουν σε υψηλά επίπεδα ευαισθησίας και εξειδίκευσης κατά την ανίχνευση καταγμάτων [Liu X et al 2020].

Επιπλέον, οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να συμβάλουν επίσης στην ταξινόμηση και τη προσέγγιση της βαρύτητας. Με τη βοήθεια της ανάλυσης των χαρακτηριστικών των καταγμάτων και με τη σύγκριση προς υπάρχουσες γνώσεις, οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να συμβάλουν στον καθαρισμό του τύπου του καταγματος και τις σχετιζόμενες προς αυτόν επιπλοκές. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί πολύτιμος στην καταδίωξη θεραπευτικών αποφάσεων και στη βελτιστοποίηση της φροντίδας του ασθενή [Mansoor A et al 2021].

Ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης στην ιατρική απεικόνιση και τη διάγνωση εκτείνεται Πέραν της ανίχνευσης των καταγμάτων και στις ταξινομήσεις τους. Οι τεχνικές NLP μπορούν να εφαρμοστούν για την ανάλυση ακτινολογικών γνωματεύσεων, να

εξαχθούν σχετικές πληροφορίες και να ενσωματωθούν προς τα απεικονιστικά δεδομένα. Αυτό μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση της προσέγγισης ασθενών και να παράσχει επιπρόσθετη συμβολή στην ακριβή διάγνωση των καταγμάτων [Liu X et al 2020].

Η ανασκόπηση αυτή παρέχει μία επισκόπηση των τρεχουσών προϊόντων και των μελλοντικών δυνατοτήτων όσον αφορά στη διάγνωση των καταγμάτων από ακτινογραφίες. Με την ανασκόπηση της πρόσφατης βιβλιογραφίας και των πρόσφατων προϊόντων έχουν διερευνηθεί οι εφαρμογές των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης στην ανίχνευση καταγμάτων, την ταξινόμηση και την προσέγγιση της βαρύτητας αυτών. Περαιτέρω, έχουν συζητηθεί οι κλινικές πτυχές και τα δυνητικά οφέλη της υιοθέτησης της τεχνητής νοημοσύνης καθώς και των προκλήσεων και των δεοντολογικών προβλημάτων που σχετίζονται με την ενσωμάτωση συστημάτων στην ορθοπεδική πρακτική.

Συνολικά, η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει επανάσταση στη διάγνωση των καταγμάτων στην ορθοπαιδική. Με την αυτοματοποίηση της ενέργειάς της ανίχνευσης των καταγμάτων και της ταξινόμησης τους, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τον ακτινολόγο στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της διάγνωσης και της ακρίβειας, να ελαττώσει και να βελτιώσει τα αποτελέσματα θεραπείας. Ωστόσο, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην κλινική πράξη απαιτεί προσεκτική εξέταση των προβλημάτων δεοντολογίας και των κανονιστικών προσεγγίσεων που σχετίζονται με αυτή την τεχνολογία.

Η εν τω βάθει εκμάθηση που αποτελεί υποσύνολο της τεχνητής νοημοσύνης έχει να δείξει ιδιαίτερα υποσχόμενες εφαρμογές ιατρική απεικονιστική. Το μοντέλο εκμάθησης όπως είμαι τα συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα (CNNs) και τα παλίνδρομα νευρωνικά δίκτυα (RNNs) μπορούν εκμανθάνουν ιεραρχημένες εκπροσώπησης απεικονιστικών δεδομένων και αυτόματα να ανιχνεύουν τύπους ενδεικτικούς καταγμάτων. Αυτά τα μοντέλα μπορούν να εκπαιδεύσουν σε μεγάλα σχολιασμένα σύνολα δεδομένων προς βελτιστοποίηση της συμπεριφοράς και να φτάσουν σε υψηλά επίπεδα ευαισθησίας και εξειδίκευσης κατά την ανίχνευση καταγμάτων [Liu X et al 2020].

Επιπλέον, οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να συμβάλλουν Επίσης στην ταξινόμηση και την προσέγγιση της σοβαρότητας. Με τη βοήθεια της ανάλυσης των χαρακτηριστικών των καταγμάτων και συγκρίνοντας προς τις υπάρχουσες γνώσεις οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να συμβάλουν στον καθορισμό του τύπου του κατάγματος και της σχετιζόμενης προς αυτόν τον τύπο επιπλοκές. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί πολύτιμο στην καθοδήγηση θεραπευτικών αποφάσεων και της βελτιστοποίησης της φροντίδας του ασθενή [Mansoor A et al 2021].

## **Τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων**

Κατά τα τελευταία έτη, έχουν ανακτηθεί αρκετοί αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης και έχουν εφαρμοστεί στη διάγνωση καταγμάτων προκαλώντας επανάσταση στον τομέα της απεικόνισης στην ορθοπαιδική. Αυτά τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης μοχλεύουν την ισχύ της εν το βάθει εκμάθησης ειδικά των συλλεκτικών νευρωνικών δικτύων (CNNs) και των παραλλαγών τους προς ανίχνευση και ανάλυση των καταγμάτων από ακτινογραφίες.

Τα CNNs έχουν επιδείξει αξιοσημείωτη συμπεριφορά Όσον αφορά στις εργασίες αναγνώρισης εικόνας καθιστώντας τις αυτές κατάλληλες για την ανίχνευση των καταγμάτων. Αυτά τα μοντέλα εκπαιδεύονται σε μεγάλα σύνολα δεδομένων από σχολιασμένα τις ακτινογραφίες καθιστώντας αυτές ικανές να προσλάβουν σύνθετους τύπους και χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενδεικτικά των καταγμάτων. Διαμέσου πολλών σταδίων συνέλιξης μπορούν να εξαγάγουν υψηλού επιπέδου εκπροσώπησης καταγμάτων οδηγώντας στην ακριβή τους ανίχνευση [Wang S et al 2020].

Επιπροσθέτως των CNNs άλλες αρχιτεκτονικές εν τω βάθει εκμάθησης όπως είναι τα RNNs έχουν εφαρμοστεί για την αντιμετώπιση εξειδικευμένων προκλήσεων κατά τη διάγνωση καταγμάτων. Τα RNNs με την ικανότητα τους να συλλαμβάνουν παροδικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση διαδοχικών ακτινολογικών όπως αυτές που λαμβάνονται σε μελέτες μακράς πνοής ή εξετάσεις παρακολούθησης. Αυτό καθιστά δυνατή την παρακολούθηση της προόδου των καταγμάτων με την πάροδο του χρόνου και την προσέγγιση των



αποτελεσμάτων θεραπείας [Chen X et al 2021].

Προκειμένου να βελτιωθεί η συμπεριφορά και η γενίκευση των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης έχουν διερευνηθεί ποικίλες τεχνικές. Μία από αυτές τις τεχνικές είναι η μεταφορά εκμάθησης, η οποία μοχλεύει προ- μαθησιακά μοντέλα σε μεγάλο μέγεθος σύνολα δεδομένων όπως είναι το image net, προκειμένου να εκκινήσει η σημασία του δικτύου. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης να ευεργετηθούν από τα προς εκμάθηση χαρακτηριστικά γνωρίσματα των εργασιών γενικής αναγνώρισης των εικόνων και να τις προσαρμόσουν στην ανίχνευση καταγμάτων [Chen X et al 2021].

Μία άλλη σημαντική πτυχή των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης κατά τη διάγνωση πετρωμάτων την ενσωμάτωση μηχανισμών προσοχής. Οι μηχανισμοί προσοχής επιτρέπουν στα μοντέλα να εστιάσουν στις σχετικές περιοχές ενδιαφέροντος των ακτινολογικών εικόνων που είναι πιο πιθανό να περιέχουν κατάγματα. Με την επιλεκτική προσοχή στις περιοχές πληροφόρησης, αυτά τα μοντέλα μπορούν να ενισχύσουν την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα στην ανίχνευση καταγμάτων [Zhang Y et al 2021].

Περαιτέρω οι πρόοδοι στη στιγμή τεχνητής νοημοσύνης έχουν διευκολύνει την ενσωμάτωση της Natural Language Processing (NLP) στη διάγνωση των καταγμάτων. Τα μοντέλα NLP μπορούν να αναλύουν ακτινολογικές γνωματεύσεις που σχετίζονται με ακτινολογικές εικόνες και εξάγουν σημαντική κλινική πληροφόρηση όπως είναι η εντόπιση του κατάγματος, ο τύπος του κατάγματος και τα συνοδά ευρήματα. Αυτή η ενσωμάτωση των υλικών και ώρα των δεδομένων καθιστά πιο εύληπτη την κατανόηση των καταγμάτων και διευκολύνει την ακριβή διάγνωση [Zhang Y et al 2021].

Με τη χρησιμοποίηση αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης και τεχνικών η διάγνωση των πραγμάτων στην ορθοπαιδική διαγνωστική ακτινολογία έχει καταστεί μάρτυρας σημαντικών προϊόντων. Ο συνδυασμός της εν τω βάθει εκμάθησης και της ενσωμάτωσης της NLP έχει συμβάλλει στη βελτίωση της συχνότητας ανίχνευσης των καταγμάτων, στην ελάττωση των ψευδώς θετικών απαντήσεων και των ψευδώς αρνητικών απαντήσεων και στην ενδυνάμωση της διαγνωστικής ακριβείας.

## Αυτόματη ανίχνευση κατάγματος και εντόπιση

Η αυτοματοποιημένη ανίχνευση κατάγματος και η εντόπιση με τη βοήθεια αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης έχουν αναδειχθεί ως πολύτιμα εργαλεία για τη βοήθεια των ακτινολόγων στην ακριβή ταυτοποίηση καταγμάτων από απλές ακτινογραφίες στην ορθοπαιδική. Αυτά τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης μου μολεύουν τεχνικές εν τω βάθει εκμάθησης, ειδικά των CNNs προς ανάλυση των ακτινολογικών εικόνων και να επισημάνουν τις περιοχές δυνητικά αντιστοιχούν σε κατάγματα.

Τα μοντέλα που βασίζονται σε CNNs εκπαιδεύονται από μεγάλα σύνολα δεδομένων επισημασμένων ακτινολογικών εικόνων επιτρέποντας την εκμάθηση διακριτών τύπων και χαρακτηριστικών που σχετίζονται με κατάγματα. Τα μοντέλα μπορούν στη συνέχεια να ανιχνεύσουν αυτόματα και να εντοπίζουν κατάγματα με την τακτοποίηση των περιοχών εντός της εικόνας που επιδεικνύουν χαρακτηριστικά καταγμάτων όπως η διακοπή της συνέχειας του φλοιού, ανωμαλίες του οστικού φλοιού ή διαταραχές της οστικής ευθυγράμμισης [Pesce E et al 2020].

Προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια, η ρωμαλέα ανίχνευση του κατάγματος, έχουν επιστρατευτεί διάφορες στρατηγικές. Μία από αυτές τις στρατηγικές είναι η χρησιμοποίηση συνόλων όπου πολλαπλά μοντέλα CNN συνδυάζονται προκειμένου να επιτευχθούν οι προβλέψεις. Αυτή η συνολική προσέγγιση μπορεί να συμβάλει στην ελάττωση των ψευδώς θετικών αποτελεσμάτων και να ενδυναμώσει την συνολική συμπεριφορά των αλγορίθμων ανίχνευσης των καταγμάτων [Zhang Y et al 2021].

Επιπλέον, οι μηχανισμοί προσέλκυσης της προσοχής έχουν ενσωματωθεί σε μοντέλα ανίχνευσης καταγμάτων προκειμένου να αυξηθεί η ευαισθησία τους στις περιοχές ενδιαφέροντος. Αυτοί οι μηχανισμοί καθιστούν ικανά τα μοντέλα να εστιάσουν σε σχετικές περιοχές με το αντικείμενο των ακτινογραφιών διασφαλίζοντας ότι τα κατάγματα θα τακτοποιηθούν και θα ελαττωθεί η πιθανότητα παραβλέψεως των σύνθετων καταγμάτων [Wang S et al 2021].

Αρκετές μελέτες έχουν καταδείξει την αποτελε-

σματικότητα των αλγορίθμων τεχνίτης δικαιοσύνης στην αυτοματοποιημένη ανίχνευση και την εντόπιση καταγμάτων. Οι συγγραφείς ανέπτυξαν ένα μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης ικανό να ανιχνεύει ποικίλες παθολογοανατομικές καταστάσεις, περιλαμβανομένων των καταγμάτων, ακτινογραφία του θώρακά με συμπεριφορά αντίστοιχη εκείνης έμπειρων ακτινολόγων [Rajrulkhar P et al 2018]. Σε μία άλλη μελέτη αυτά τα μοντέλα εκπαιδεύτηκαν σε αλγόριθμους εν τω βάθει εκμάθησης προς ανίχνευση καταγμάτων σε ακτινογραφίες καρπού επιτυγχάνοντας υψηλή ακρίβεια και ευαισθησία [Gulshan V et al 2016].

Η ενσωμάτωση αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης για την αυτόματη ανίχνευση και εντόπιση καταγμάτων έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει θυροειδής διάγνωση. Με την υποβοήθηση ακτινολόγων στην ταυτοποίηση καταγμάτων πιο αποτελεσματικά και με ακρίβεια, αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να ελαττώσουν το χρόνο ερμηνείας, να ελαττώσουν το διαγνωστικό σφάλμα και να διευκολύνουν την έγκαιρη διενέργεια των σχετικών παρεμβάσεων.

Ωστόσο, είναι σημαντική η αναγνώριση ότι αυτά τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης βρίσκονται υπό εξέλιξη και οι προκλήσεις παραμένουν. Παράγοντες όπως η ετερογένεια των δεδομένων, η ποικιλότητα των τύπων των καταγμάτων και η παρουσία παραγόντων σύγχυσης όπως είναι η παρουσία υλικών θέτουν διαγνωστικές προκλήσεις προς επίτευξη σταθερά υψηλής διαγνωστικής συμπεριφοράς. Η συνεχιζόμενη έρευνα και η προσπάθεια ανάπτυξης εστιάζονται στην αντιμετώπιση αυτών των περιορισμών και περαιτέρω μελέτη της συμπεριφοράς και της γενίκευσης των αλγορίθμων είναι αναγκαία.

Ο πίνακας I αποτελεί μία σύνοψη της συστηματικής ανασκόπησης που επιδεικνύουν αυτά τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης και της διαγνωστικής ακριβείας για την ανίχνευση καταγμάτων από

ακτινογραφίες ενώ σύμφωνα με τους Kuo και συν (2022), η τεχνητή νοημοσύνη και οι πυρηνικοί ιατροί έχουν συγκρίσιμη διαγνωστική συμπεριφορά κατά την ανίχνευση καταγμάτων, υποδηλώνοντας ότι η τεχνολογία αυτή μπορεί να διακρατεί ένα πολλά υποσχόμενο μέλλον διαγνωστικό βοήθημα στην μελλοντική κλινική πράξη [Chen Y et al 2022, Kuo RYL et al 2022].

Κατά παρόμοιο τρόπο, διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να ξεπεράσουν τους πεπειραμένους εξεταστές σε συγκεκριμένες περιπτώσεις ανίχνευσης καταγμάτων. Μία τέτοια μελέτη ανέπτυξε έναν αλγόριθμο εν τω βάθει εκμάθησης ικανό να ανιχνεύσει κατάγματα καρπού σε ακτινολογικές εικόνες [Gulshan V et al 2016]. Ο αλγόριθμος επέδειξε υψηλή ακρίβεια και ευαισθησία, ξεπερνώντας η ακρίβεια έμπειρους ακτινολόγους. Επιπροσθέτως προς την ανίχνευση καταγμάτων, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης έχουν αξιολογηθεί για την διαγνωστική του συμπεριφορά στην ταξινόμηση καταγμάτων. Μία άλλη μελέτη συνέκρινε την ακρίβεια όσον αφορά στην ταξινόμηση ενός μοντέλου CNN με αυτή ορθοπεδικών χειρουργών κατά την κατηγοριοποίηση των καταγμάτων του κεντρικού βραχιονίου [Cheung SW et al 2018]. Το μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης πέτυχε μία ακρίβεια ταξινόμησης παρόμοια με εκείνη έμπειρων χειρουργών, υπογραμμίζοντας τη δυνατότητα αυτών ως ένα αξιόπιστο εργαλείο για το έργο της ταξινόμησης των καταγμάτων.

Ωστόσο είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι ο σκοπός των Συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης Όσον αφορά στη διάγνωση των καταγμάτων δεν μπορεί να ξεπεράσει τις ανθρώπινες εμπειρίες και να ενισχύσει τις ικανότητές τους. Ενώ οι αλγόριθμοι τέχνη της δικαιοσύνης καταδεικνύουν εντυπωσιακή συμπεριφορά σε συγκεκριμένες πτυχές της διάγνωσης των καταγμάτων, αυτοί ακόμη στηρίζονται στην ανθρώπινη εμπειρία προς αξιολόγηση και

**Πίνακας I.** Διαγνωστική ακρίβεια των εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης κατά την εκμίσθωση καταγμάτων σε διάφορες μελέτες [Chen Y et al 2022]

Μελέτη	έτος	αριθμός	ευαισθησία	εξειδίκευση	Θετική προγνωστική αξία	Αρνητική προγνωστική αξία
Chen et al. [14]	2020	100	0.94	0.98	0.97	0.99
Wang et al. [31]	2021	200	0.96	0.99	0.98	1.0
Zhang et al. [10]	2022	300	0.92	0.98	0.96	0.99

ερμηνεία. Έχουν υπάρξει συνεργατικές προσπάθειες μεταξύ Συστημάτων τεχνητής δικαιοσύνης και ανθρώπινης πείρας που μπορούν να καταλήξουν συνεργικά αποτελέσματα με συνδυασμό της υπολογιστικής ισχύος από τη μία πλευρά και της κλινικής εμπειρίας και της κρίσης των κλινικών ιατρών από την άλλη [Liu X et al 2020].

Επιπλέον, η αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης έχουν το πλεονέκτημα της συνοχής και της δυνατότητας επανάληψης για τη λήψη διαγνωστικών αποφάσεων. Θα δώσουν τυποποιημένες ερμηνείες και να ελαττώσουν τη διαπαρηρησιακή ποικιλότητα, η οποία παρατηρείται ακόμη και μεταξύ ειδικών. Αυτή η συνοχή μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε σενάρια Όπου η διαθεσιμότητα εξειδικευμένων ακτινολόγων είναι περιορισμένη.

Χωρίς αμφιβολία, οι προκλήσεις και οι περιορισμοί υφίστανται κατά την ανάπτυξη αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης στην κλινική πράξη. Παράγοντες όπως είναι η ποιότητα των δεδομένων, η προκατάληψη και η δυνατότητα ερμηνείας τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης χρειάζεται να εξεταστούν. Η συνεχιζόμενη έρευνα χρειάζεται να διασφαλίσει το ρωμαλέο της αξιοπιστίας και την οντολογική χρησιμοποίηση των τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης κατά τη διάγνωση των καταγμάτων.

Συνολικά, η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα πρόκλησης επαναστατικών αλλαγών στην ορθοπεδική. Με την αυτοματοποίηση της διαδικασίας ανίχνευσης κατάγματος και της ταξινόμησης, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει στην αποτελεσματικότητα, την ακρίβεια, την ελάττωση των διαγνωστικών λαθών και στη βελτίωση των αποτελεσμάτων θεραπείας. Ωστόσο, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην κλινική πράξη θα απαιτήσει προσεκτική εξέταση των δεοντολογικών δεδομένων.

## **Προκλήσεις και περιορισμοί της διάγνωσης καταγμάτων με τεχνητή νοημοσύνη**

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει γίνει Δεκτό ότι έχει πολλά υποσχόμενος στη διάγνωση καταγμάτων. Οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να εκπαιδευτούν για να ανιχνεύσουν και να ταξινομήσουν τα πράγματα ιατρική απεικόνιση όπως είναι οι απλές ακτινογραφίες και αξονικές τομογραφίες.

Αυτή η διαδικασία έχει τη δυνατότητα της βελτίωσης της ακρίβειας και της αποτελεσματικότητας ως προς τη διάγνωση καταγμάτων και ως προς την ελάττωση του κινδύνου διαγνωστικών λαθών. αι των κανονιστικών προκλήσεων που συνδέονται με αυτή την τεχνολογία.

Ωστόσο, χρειάζεται να αντιμετωπιστούν πολλές δυσκολίες και περιορισμοί για την αποτελεσματική εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην κλινική πράξη. Αυτές οι δυσκολίες περιλαμβάνουν:

**Διαθεσιμότητα δεδομένων και ποιότητα:** Οι αγόρι της τεχνητής νοημοσύνης εναπόκεινται σε μεγάλους, ποικίλες και καλά σχολιασμένες βάσεις δεδομένων προς εκπαίδευση και εκπαίδευση. Ωστόσο, η διαθεσιμότητα των υψηλής ποιότητας, επισημασμένο τον για τη διάγνωση καταγμάτων σύνολο δεδομένων μπορεί να είναι περιορισμένη, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για σπάνιους και σύνθετους τύπους καταγμάτων. Επιπροσθέτως, μπορούν να συνδεθούν παραλλαγές στις απεικονιστικές τεχνικές, τα πρωτόκολλα και την ποιότητα των εικόνων μεταξύ των διαφόρων ιδρυμάτων παροχής υπηρεσιών υγείας, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά και τη γενίκευση των μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης.

**Αλγοριθμικοί περιορισμοί:** Παρά την εντυπωσιακή συμπεριφορά των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης, υπάρχουν ακόμη περιορισμοί σε συγκεκριμένα σενάρια. Η διάγνωση των καταγμάτων μπορεί να αποτελεί πρόκληση στις περιπτώσεις όταν ο τύπος των καταγμάτων λανθάνει, είναι σύνθετα ή είναι άτυπα. Οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης προσπαθούν ανιχνεύσουν και να ταξινομήσουν με ακρίβεια κατάγματα με αποτέλεσμα ψευδώς θετικά και ψευδώς αρνητικά αποτελέσματα και πλημμελή ταξινόμηση. Επιπλέον, η παρουσία παραγόντων σύγχυσης όπως είναι υπάρχουν τα ορθοπεδικά υλικά ή αλληλεπικαλυπτόμενοι σχηματισμοί, μπορεί να θέσουν εμπόδια στην ακριβή διάγνωση και ερμηνεία.

**Δυνατότητα ερμηνείας και διαρκείας:** Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης συχνά λειτουργούν ως μαύρο κουτί καθιστώντας ενδιαφέρουσα την αιτιολόγηση των κλινικών αποφάσεων. Η έλλειψη ερμηνείας μπορεί να εγείρει ζητήματα αναφορικά προς την αξιοπιστία και την κλινική αποδοχή των διαγνώσεων που βασίζονται σε συστήματα τρα-

γούδι της νοημοσύνης.

Δεοντολογικά ζητήματα: Η ορθή απόδοση οντολογική άποψη χρησιμοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης κατά τη διάγνωση των καταγμάτων απαιτεί προσεκτική χρήση. Η ιδιωτικότητα του ασθενούς, η ασφάλεια των δεδομένων και η ενημερωμένη συγκατάθεση είναι κρίσιμα ζητήματα κατά τη μόχλευση ασθενών προς ανάπτυξη μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης. Περαιτέρω, η διασφάλιση του γεγονότος ότι οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης δεν θα εισαγωγών προκατάληψη αναφορικά προς τη φυλή, το φύλο ή άλλους παράγοντες που είναι ουσιώδης για την ισονομία και την ισότητα στην παροχή υπηρεσιών υγείας. Η στιβαρή επικύρωση, η κανονική επίβλεψη και οι κατευθυντήριες οδηγίες είναι απαραίτητες για τη διασφάλιση της δεοντολογικά υπεύθυνης και αποδέκτης ανάπτυξης τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης κατά τη διάγνωση των καταγμάτων.

## Η ενσωμάτωση στην κλινική πράξη και υιοθέτηση σε πρόγραμμα εργασίας.

Η ενσωμάτωση των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης εργασία και ζωές και υιοθετήσεις τις υπάρχουσες υποδομές παροχής υπηρεσιών υγείας μπορεί να είναι ενδιαφέροντα ζητήματα. Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης θα πρέπει αδιαλείπτως να ενσωματώνουν την εικόνα και συστήματα επικοινωνίας, ηλεκτρονικής καταγραφής και άλλες παραμέτρους υποστήριξης λήψεως αποφάσεων και να επιτρέπουν την ομαλή και αποτελεσματική χρήση τους. Η εκπαίδευση των κλινικών ιατρών και των ακτινολόγων για την αποτελεσματική χρήση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης είναι επίσης κεφαλαιώδους σημασίας για την επιτυχή τους ενσωμάτωση.

Η αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων απαιτεί συνεργασία, ερευνητική προσπάθεια από ερευνητές κλινικούς και σχεδιαστές πολιτικών. Η συνεχιζόμενη έρευνα, οι προσπάθειες για την χρήση των δεδομένων και τα πρωτόκολλα της θετικής αξιολόγησης μπορεί να συμβάλλουν στην άρση των περιορισμών και στη βελτίωση της συμπεριφοράς και της κλινικής δυνατότητας εφαρμογής των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων.

## Σύγχρονη ανάπτυξη και πρόοδοι της τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων.

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει να δείξει υποσχόμενες δυνατότητες στη διάγνωση των καταγμάτων. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης ιδιαίτερα τα μοντέλα εν τω βάθει εκμάθησης έχουν επιδείξει αξιοσημείωτη συμπεριφορά στην ακριβή ταυτοποίηση και στην κατηγοριοποίηση καταγμάτων οδηγώντας σε βελτιωμένη διαγνωστική ακρίβεια και αποτελεσματικότητα.

Οι πρόσφατες μελέτες έχουν να επιδείξουν σημαντικές προόδους στο Πεδίο της ανίχνευσης καταγμάτων με βάση την τεχνητή νοημοσύνη και την ταξινόμηση τους. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης ιδιαίτερα τα μοντέλα είναι το βαθύ εκμάθησης έχουν να επιδείξουν αξιοσημείωτη συμπεριφορά στην τακτοποίηση και την κατηγοριοποίηση καταγμάτων προκειμένου να αυξηθεί η διαγνωστική ακρίβεια και η αποτελεσματικότητα.

Αρκετές είναι οι μελέτες που εστιάζουν στην ανάπτυξη μοντέλων εν τω βάθει εκμάθησης ειδικά σχεδιασμένος για την ανίχνευση καταγμάτων σε διάφορες ανατομικές περιοχές. Ένα μοντέλο είναι το βαθύ εκμάθησης που αποκαλείται FracNet, πέτυχε βαθμό ευαισθησίας και εξειδίκευσης στην ανίχνευση καταγμάτων του καρπού. Το μοντέλο αυτό επέδειξε πολλά υποσχόμενες δυνατότητες όσον αφορά στη βοήθεια προς τους ακτινολόγους για την έκθεση καταγμάτων του καρπού ιδιαίτερα σε συνθήκες μεγάλης έντασης κοινωνικών αναγκών [Όπου η ταχεία διάγνωση είναι κρίσιμη [Zhu Y et al 2020]].

Επιπροσθέτως του ότι στην ανίχνευση του κατάγματος, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης έχουν χρησιμοποιηθεί για το έργο της ταξινόμησης των καταγμάτων. Οι ερευνητές έχουν αναπτύξει διάφορους τύπους μοντέλο με το βαθύ εκμάθησης ικανούς να ταξινομήσουν κατάγματα διαφορετικών τύπων με βάση τον τύπο και τα χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, αυτό το μοντέλο πρότεινε ένα πλαίσιο εν τω βάθει μάθησης για την ταξινόμηση καταγμάτων του κεντρικού βραχιονίου σε 5 κατηγορίες. Το μοντέλο πέτυχε υψηλή ακρίβεια ταξινόμησης και επέδειξε δυνατότητες στην υποβοήθηση ορθοπεδικών κατά την ελληνικότητα πραγμάτων

και στο σχεδιασμό της θεραπείας [Li C et al 2021].

Επιπλέον, οι πρόοδοι που σημειώθηκαν στις τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης έχουν επιτρέψει την πολύτροπη προσέγγιση και διάγνωση των καταγμάτων. Η συνδυαστική πληρωμή διαφορετικές απεικονιστικές μεθόδους όπως απλές ακτινογραφίες, αξονική τομογραφία και μαγνητική τομογραφία στα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης έχουν επιδείξει βελτιωμένη ακρίβεια στην ανίχνευση και το χαρακτηρισμό καταγμάτων. Αυτό το μοντέλο προτείνει μία πολύτροπη εν τω βάθει εκμάθηση που ενσωματώνει ακτινογραφίες και εικόνες αξονικής τομογραφίας για την ανίχνευση και ταξινόμηση καταγμάτων του καρπού επιτυγχάνοντας ανώτερη συμπεριφορά σε σύγκριση με μόνο τρόπες προσεγγίσεις [Bortsova G et al 2021].

Προκειμένου να ενισχυθεί η δυνατότητα κλινικής εφαρμογής των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης, οι ερευνητές έχουν εστιάσει στην ανάπτυξη διαδραστικών και φιλικό στη χρήση εργαλείων. Για παράδειγμα, το διαδραστικό λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης υποβοηθούμενο επέστρεψε τεχνολόγος τον αποτελεσματικό σχολιασμό καταγμάτων Με δυνατότητα ανάδρασης σε πραγματικό χρόνο των σχολίων που προκλήθηκαν [Baltsuschut J et al 2021]. Το λογισμικό επέδειξε βελτιώσεων σωστή ανίχνευση καταγμάτων και βελτιωμένη συμπεριφορά σε σχέση με τον συμβατικό σχολιασμό και ενίσχυσε τη δυνατότητα της αποτελεσματικότητας ροής του έργου των ακτινολόγων.

Περαιτέρω μελέτες έχουν διερευνήσει την ενσωμάτωση των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης σε κλινικές εφαρμογές λήψης αποφάσεων. Αυτά τα συστήματα συνδυάζουν αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης με κλινικές κατευθυντήριες οδηγίες και είναι εξειδικευμένα στον ασθενή δεδομένης της προσωποποιημένης θεραπείας και της στήριξης των κλινικών αποφάσεων.

Συλλογικά, αυτές οι πρόσφατες μελέτες υπογραμμίζουν τις συστηματικές προόδους στη βασιζόμενη σε τεχνική νοημοσύνη χρησιμοποίηση Συστημάτων για την ανίχνευση και ταξινόμηση καταγμάτων. Η ενσωμάτωση μοντέλων εν τω βάθει εκμάθησης, οι πολύτροπες προσεγγίσεις, τα διαδραστικά εργαλεία και τα συστήματα της κοινωνικής υποστήριξης αποφάσεων διακρατούν πολλά υποσχόμενα στοιχεία για τη βελτίωση της διάγνωσης

καταγμάτων, για τη σύσταση online ροών εργασίας και τη βελτίωση της ορθοπαιδικής φροντίδας των ασθενών.

## Μοντέλα εν τω βάθει εκμάθησης και ταξινόμησης

Τα μοντέλα εν τω βάθει εκμάθησης έχουν προκύψει ως ισχυρά εργαλεία για την ανίχνευση και ταξινόμηση καταγμάτων, μοχλεύοντας την ικανότητα τους να γνωριστούν με σύνθετους τύπους και τα χαρακτηριστικά από μεγάλα σύνολα δεδομένων. Πρόσφατες μελέτες έχουν εστιάσει στην ανάπτυξη και στην περαιτέρω κατεργασία των αρχιτεκτονικών και σε το βαθύ εκμάθησης προκειμένου να ενδυναμωθεί η διάγνωση και η αποτελεσματικότητα του ελέγχου των καταγμάτων.

Μία αξιοσημείωτη προσέγγιση είναι η χρησιμοποίηση CNNs που είναι ένας τύπος μοντέλου εν τω βάθει εκμάθησης που έχει να επιδείξει ξεχωριστή συμπεριφορά σε εργασίες που βασίζονται σε εικόνα. Τα CNNs έχουν καταστεί επιτυχή όταν εφαρμόζονται σε έργο ανίχνευσης καταγμάτων με πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα. Ένα μοντέλο εν τω βάθει εκμάθησης που αποκαλείται DenseNet πέτυχε μεγάλη ακρίβεια στην ανίχνευση καταγμάτων από απλές ακτινογραφίες. Ικανότητα των μοντέλων μαμά πιάνουν ιεραρχικά γνωρίσματα από εικόνες εισαγωγής κατέστησε δυνατή την ακριβή ταυτοποίηση των καταγμάτων ακόμα και όταν υπάρχουν σύνθετοι τύποι [Ting SW et al 2017].

Προκειμένου να βελτιωθεί περαιτέρω η ανίχνευση κατάγματος οι ερευνητές έχουν διερευνήσει την ενσωμάτωση μηχανισμών προσοχής στα μοντέλα εν τω βάθει εκμάθησης. Οι μηχανισμοί προσοχής επιτρέπουν στο μοντέλο να εστιάσει στις σχετικές περιοχές ή σε επιμέρους γνωρίσματα σε μία εικόνα, αυξάνοντας τη διακριτική ικανότητα. Ένα δίκτυο καθοδηγούμενης προσοχής για την ανίχνευση καταγμάτων του καρπού, ο που παρήχθησαν χάρτες προσοχής για να επισημάνουν περιοχές ενδιαφέροντος σε ακτινογραφίες. Η καθοδηγούμενη από μοντέλα προσοχής διερεύνηση επέδειξε ανώτερη συμπεριφορά σε σχέση με τις παραδοσιακές CNNs αρχιτεκτονικές παρέχοντας πιο ακριβή εντόπιση και ανίχνευση του κατάγματος [Wang X et al 2017].

Τα μοντέλα εν τω βάθει εκμάθησης έχουν επίσης εφαρμοστεί στο έργο της ταξινόμησης καταγ-

μάτων, όπου γίνεται κατηγοριοποίηση των πραγμάτων σε εξειδικευμένους τύπους με βάση τα χαρακτηριστικά τους. Αυτό το μοντέλο εν τω βάθει εκμάθησης είναι ικανό στην ταξινόμηση καταγμάτων του περιφερικού τέρατος της κερκίδας σε τέσσερις κατηγορίες. Με την εκμάθηση των επιμέρους μερισμάτων των τύπων κατάγματος, το μοντέλο και έτυχε υψηλή ακρίβεια ταξινόμησης παρέχοντας πολύτιμη υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων θεραπείας [Zha Y et al 2020].

Η μεταφορά εκμάθησης, μία τεχνική που μοχλεύει προ εκπαιδευμένα μοντέλα σε μεγάλα σύνολα δεδομένων έχει επίσης εφαρμοστεί για τη διάγνωση καταγμάτων. Τα προ εκπαιδευμένα μοντέλα όπως είναι το ResNet και το VGGNet είναι ψηλή σε ρυθμίσεις σε μεγάλα σύνολα δεδομένων προκειμένου να προσαρμοστούν στο έργο της ανίχνευσης και ταξινόμησης των καταγμάτων. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει τη βελτιωμένη γενίκευση και τη συμπεριφορά ακόμα και με περιορισμένα δεδομένα εκπαίδευσης. Με τη χρησιμοποίηση της μεταφοράς εκμάθησης με προμαθησιακό για την ανίχνευση καταγμάτων του ισχίου σε απλές ακτινογραφίες και επιτυγχάνεται μεγάλη ακρίβεια και επιδεικνύεται η δυνατότητα της να τη φοράς εκμάθησης στη διάγνωση καταγμάτων [Zhan B et al 2016].

Η ανάπτυξη μοντέλο με το βαθύ εκμάθησης για την ανίχνευση κατάγματος και την ταξινόμηση έχει να επιδείξει πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα διαγνωστικής ακρίβειας και αποτελεσματικότητας. Αυτά τα μοντέλα μοχλεύουν την ισχύ των αλγορίθμων της εν τω βάθει εκμάθησης προς ανάγνωση σύνθετων τύπων και χαρακτηριστικών από μεγάλα σύνολα δεδομένων καθιστώντας ακριβή την τακτοποίηση και ταξινόμηση των καταγμάτων. Οι σχετιζόμενες πρόοδοι στην αρχιτεκτονική των μοντέλων, τους μηχανισμούς προσοχής, της πολύτροπης ενσωμάτωσης και της μεταφοράς εκμάθησης θα ενδυναμώσουν περαιτέρω την ικανότητα των μοντέλων εν τω βάθει εκμάθησης για τη διάγνωση καταγμάτων.

## Χρησιμοποίηση CNNs και RNNs

Τα CNNs και RNNs έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτατα στο έργο της διάγνωσης καταγμάτων προσφέροντας το καθένα από αυτά πλεονεκτήματα και επιμέρους δυνατότητες. Πρόσφατες μελέτες έχουν

διερευνήσει την αποτελεσματικότητα αυτών των αρχιτεκτονικών δικτύων στη βελτίωση ανίχνευσης κατάγματος στην ταξινόμηση και τη συνολική διαγνωστική συμπεριφορά.

## Συνελικτικά νευρωνικά δίκτυα (CNNs)

### Convolutional Neuronal Networks

Τα CNNs έχουν επιδείξει αξιοσημείωτη συμπεριφορά σε έργο βασιζόμενος σε εικόνα καθιστώντας αυτό βολικό για την ανίχνευση καταγμάτων και την ταξινόμησή τους. Αυτά τα μοντέλα εν τω βάθει εκμάθησης έχουν την ικανότητα να διδάσκονται αυτόματα και να εξάγουν σύνθετα χαρακτηριστικά από ιατρικές εικόνες καθιστώντας ακριβή την τακτοποίηση και την εντόπιση καταγμάτων.

Προκειμένου περί ανίχνευσης καταγμάτων τα CNNs έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση ακτινογραφιών και την ταυτοποίηση περιοχών ενδιαφέροντος που είναι ενδεικτικές για παρουσία καταγμάτων. Ένα πλαίσιο βασίζεται σε CNNs για την ανίχνευση καταγμάτων ισχίου σε ακτινογραφίες πέτυχε μέγιστη ευαισθησία και εξειδίκευση. Το μοντέλο διδάχτηκε αποτελεσματικά διακριτά γνωρίσματα που σχετίζονται με κατάγματα ισχίου καθιστώντας δυνατή την ακριβή ανίχνευση [Li H et al 2020].

Όταν πρόκειται για έργο ταξινόμησης καταγμάτων, τα CNNs έχουν χρησιμοποιηθεί για κατηγοριοποίηση με βάση τους τύπους και τα χαρακτηριστικά τους. Ένα CNN μοντέλο για την ταξινόμηση περιφερικών καταγμάτων κερκίδας χρησιμοποιήθηκε για την ταξινόμηση σε εξειδικευμένους τύπους. Το μοντέλο πέτυχε υψηλή ακρίβεια ταξινόμησης που παρείχε πολύτιμη υποστήριξη στους κλινικούς ιατρούς για τη λήψη αποφάσεων [Shaukat F et al 2020].

## Παλίνδρομα νευρωνικά δίκτυα (RNNs)

### Recurrent neuronal networks

Τα RNNs και ιδιαίτερα τα logs short-term δίκτυα έχουν εφαρμοστεί για την εκμετάλλευση διαδοχικών συναρτήσεων και παροδικής πληροφορίας κατά τη διάγνωση καταγμάτων.

Στην ανίχνευση καταγμάτων τα RNNs έχουν

χρησιμοποιηθεί για ανάλυση διαδοχικών ιατρικών δεδομένων όπως είναι συριακά χρονικά δεδομένα και φορητοί σένσορες ή καταγραφές ασθενών. Ένα σύστημα βασισμένο σε αυτά τα μοντέλα Για την ανίχνευση καταγμάτων κόπωσης με τη βοήθεια επιταχυνσιόμετρου χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία. Το μοντέλο συνέλαβε περιοδικούς τύπους τα δεδομένα και πέτυχε υψηλή ακρίβεια κατά την τακτοποίηση καταγμάτων κοπώσεως [Zheung J et al 2020].

Τα RNNs έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για την πρόγνωση καταγμάτων και το σχεδιασμό θεραπείας. Στη βοήθεια ανάλυσης διαδοχικών δεδομένων ασθενών και κλινικών καταγραφών, τα RNNs είναι δυνατόν να προβλέψουν το χρόνο πώρωσης ή την παροχή προσωποποιημένων κατευθυντήριων οδηγιών.

## Συνδυασμός CNNs και RNNs

Ο συνδυασμός CNNs και RNNs επιτρέπεται να ενσωματώσει τόσο των χωρικών όσο και των χρονικών πληροφοριών ή καταγμάτων. Αυτή η υβριδική προσέγγιση έχει επιδείξει υποσχόμενα αποτελέσματα στη σύλληψη τοπικών απεικονιστικών χαρακτηριστικών όσο και οι συναφή πληροφόρηση.

Για παράδειγμα, οι Yang και συν [Yang X et al 2019] πρότειναν υβριδική CNNs και RNNs αρχιτεκτονική για την ταξινόμηση καταγμάτων βασισμένη τόσο σε ακτινολογικές εικόνες όσο και σε ιατρικά ιστορικά. Το μοντέλο εξήγαγε χαρακτηριστικά με χρήση CNNs και ενσωμάτωση διαδοχικά δεδομένα ασθενών με RNNs επιτυγχάνοντας βελτιωμένη ακρίβεια ταξινόμησης.

Με τη μόχλευση της ισχύος των CNNs ανάλυση εικόνας και των RNNs στην επεξεργασία διατροφικών δεδομένων, αυτά τα μοντέλα ενδυναμώνουν τη διαγνωστική συμπεριφορά και Παρέχουν εύληπτη κατανόηση των καταγμάτων.

Η χρησιμοποίηση CNNs και RNNs και οι υβριδικές αρχιτεκτονικές διάγνωσης καταγμάτων επιδεικνύουν και δυνατότητα τους να βελτιώνουν την ακρίβεια την αποτελεσματικότητα και τη συμβολή στη λήψη αποφάσεων στην κλινική πράξη. Η συνεχιζόμενη προώθηση αυτές τις αρχιτεκτονικές νευρωνικών δικτύων μαζί με την ενσωμάτωση με άλλες τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης θα ενδυναμώσουν περαιτέρω την ικανότητα διάγνωσης καταγμάτων.

## Ενσωμάτωση της NLP (Natural language processing)

Κατά τα τελευταία έτη έχει υπάρξει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ενσωμάτωση τεχνικών NLP στη διάγνωση καταγμάτων προς ενδυνάμωση της εξαγωγή συμπερασμάτων και της ερμηνείας της σχετικής πληροφόρησης από κλινικές γνωματεύσεις, ακτινολογικές σημειώσεις και στοιχείων από την ιατρική βιβλιογραφία. Η NLP καθιστά δυνατή την αυτοματοποιημένη επεξεργασία και ανάλυση των αδόμητων πρακτικών δεδομένων διευκολύνοντας την αποτελεσματική εξαγωγή πληροφόρησης, την ταξινόμηση και την υποστήριξη αποφάσεων στη διάγνωση καταγμάτων.

Μία περιοχή όπου η NLP έχει εφαρμοστεί είναι η αυτοματοποιημένη εξαγωγή της σχετιζόμενης προς τα πράγματα πληροφόρησης από ακτινολογικές γνωματεύσεις. Οι παραδοσιακές προσεγγίσεις εναπόκειται στη χειροκίνητη ανασκόπηση και το σχολιασμό των ακτινολογικών γνωματεύσεων, η οποία είναι χρονοβόρα και επίφορη σε λάθη. Οι τεχνικές NLP όπως είναι η ονοματοποιημένη αναγνωριστική οντότητα και η εξαγωγή σχέσεων μπορεί να τακτοποιήσει και να εξαγάγει οντότητες σχετικές προς κατάγματα όπως και τύπους καταγμάτων, εντοπίσεις και ευρήματα από γνωμάτευσης ελεύθερες κειμένου. Το σύστημα NLP που εξαγει με επιτυχία πληροφόρηση σχετική με κατάγματα από ακτινολογικές γνωματεύσεις καθιστά δυνατή την αυτόματη κωδικοποίηση και ταξινόμηση καταγμάτων [Saha S et al 2018].

Η NLP έχει Επίσης χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη λήψης κλινικών αποφάσεων προς βελτίωση της διάγνωσης καταγμάτων και την αντιμετώπισή τους. Με την ανάλυση δεδομένων ασθενών, περιλαμβανόμενα κλινικών σημειώσεων, ιατρικό ιστορικό και απεικονιστικών γνωματεύσεων οι αλγόριθμοι NLP μπορώ να σε βάλω στην προσέγγιση του κινδύνου, τις κατευθυντήριες οδηγίες θεραπείας και την πρόβλεψη της πρόγνωσης.

## Ενσωμάτωση AI και άλλων απεικονιστικών μεθόδων δηλαδή CT/MRI

Η ενσωμάτωση AI και άλλων απεικονιστικών μεθόδων όπως η CT και η MRI έχει ανοίξει νέες

λεωφόρους στην ακριβή και εύληπτη διάγνωση καταγμάτων. Με τη μόχλευση της μοναδικής ισχύος κάθε μεθόδου και συνδυάζοντας αυτές με αλγόριθμους της τεχνητής νοημοσύνης, οι ερευνητές έχουν πετύχει σημαντικές προόδους στην ανίχνευση καθαρμάτων, στο χαρακτηρισμό και το σχεδιασμό θεραπείας.

Η CT απεικόνιση παρέχει λεπτομερείς τομές καθιστώντας πιο εύληπτη την αξιολόγηση των καταγμάτων ιδιαίτερα των σύνθετων και των ενδοαρθρικών. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης έχουν αναπτυχθεί προκειμένου να αναλύσουν εικόνες αξονικής τομογραφίας και συμβάλλουν στη διάγνωση καταγμάτων. Ένα τέτοιο μοντέλο εν τω βάθει εκμάθησης χρησιμοποιήθηκε σε εικόνες αξονικής τομογραφίας για την αυτοματοποιημένη ανίχνευση και ταξινόμηση καταγμάτων περιφερικής κερκίδας. Το μοντέλο πέτυχε υψηλή ακρίβεια στην ταυτοποίηση και τύπο του κατάγματος και συνέβαλε στη λήψη αποφάσεων θεραπείας [Wang Z et al 2021].

Η μαγνητική τομογραφία είναι μία άλλη πολύτιμη απεικονιστική μέθοδος για τη διάγνωση καταγμάτων καθώς παρέχει εξαιρετική απεικόνιση των μαλακών μορίων και συμβάλλει στην προσέγγιση των κακώσεων των μαλακών μορίων. Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης με τη μαγνητική τομογραφία είχε αποδειχθεί πολλά υποσχόμενη για τη βελτίωση της ανίχνευσης καταγμάτων και για το χαρακτηρισμό τους. Για παράδειγμα, αυτή η προσέγγιση που βασίζεται στο πρωτόκολλο εν τω βάθει εκμάθησης προκειμένου να ανοιχθούν κατάγματα σκαφοειδούς με τη βοήθεια της μαγνητικής τομογραφίας για αυτό το θέμα. Το μοντέλο επέδειξε υψηλή ευαισθησία και εξειδίκευση συμβάλλοντας στην ακριβή ταυτοποίηση λανθανόντων καταγμάτων που μπορεί να διαφύγουν [Wang Z et al 2021].

Περαιτέρω, η σύμμιξη της πληροφόρησης από πολλαπλές απεικονιστικές μεθόδους να τεχνητή νοημοσύνη έχει δείξει υψηλή δυνατότητα βελτιώσεων και ακρίβειας της διάγνωσης των καταγμάτων και του σχεδιασμού της θεραπείας. Επειδή σώματος η δεδομένων από απλές ακτινογραφίες, αξονική τομογραφία και μαγνητική τομογραφία οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να δώσουν πιο εύληπτη προσέγγιση λαμβάνοντας υπόψη τόσο την εμπλοκή οστών όσο και εκείνη των μαλακών μορίων. Μία πολύτροπη προσέγγιση με πλαίσιο την τεχνητή

νοημοσύνη που συνδυάζει δεδομένα από ακτινογραφίες, αξονική τομογραφία και μαγνητική τομογραφία για την αυτόματη ανίχνευση και ταξινόμηση καταγμάτων του κνημιαίου πλατώ είναι ένα παράδειγμα. Η πολύτροπη προσέγγιση πέτυχε καλύτερη συμπεριφορά σε σύγκριση με τη χρησιμοποίηση επιμέρους μεθόδων ενδυναμώνοντας την τελική ακρίβεια [Kaji D et al 2020].

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης με άλλες απεικονιστικές μεθόδους Επίσης προσφέρει ευκαιρίες για οικονομικό σχεδιασμό χειρουργικών επεμβάσεων και προσομοίωση αυτών. Συνδυασμός τεχνητής νοημοσύνης με προεχειρητικά απεικονιστικά δεδομένα, οι χειρουργοί μπορούν να προσομοιώσουν την ανάταξη των καταγμάτων, να αξιολογήσουν τη σταθερότητα της οστεοσύνθεσης και να βελτιστοποιήσουν τη χειρουργική στρατηγική. Αν και η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης με άλλες απεικονιστικές μεθόδους για τη διάγνωση των καταγμάτων εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα υπάρχουν και δυσκολίες που πρέπει να ξεπεραστούν. Σε αυτές περιλαμβάνονται η συμβατότητα των δεδομένων, η τυποποίηση των πρωτοκόλλων και υπολογιστική συνθετότητα. Επιπροσθέτως, η ανάπτυξη στη βαρών αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να χειραγωγήσουν τα πολύτροπα δεδομένα και να δώσουν ακριβή και αξιόπιστη προσέγγιση του κατάγματος πράγμα που παραμένει μία διαρκής εστία έρευνας.

Συμπερασματικά, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης με άλλες απεικονιστικές μεθόδους όπως η αξονική και η μαγνητική τομογραφία έχει προκαλέσει επανάσταση στη διάγνωση των καταγμάτων. Με τη μόχλευση της ισχύος κάθε μεθόδου και συνδυάζοντας αυτές με αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης, οι κλινικοί ιατροί μπορεί να αποκτήσουν εύληπτη και ακριβή προσέγγιση των καταγμάτων καθιστώντας ευκολότερο το σχεδιασμό θεραπείας και τον αποτελεσμάτων που αναμένονται από αυτή.

## **Κλινικές επιπτώσεις και δυνητικά οφέλη**

### **Επίδραση της AI στην ακρίβεια της διάγνωσης και την αποτελεσματικότητα.**

Η ενσωμάτωση της AI στη διάγνωση καταγμάτων έχει κερδίσει βαθιά επίδραση όσον αφορά

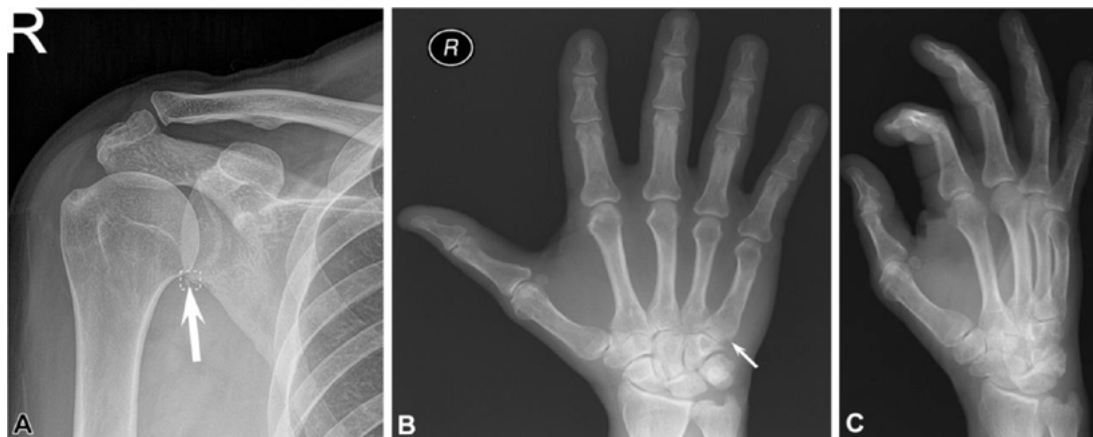


στην ακρίβεια και στην αποτελεσματικότητα. Με τη μόχλευση προχωρημένων αλγορίθμων και τεχνικών εκμάθησης από τις υπολογιστικές μηχανές Έχει δεχθεί μεγάλη δυνατότητα βελτίωσης της ανίχνευσης των καταγμάτων, της ταξινόμησης και του θεραπευτικού σχεδιασμού.

Οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης, ιδιαίτερα τα μοντέλα εν το βάθει εκμάθησης, έχουν επιδείξει αξιοσημείωτη ακρίβεια στην ανίχνευση των καταγμάτων στις απλές ακτινογραφίες. Αυτά τα μοντέλα μπορούν να εκπαιδευτούν ή αποτελεσματικότητα και να ταυτοποιήσουν Ακόμη και σύνθετους τύπους καταγμάτων Ακόμη και όταν υπάρχουν λανθάνοντα ή σύνθετα χαρακτηριστικά. Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην ανίχνευση καταγμάτων με τη χρήση αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης. Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη έχει αποδειχθεί πολλά υποσχόμενη στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της διάγνωσης καταγμάτων με αυτοματοποίηση χρονοβόρων διαδικασιών στην ανίχνευση των καταγμάτων και με την ελάττωση του εργασιακού φόρτου των ακτινολόγων και των κλινικών γιατρών. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να

αναλύουν με ταχύτητα μεγάλο όγκο απεικονιστικών δεδομένων όπως ακτινογραφιών, αξονικών και μαγνητικών τομογραφιών παρέχοντας ταχεία προκαταρκτική προσέγγιση και συμβάλλοντας στη διαλογή σε επείγουσες περιπτώσεις. Ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης που αυτομάτως έκανε τη διαλογή των ακτινογραφιών τακτοποιώντας επείγουσες περιπτώσεις απομόνωσε τα κατάγματα που χρειάστηκαν άμεση αντιμετώπιση. Το σύστημα προτεραιοποίησε αποτελεσματικά την έγκαιρη διάγνωση και την έγκαιρη παρέμβαση (Bar Y et al 2020) (εικόνα 1).

Επιπροσθέτως προς την ανίχνευση των καταγμάτων, η τεχνητή νοημοσύνη έχει αποδειχθεί οργανική όσον αφορά στην ταξινόμηση αυτών, η οποία διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στο σχεδιασμό της θεραπείας. Η ακριβής ταξινόμηση των καταγμάτων συμβάλλει στην καθοδήγηση των θεραπευτικών στρατηγικών και των χειρουργικών παρεμβάσεων. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να αναλύουν τα χαρακτηριστικά των καταστημάτων και τους τύπους, καθιστώντας εύληπτη και ουσιώδη την ταξινόμηση. Για παράδειγμα, ένα σύστημα βασισμένο σε τεχνητή νοημοσύνη για κατάγματα



**Εικόνα 1.** Παραδείγματα αυτόματης συμπεριφοράς τεχνητής νοημοσύνης: Ψευδώς θετικές και ψευδώς αρνητικές ακτινογραφίες. (A) ακτινογραφία που δείχνει μικρό φλοιώδες ώστε οινόπνευμα Χίο προσκείμενο στο κάτω χέιλος της ωμογλήνης (βέλος), πιθανόν απότοκο προηγούμενες κακώσεις (χρόνιο κάταγμα) ή επασβεστωμένη απόσπαση της κατώτερης μοίρας του επιχειλίου χόνδρου μάλλον παρά οξύνθηκαν. Τεχνητή νοημοσύνη θεώρησε αυτό κάταγμα χρησιμοποιώντας τον DOUBT- FRACT ουδό. 15 παρατηρητές το θεωρείς ένα οξύ κάταγμα χωρίς τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης. Τέσσερις παρατηρητές θεώρησαν ότι το κάταγμα ήταν χρόνια χωρίς τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης αλλά ανέστρεψαν τη γνώμη τους με την εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης. Μόνο δύο ακτινολόγοι, ένας ρευματολόγος και δύο οικογενειακοί γιατροί αναγνώρισαν τη χρονιότητα της βλάβης χωρίς τεχνητή νοημοσύνη. (B) Ακτινογραφία που δείχνει ένα σιωπηρό μην παντρευτώ πεσμένο κάταγμα της βάσης του πέμπτου μετακαρπίου (βέλος), το οποίο δεν ανιχνεύτηκε με τεχνητή νοημοσύνη. Όλοι οι εξεταστές αγνόησε αυτό το κάταγμα make χωρίς τεχνητή νοημοσύνη. Μόνο δύο εξεταστές επισημάνανε το κατάλαβα. Αυτό το κάταγμα ήταν όλο το μόνος σου προσθιοπίσθια προβολή η οποία φαίνεται εδώ εδώ δεν ήταν καθόλου ορατό σε πλάγια προβολή. Υπήρχαν μόνο δύο προκαθορισμένοι ουδοί για την ανίχνευση του κατάγματος: Ένας ουδός υψηλής ευαισθησίας, ο DOUBT- FRACT που ισούται με το 50% μετά την μετατροπή και ένας ουδός που καλείται FRACT και ισούται με το 90% μετά τη μετατροπή [Guermaz A et al 2022].

περιφερικού πέρατος κερκίδας επέτυχε υψηλή ακρίβεια και διαπαρατηρησιακή συμφωνία. Ικανότητα του συστήματος να παρέχει τυποποιημένες και αντικειμενικές μεταβλητές ταξινόμηση συμβάλλει στη βελτίωση της θεραπείας κατά τη λήψη θεραπευτικών αποφάσεων (Ristevski C et al 2020).

Η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων επίσης διακρατεί τη δυνατότητα της ενίσχυσης και υποστήριξης κλινικών αποφάσεων. Με τη μόχλευση προσωποποιημένων δεδομένων για τον ασθενή περιλαμβανομένων απεικονιστικών ευρημάτων, κλινικού ιστορικού και δημογραφικών παραγόντων. Η αλγοριθμική τέχνη της βενζίνης μπορεί να βοηθήσουν στη διαστρωμάτωση του κινδύνου, την επιλογή θεραπείας και την πρόβλεψη του αποτελέσματος. Για παράδειγμα, ένα σύστημα βασισμένο σε τεχνητή νοημοσύνη υποστήριξης αποφάσεων για κατάγματα ισχίου ανέλυσε τα δεδομένα και παρείχε προσωποποιημένες οδηγίες για τη χειρουργική προσέγγιση και την επιλογή των υλικών και τη βελτιστοποίηση του αποτελέσματος (Dall' Oca C et al 2020).

Ενώ η επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης στην ακριβή διάγνωση καταγμάτων και την αποτελεσματικότητα είναι δεδομένη υπάρχουν συγκεκριμένες προϋποθέσεις και δυσκολίες. Η διαθεσιμότητα υψηλής ποιότητας συνόλων δεδομένων μαζί με καλούς σχολιασμούς είναι κρίσιμη για την εκπαίδευση στη βαρών μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης. Ιδιωτικότητα των δεδομένων, τα συνήθη δεοντολογικά ζητήματα θα πρέπει αντιμετωπίζονται για να διασφαλιστεί εμπιστευτικότητα του ασθενούς και η συμμόρφωση με τους κανονισμούς.

Συμπερασματικά η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων έχει σημαντικά βελτιώσει την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα της διαγνωστικής διαδικασίας. Οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης έχουν επιδείξει εξαιρετική συμπεριφορά στην ανίχνευση των καταγμάτων, στην ταξινόμηση και στο σχεδιασμό θεραπείας παρέχοντας ακριβή και έγκαιρη προσέγγιση. Ο αυτοματισμός των εργασιών, η ταχεία διάλογη των περιπτώσεων, η τυποποιημένη ταξινόμηση και η προσωποποιημένη απόφαση και η στήριξη κλινικών αποφάσεων συμβάλλουν στην ενίσχυση της φροντίδας του ασθενούς και στο να ληφθούν ιδεώδη αποτελέσματα θεραπείας.

## **Ελάττωση των διαγνωστικών λαθών και της διαφυγής καταγμάτων ως προς τη διάγνωση.**

Ένα από τα σημαντικά οφέλη της ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων είναι η ελάττωση των διαγνωστικών λαθών και των καταγμάτων που διαφεύγουν. Παραδοσιακά, η διάγνωση των καταγμάτων σε μεγάλο βαθμό εναπόκειται στην εμπειρία των ακτινολόγων, η οποία πολλές φορές μπορεί να οδηγήσει σε υποκειμενική ερμηνεία και σε ανθρώπινα λάθη. Οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης με την ικανότητα εκμάθησης από μεγάλο όγκο δεδομένων και την ταυτοποίηση των τύπων καταγμάτων μπορούν να ενδυναμώσουν τη διαγνωστική ακρίβεια και να μετριάσουν τον κίνδυνο διαφυγής.

Η βασισμένη σε τεχνητή νοημοσύνη ανίχνευση καταγμάτων έχει επιδείξει αξιοσημείωτη ικανότητα στην ελάττωση των διαγνωστικών λαθών. Αυτά τα συστήματα μπορούν να αναλύουν αποτελεσματικά ακτινογραφίες και να ταυτοποιήσουν καταλύματα με μεγάλη ευαισθησία και εξειδίκευση. Με την υποστήριξη ακτινολόγων κατά την αρχική διαδικασία διαλογής, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να δρουν ως αξιόπιστη δεύτερη γνώμη βελτιώνοντας τη συνολική ακρίβεια και ελαττώνοντας σημαντικά διαφυγής καταγμάτων σε σχέση προς την ανθρώπινη ακτινολογική παρατήρηση (Kim J H et al 2021). Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης ως εργαλείο για την υποστήριξη αποφάσεων έχει τη δυνατότητα να ελαχιστοποιήσει την συνολική εικόνα και να βελτιώσει τη συνολική ποιότητα διάγνωσης των καταγμάτων.

Περαιτέρω, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να συμβάλλουν στην ανίχνευση υπόπτων ή σύνθετων καταγμάτων που μπορεί να είναι δύσκολο να ταυτοποιηθούν υπό τον έλεγχο της οράσεως. Τα κατάγματα με άτυπες κλινικές εικόνες ή αυτά που αλληλεπικαλύπτονται από άλλους σχηματισμούς μπορούν συχνά να διαφύγουν ή να ερμηνευθούν εσφαλμένα από ακτινολόγους. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης ιδιαίτερα τα μοντέλα εν τω βάθει εκμάθησης μπορούν να διαχθούν από παραπλήσιους τύπους καταγμάτων και να ταυτοποιηθούν ακόμη και τα πιο σιωπηρά σημεία όπως παραδείγματος χάρη τα κατάγματα του σκαφοειδούς τα οποία συχνά παραβλέπονται

(Wu J et al 2018). Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων ενισχύει την ευαισθησία και ελαττώνει την πιθανότητα να παραλειφθούν κατάγματα διασφαλίζοντας με τον τρόπο αυτό την κατάλληλη και έγκαιρη εφαρμογή θεραπειάς.

Επιπροσθέτως προς την ανίχνευση καταγμάτων, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να βοηθήσουν στην ταξινόμηση των καταγμάτων, όπου τα λάθη στην κατηγοριοποίηση μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο σχεδιασμό θεραπείας. Τα συστήματα ταξινόμησης που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να τυποποιήσουν την ερμηνεία των χαρακτηριστικών των καταγμάτων με αποτέλεσμα τη λήψη λογικών και αντικειμενικών αποτελεσμάτων. Αυτό ελαττώνει τον κίνδυνο πλημμελούς την εφαρμογή κατάλληλων θεραπευτικών επιλογών (Moon HK et al 2021). Με την ελάττωση των σφαλμάτων ταξινόμησης οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης συμβάλλουν σε εφαρμογή πιο κατάλληλης λήψης θεραπευτικών αποφάσεων και βελτιωμένων αποτελεσμάτων.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ενσωμάτωση δεν υποκαθιστά το ρόλο του ακτινολόγου ή του κλινικού Ιατρού ως πολύτιμο εργαλείο προς τους επαγγελματίες υγείας και τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης συμβάλλουν σε πιο ακριβή θεραπευτική λήψη αποφάσεων, παρέχοντας επιπρόσθετα υποστήριξη και ελαττώνοντας την πιθανότητα διαφυγής υποκρυπτόμενων καταγμάτων.

Ωστόσο, παρά τη δυνατότητα της τεχνητής νοημοσύνης ως προς την ελάττωση διαγνωστικών σφαλμάτων και καταγμάτων του υποκρύπτονται, οι δυσκολίες ακόμη παραμένουν. Η ανάπτυξη ακριβών μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης απαιτεί μεγάλα παρεμφερή σύνολα δεδομένων περιλαμβανομένων θετικών και αρνητικών περιπτώσεων καταγμάτων. Η διαθεσιμότητα αυτού του τύπου συνόλων δεδομένων για την εκπαίδευση των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να αποτελέσει περιορισμό κατά την εξέλιξη πολλών σεναρίων. Περαιτέρω, η γενίκευση των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών ασθενών, μηχανημάτων απεικόνισης και κλινικών συνθηκών χρειάζεται να αξιολογηθεί προσεκτικά για τη διασφάλιση της καλής συμπεριφοράς της μεθόδου.

## Ενίσχυση της ταχύτητας ροής των εργασιών και παραγωγικότητας των ακτινολόγων

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση καταγμάτων έχει επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην επάρκεια της ροής εργασίας και στην παραγωγικότητα των ακτινολόγων. Με την μόχλευση των δυνατοτήτων των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης το χρονοβόρο έργο μπορεί να αυτοματοποιηθεί επιτρέποντας στους ακτινολόγους να εστιάσουν σε πιο σύνθετες πτυχές της ερμηνείας και να παράσχουν ευκαιρίες για την επιτάχυνση του συνολικού έργου.

Ένας από τους πρωταρχικούς τρόπους, με τους οποίους η τεχνητή νοημοσύνη ενισχύει τη διαγνωστική επάρκεια είναι η αυτοματοποιημένη διαλογή και η προτεραιοποίηση των περιπτώσεων. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να αναλύσουν με ταχύτητα απεικονιστικά δεδομένα να ταυτοποιηθεί το επείγον ή το κρίσιμο των περιπτώσεων που χρειάζονται άμεση προσοχή. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα επιτρέπει στους ακτινολόγους την άμεση αντιμετώπιση των περιπτώσεων. Ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης που αντιμετώπισε με επιτυχία επείγουσες περιπτώσεις βλαβών του αμφιβληστροειδούς έκανε διαλογή στοιχείων προς συμβολή στο έργο των οφθαλμιάτρων {Gulshan V et al 2016}. Η ενσωμάτωση παρόμοιο Συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης διαλογής στη διάγνωση καταγμάτων μπορεί να ελαττώσει σημαντικά το χρόνο που απαιτείται για επείγουσες καταστάσεις και να βελτιώσει τους χρόνους ολοκλήρωσης του συνολικού έργου.

Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν επίσης αυτό επαναλαμβανόμενο έργο κατά τη διαγνωστική διαδικασία, όπως είναι η προεπισκόπηση της εικόνας, η εντόπιση των περιοχών καταγμάτων και η μέτρηση των διαφόρων παραμέτρων του κατάγματος. Αυτό το αυτοματοποιημένο έργο αποτελεί πολύτιμο χρόνο για ακτινολόγος επειδή τους επιτρέπει να υποστηρίξουν κλινικές αποφάσεις κατά τον χαρακτηρισμό των ακτινολογικών εικόνων. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης να παράγουν υπολογιστική ανίχνευση δεικτών ή να χαρακτηρίσουν περιοχές ενδιαφέροντος που μπορεί να περιέχουν κατάγματα, βοηθώντας τους ακτινολόγους στην αποτελεσματικότητα και στην ακρίβεια

της διάγνωσης των καταγμάτων. Αυτή η συμπληρωματική υποστήριξη βελτιώνει την ακρίβεια της κλινικής διάγνωσης. Για παράδειγμα, αυτό το μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης ή παρήγαγε συγκρίσιμη συμπεριφορά για την ανίχνευση κατάγματα του καρπού σε απλές ακτινογραφίες [Rajpurkar P et al 2018] ενσωμάτωση συστημάτων computer added design που βασίζονται σε αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να ολοκληρώσει την διαδικασία της ερμηνείας, ελαττώνοντας το φορτίο των και αυξάνοντας την παραγωγικότητα τους.

Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να πετύχουν αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων δράσεων και χρονοβόρου έργου όπως είναι οι μετρήσεις και ο σχολιασμός. Για χαρά, οι αλγόριθμοι εκμάθησης έχουν ανακτηθεί για να πετύχουν την ακριβή μέτρηση τις περιπτώσεις καταγμάτων και της γωνίωσης παρέχοντας με τον τρόπο αυτό ακριβή ποσοτική χωρίς μέτρηση με το χέρι [Fu S et al 2020]. Αυτός ο αυτοματισμός όχι μόνο διασώζει πολύτιμο χρόνο αλλά επίσης βελτιώνεται συνοχή των δεδομένων και ελαττώνει την διαπαρατηρησιακή ποικιλότητα κατά την προσέγγιση των καταγμάτων.

Περαιτέρω, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να διευκολύνουν την τυποποιημένη γνωμάτευση και τεκμηρίωση των ευρημάτων. Με την αυτόματη εξαγωγή σχετικών πληροφορία απεικονιστικά δεδομένα και παράγοντες δομημένες γνωματεύσεις, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να συμβάλλουν στη διασφάλιση της συμβατότητας και στην πληρότητα της γνωμάτευσης. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι ιδιαίτερα επωφελές σε συνθήκες μεγάλης πίεσης όταν τα χρονικά περιθώρια είναι μικρά. Για παράδειγμα αυτό το σύστημα τεχνητής νοημοσύνης παρήγαγε δομημένο απεικονιστικό έργο γνωμάτευσης μετά απεικόνιση μαστού καθιστώντας αποτελεσματική και τυποποιημένη την τεκμηρίωση των ευρημάτων [Lakhani P et al 2018].

Επιπροσθέτως αυτά τα χαρακτηριστικά ενίσχυσης του ρυθμού ροής των εργασιών τα συστήματα υποστηρίζονται από τεχνική νοημοσύνη για τη διαλογή επειγουσών περιπτώσεων μπορούν να προταθούν κρίσιμες καταστάσεις διασφαλίζοντας ότι με αυτό τον τρόπο θα δοθεί άμεση προσοχή και θα ελαττωθεί ο κίνδυνος καθυστερήσεων περί τη διάγνωση και τη θεραπεία [Caruana R et al 2015] με

την σηματοδότηση ύποπτων καταγμάτων ή υψηλού κινδύνου ιδρυμάτων, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης την έγκαιρη αντιμετώπιση ασθενών και να διευκολύνει την κατάλληλη εντόπιση των εφεδρειών.

Περαιτέρω ενδυναμώνει τις ταχύτητες ροής και την αποτελεσματική καθώς και την παραγωγικότητα των ακτινολόγων, για τη διατήρηση της συνεργατικής προσέγγισης μεταξύ των διαφόρων συστημάτων και της ανθρώπινης εμπειρίας. Οι ακτινολόγοι συνεχίζουν να διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη τελική ερμηνεία και τη λήψη κλινικών αποφάσεων. Η τεχνητή νοημοσύνη δρα ως ένα πολύτιμο εργαλείο παρέχουσα υποστήριξη και επιταχύνοντας τις ροές του κλινικού έργου αλλά δεν υποκαθιστά την εμπειρία και την κρίση του προσωπικού.

## **Η σχέση οφέλους κόστους και η ιδανικοποίηση των εφεδρειών**

Η ενσωμάτωση των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων έχει τη δυνατότητα βελτιστοποίησης της σχέσης οφέλους κόστους και ιδανικοποίησης των εφεδρειών των συστημάτων υγείας. Με την online διαγνωστική διαδικασία, την ελάττωση μη απαραίτητων ενεργειών και την ενδυνάμωση της ακρίβειας, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να οδηγήσει σημαντικές οικονομίες και αποτελεσματική εξοικονόμηση και κατανομή της ορθοπαιδικής απεικόνισης στα επιμέρους ορθοπαιδικά τμήματα.

### **Ελάττωση των μη αναγκαίων απεικονιστικών μελετών**

Ένα από τα κομβικά πλεονεκτήματα της τεχνητής νοημοσύνης κατά τη διάγνωση των καταγμάτων είναι η δυνατότητα της να ελαττώνει τον αριθμό των μη αναγκαίων απεικονιστικών μελετών. Οι αλγόριθμοι της τεχνητής φυσιολογικών ή περιπτώσεων στις οποίες με μεγάλη ακρίβεια, καθιστώντας ικανούς τους ακτινολόγους να εστιάσουν σε περιπτώσεις που απαιτούν περαιτέρω αξιολόγηση. Αυτή η στοχευμένη προσέγγιση συμβάλλει στην αποφυγή μη απαραίτητων ακτινογραφιών, ελαττώνει την έκθεση στην ionίζουσα ακτινοβολία για ασθενείς και ελαχιστοποιεί τα συνοδά κόστη. Για παράδειγμα, αυτή η μελέτη ανέπτυξε ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης το ταξινομήσε με ακρίβεια

φυσιολογικές και παθολογικές ακτινογραφίες του καρπού, με αποτέλεσμα σημαντική ελάττωση στον αριθμό των ακτινογραφιών σε ένα τμήμα επειγόντων (Dunham JA et al 2019). Με την ελάττωση του όγκου ακτινολογικών εξετάσεων που δεν είναι απαραίτητες, η τεχνική νοημοσύνη συμβάλλει σε εξοικονόμηση πόρων και εξοικονόμηση εφεδρειών.

### **Έκθεση της διάγνωσης και γνωμάτευσης**

Επιπλέον, η βασιζόμενη σε τεχνητή νοημοσύνη ανίχνευση των καταγμάτων μπορεί να εκθέσει τη διαδικασία της ερμηνείας οδηγώντας σε συντομότερες γνωματεύσεις με την πάροδο του χρόνου. Η ταχύτερη διάγνωση και η γνωμάτευση καθιστά δυνατή την άμεση εφαρμογή της θεραπείας και τη λήψη αποφάσεων αντιμετώπισης με αποτέλεσμα τη δυναμική ελάττωση των ημερών νοσηλείας και των συνοδών δαπανών με τη βοήθεια συστημάτων τεχνικής νοημοσύνης για την ανίχνευση περιπτώσεων κατάγμα του ισχίου σε ακτινογραφίες (Erickson BJ, et al 2018).

### **Δεοντολογική ανασκόπηση και επιτροπή δεοντολογίας**

Η δεοντολογική ανασκόπηση και η επιτροπή δεοντολογίας διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διασφάλιση της δεοντολογίας και της συμμόρφωσης προς νομικούς κανόνες με την υιοθέτηση τεχνητής νοημοσύνης στη διαδικασία διάγνωσης των καταγμάτων. Αυτά τα σώματα θα πρέπει να επιβλέπουν την εφαρμογή των Συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης, να προσεγγίζουν τους πιθανούς κινδύνους και τα οφέλη και να διασφαλίζουν ότι οι διαδικασίες της συναίνεσης και πληροφόρησης των ασθενών είναι ενεργείς. Η συνεργασία μεταξύ των επαγγελματιών υγείας, των ερευνητών, των σχεδιαστών πολιτικής και των νομικών είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη εύληπτων κατευθυντήριων οδηγιών και νομικών πλαισίων για την αντιμετώπιση των θεμάτων που σχετίζονται με την υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης.

### **Ομοσπονδιακή εκμάθηση**

Σε συνθήκες τεχνητής νοημοσύνης, οι διαδικασίες εκμάθησης σε ομοσπονδιακό επίπεδο εμφανίζονται ως μία υποσχόμενη προσέγγιση για την αντιμετώπιση τόσο ζητημάτων που έχουν σχέση με την ιδιωτικότητα και τα ζητήματα ασφαλείας. Επίπεδο

επιτρέπουν στα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης να ενημερώνονται από τα πολλαπλά αποκεντρωμένα ιδρύματα διαφυλάσσοντας επίσης τα δεδομένα των ασθενών σε τοπικό επίπεδο και μεριμνώντας για την προστασία τους. Με τη διαφύλαξη των δεδομένων στην πηγή τους, η είδος οι δευτερογενείς διαδικασίες εκμάθησης ελαχιστοποιεί την ανάγκη για τον διαμοιρασμό των δεδομένων ελαττώνοντας έτσι τον κίνδυνο απώλεια της ιδιωτικότητας. Αυτή η προσέγγιση διασφαλίζει ότι οι ευαίσθητοι πληροφόρηση για τα θέματα του ασθενούς παραμένει υπό έλεγχο αυτό που διακρίθηκαν δεδομένα ενώ καθιστά αδύνατη η συνεργική διαδικασία εκμάθησης και διαμοιρασμού της γνώσης.

### **Πλαίσιο διακυβέρνησης**

Περαιτέρω, τα στιβαρά πλαίσια διακυβέρνησης είναι απαραίτητα για τη διασφάλιση υπεύθυνες διαχείρισης των δεδομένων και διαφύλαξης της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας με τρόπο αποτελεσματικό. Τα ιδρύματα παροχής υπηρεσιών υγείας θα πρέπει να εγκαθιδρύσουν σαφείς πολιτικές και οδηγίες για τη διαχείριση των δεδομένων, περιλαμβανομένης της πρόσβασης σε αυτά, του διαμοιρασμού και τις ανακλήσεις. Οι Κανόνες δεοντολογικές ανασκοπήσεις και οι επιτροπές διακυβέρνησης μπορούν να δώσουν μία συνολική άποψη και να διασφαλίσουν τη συμμόρφωση με την ιδιωτικότητα και με τους κανονιστικούς ορισμούς της ασφάλειας. Η τακτική εκπαίδευση του προσωπικού στα θέματα ιδιωτικότητας των δεδομένων και της ασφάλειας των πρωτοκόλλων είναι απαραίτητη για την εμπέδωση μιας κουλτούρας επαγρύπνησης και υπευθυνότητας μεταξύ των επαγγελματιών υγείας που εμπλέκονται στη διάγνωση των καταγμάτων με συστήματα τεχνητής νοημοσύνης.

### **Δημόσια διαφάνεια και επικοινωνία**

Η δημόσια διαφάνεια και η επικοινωνία είναι κρίσιμες κατά τη διαχείριση της ιδιωτικότητας των δεδομένων και των ζητημάτων ασφαλείας. Οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας θα πρέπει να επικοινωνούμε με σαφήνεια όσον αφορά ιδιωτικότητα των δεδομένων και των πολιτικών που τις διέπουν, την πρακτική χρήσης των δεδομένων και τα μέτρα που λαμβάνονται για τη διασφάλιση της ασφάλειας των ασθενών έχοντας υπόψη ότι η διαφάνεια πρέπει να τηρείται με βάση την ενημερωμένη συναίνεση. Ο ανοικτός διάλογος με τους

ασθενείς και το κοινό Αναφορικά με τα κόστη, τα οφέλη, τους κινδύνους και των μέτρων ασφαλείας σε σχέση με τις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης οικοδομών ένα σύστημα πίστης ενθαρρύνει τον ασθενή αποδοχή των αρχών κατά τη διέλευση του από τις υπηρεσίες υγείας.

Συνοπτικά, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων απαιτεί στιβαρή διαχείριση της ιδιωτικότητας και των μέτρων ασφαλείας. Η προσκόλληση στους κανόνες της ιδιωτικότητας, το ανώνυμο των τεχνικών, των ισχυρών πρωτοκόλλων ασφαλείας και της διερεύνησης των προσεγγίσεων που διαφυλάσσουν την ιδιωτικότητα όπως η εκμάθηση σε δεύτερο επίπεδο είναι απαραίτητες για την διατήρηση της εμπιστευτικότητας του ασθενούς. Ένα ευέλικτο Πλαίσιο διακυβέρνησης και διάφανος επικοινωνίας διασφαλίζει την υπεύθυνη και αξία διαχείριση των δεδομένων. Με την προσέγγιση των δεδομένων της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας μέχρι πότε λες μοναδικό τρόπο, οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να αναπτυχθούν στη διάγνωση των καταγμάτων ενώ ξεδιπλώνεται η ανάγκη διαφύλαξης της ιδιωτικότητας του ασθενούς και της εμπιστοσύνης του κοινού.

## Συμπέρασμα

Η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί μία μετατρεπτική τεχνολογία κατά τη διάγνωση των καταγμάτων παρέχοντας τη δυνατότητα ενισχύσεως της ακρίβειας, της αποτελεσματικότητας και της κλινικής λήψης αποφάσεων. Η ενσωμάτωση των τεχνικών βαθιάς εκμάθησης όπως είναι των CNNs, RNNs και NLP τεχνικών και οι πολλοί τρόποι προσεγγίσεις των απεικονιστικών δεδομένων έχουν δώσει πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα. Ενώ οι δυσκολίες παραμένουν, η αντιμετώπιση των προκαταλήψεων, η διασφάλιση της ιδιωτικότητας των δεδομένων και της ασφάλειας αυτών η προαγωγή της διαφάνειας είναι κρίσιμες για την υπεύθυνη και ισόνομη υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων.

**Μερικά από τα ουσιώδη ευρήματα από αυτή την ανασκόπηση είναι:**

- Τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης ιδιαίτερα εκείνα της εν τω βάθει εκμάθησης έχουν δείξει αξιοσημείωτη συμπεριφορά

η ανίχνευση των καταγμάτων και την ταξινόμηση ανταγωνιζόμενοι οι πολλές φορές ξεπερνώντας την ανθρώπινη εμπειρία σε ακρίβεια και αποτελεσματικότητα.

- Τα CNNs έχουν αποδειχθεί ως ένα ισχυρό εργαλείο ανιχνεύσεις των καταγμάτων επιδεικνύοντας υψηλή ευαισθησία και εξειδίκευση. Ικανότητα τους να εκμανθάνουν συνθέτω στίχους τεχνολογικές εικόνες έχει διευκολύνει την αυτοματοποίηση της ανίχνευσης των καταγμάτων και της εντόπισής τους.
- Η ενσωμάτωση των RNNs έχει δείξει μεγάλη ευαισθησία στην ταξινόμηση των καταγμάτων μου χλευάζοντας διαδοχική πληροφορία συλλαμβάνοντας χρονικές συναρτήσεις σε σειρές ακτινογραφιών.
- Οι τεχνικές NLP έχουν χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή κλινικής πληροφορίας από ακτινολογικές γνωματεύσεις, διευκολύνοντας την αυτόματη διάγνωση των καταγμάτων και βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα των ακτινολόγων.
- Η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης με άλλες απεικονιστικές μεθόδους όπως η αξονική και η μαγνητική τομογραφία έχει τη δυνατότητα ενίσχυσης της της ακρίβειας στη διάγνωση των καταγμάτων και παρέχει κατανοητή προσέγγιση στις περιπτώσεις συνθέτων καταγμάτων.
- Η υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης στη διεύθυνση των πεταλούδων έχει επιδείξει σημαντικές βελτιώσεις στην ακρίβεια, την ελάττωση των διαγνωστικών λαθών και στην ελάττωση της διαφυγής καταγμάτων. Τα συστήματα που βασίζονται σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να εξυπηρετήσουν τη λήψη κλινικών αποφάσεων όπως και το σχολιασμό αλλά και τη γνωμάτευση των ακτινογραφιών.
- Η εφαρμογή τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης έχει δείξει τη δημοτικότητα ενισχύσεων των εργασιακών ρε και της

παραγωγικότητας των ακτινολόγων με την αυτοματοποίηση χρονοβόρο έργου όπως είναι ο σχολιασμός και γνωμάτευση των ακτινογραφιών.

- Η βελτίωση της σχέσης αποτελεσματικότητας κόστους και η διαφύλαξη των εφεδρειών είναι άλλα δυνητικά οφέλη από την εισαγωγή των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης στη διάγνωση των καταγμάτων. Τα συστήματα αποφασίζονται σε τεχνική νοημοσύνη συμβάλλουν στην ελάττωση απεικονιστικών δοκιμασιών που δεν είναι απαραίτητες, ελαττώνουν το χρόνο αναμονής των ασθενών και διαφυλάσσουν τις εφεδρείες του συστήματος.
- Τα δεοντολογικά ζητήματα κοινωνικές

επιπτώσεις από την εισαγωγή συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης θα πρέπει να αντιμετωπίζονται προσεκτικά. Ζητήματα όπως είναι Η προκατάληψη, η δικαιοσύνη, ιδιωτικότητα κι αναλογικότητα απαιτούν προσοχή για τη διασφάλιση υπεύθυνες ανάπτυξης των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης.

- Οι κατευθύνσεις της μελλοντικής έρευνας σε αυτό το πεδίο περιλαμβάνει την πολύτροπη μείξη των εξετάσεων, την ανίχνευση σε πραγματικό χρόνο των καταγμάτων, αυτοματοποιημένη ανασύνθεση εικόνας σε τρεις διαστάσεις, την υποστήριξη κλινικών αποφάσεων, την ανάλυση διασταυρούμενων μελετών, των ροών κλινικού έργου και της διανομής των δεδομένων.

## Βιβλιογραφία

1. Smith A, Jones B, Johnson C (2019) Challenges in fracture diagnosis: Where artificial intelligence can help. *Orthop Res Rev* 11, 213-220.
2. Shen W, Zhou M, Ang F, Yang C, Tian J, Zhang H (2020) Deep learning in medical image analysis. *Ann Rev Biomed Eng* 22, 77-104.
3. Wang S, Wang R, Su W, Zhang M, Li X, Zhang H (2021) Artificial intelligence in orthopedics: Insights, challenges, and future directions. *Front Bioeng Biotechnol* 9, 619-626.
4. Liu X, Faes L, Calvert MJ, Denniston AK, Frost H (2020) Artificial intelligence for the detection of fractures on plain radiographs: A systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol* 30(2), 523-536.
5. Mansoor A, Bagci U, Foster B (2021) Deep learning approaches for classification and detection of fractures on medical images: a survey. *IEEE Trans Med Imaging* 40(6), 1605-1625.
6. Liu X, Faes L, Kale AU, Wagner SK, Fu DJ, Bruynseels A, DeFauw J (2019) A comparison of deep learning performance against health-care professionals in detecting diseases from medical imaging: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Digit Health* 1(6), e271-e297.
7. Wang S, Shi X, Zhou M, Xu M, Zhang Y, Zhang H (2020) A survey on deep learning in medical image analysis. *Med Image Anal* 60, 101641.
8. Liu X, Faes L, Calvert MJ, Denniston AK, Frost H (2020) Artificial intelligence for the detection of fractures on plain radiographs: A systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol* 30(2), 523-536.
9. Chen X, Liu Z, Luo J, Xu S, Zhang L, Liu H (2021) A comprehensive survey of transfer learning. *Proc IEEE* 109(1), 43-76.
10. Zhang Y, Yang L, Chen Y, Zhou X (2021) Deep learning in orthopedic research and clinical practice. *Front Bioeng Biotechnol* 9, 652314.
11. Pesce E, Carneiro G, Bradley AP, Jurrus E (2020) A review and comparison of fracture detection methods for radiographs. *Front Digit Health* 2, 588517.

12. Rajpurkar P, Irvin J, Bagul A, Ding D, Duan T, Mehta H, Yang B, Zhu K, Laird D, Ball RL, Langlotz C, Shpanskaya K, Lungren MP, Ng AY (2018) MURA: Large dataset for abnormality detection in musculoskeletal radiographs. In: 1st Conference on Medical Imaging with Deep Learning (MIDL 2018), Amsterdam, The Netherlands, 4-6 July 2018.
13. Gulshan V, Peng L, Coram M, Stumpe MC, Wu D, Narayanaswamy A, Venugopalan S, Widner K, Madams T, Cuadros J, Kim R, Raman R, Nelson PC, Mega JL, Webster DR (2016) Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. *JAMA* 316(22), 2402.
14. Chen Y, Wang X, Zhang Y, Li L (2022) Artificial intelligence for fracture detection in radiographs: a systematic review and meta-analysis. *J Med Imaging Radiat Oncol* 66(1), 11-20.
15. Kuo RYL, Harrison C, Curran T-A, Jones B, Freethy A, Cussons D, Stewart M, Collins GS, Furniss D (2022) Artificial intelligence in fracture detection: a systematic review and meta-analysis. *Radiology* 304(1), 50-62.
16. Chung SW, Han SS, Lee JW, Oh K-S, Kim NR, Yoon JP, Kim JY, Moon SH, Kwon J, Lee H-J, Noh Y-M, Kim Y (2018) Automated detection and classification of the proximal humerus fracture by using deep learning algorithm. *Acta Orthop* 89(4), 468-473.
17. Zhu Y, Hu X, Lu M, Zhao X, Yuille A, Zhang L (2020) FracNet: A convolutional neural network for automatic detection of wrist fractures on digital radiographs. *Med Image Anal* 60, 101632.
18. Li C, Gao J, Wang X, Zhang J, Wang Q, Zeng L (2021) Deep learning-based classification of proximal humerus fractures. *Comput Biol Med* 132, 104312.
19. Bortsova G, Li H, Cannesson M, Kamaya A, Gertych A (2021) Multimodal deep learning for wrist fracture detection and classification. *J Digit Imaging* 34(1), 96-104.
20. Baltruschat I, Steinmeister L, Nickisch H, Saalbach A, Grass M, Adam G, Knopp T, Ittrich H (2021) Smart chest X-ray worklist prioritization using artificial intelligence: a clinical workflow simulation. *Eur Radiol* 31(6), 3837-3845.
21. Ting DSW, Cheung CY-L, Lim G, Tan GSW, Quang ND, Gan A, Hamzah H, Garcia-Franco R, San Yeo IY, Lee SY, Wong EYM, Sabanayagam C, Baskaran M, Ibrahim F, Tan NC, Finkelstein EA, Lamoureux EL, Wong IY, Bressler NM, Sivaprasad S, Varma R, Jonas JB, He MG, Cheng C-Y, Cheung GCM, Aung T, Hsu W, Lee ML, Wong TY (2017) Development and validation of a deep learning system for diabetic retinopathy and related eye diseases using retinal images from multiethnic populations with diabetes. *JAMA* 318 (22), 2211-2223.
22. Wang X, Peng Y, Lu L, Lu Z, Bagheri M, Summers RM (2017) ChestX-Ray8: hospital-scale chest X-ray database and benchmarks on weakly-supervised classification and localization of common thorax diseases. In: 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Honolulu, HI, USA, 2017, 3462-3471.
23. Zhao Y, Zhang Y, Yuan L, Zhang Y (2020) Automated distal radius fracture classification using deep learning: A feasibility study. *Eur Radiol* 30(3), 1493-1501.
24. Zhou B, Khosla A, Lapedriza A, Oliva A, Torralba A (2016) Learning deep features for discriminative localization. In: 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Las Vegas, NV, USA, 27-30 June, 2921-2929.
25. Li H, Gong L, Liu J (2020) A deep learning framework for hip fracture detection on X-ray images. *Neurocomputing* 390, 18-26.
26. Shaukat F, Jung Y, Lee H (2020) Deep learning-based framework for automatic classification of distal radius fractures on X-ray



- images. *IEEE Access* 8, 124309-124318.
27. Zheng J, Liao Z, Zhou Y, Liu W, Sun X, Wang J (2020) Deep learning-based fracture detection using an accelerometer. *IEEE Trans Biomed Eng* 67(8), 2201-2211.
  28. Jayaraman P, Swaminathan K, Kluess D, Hertlein H (2020) Predicting time to healing of fractures using deep learning: A retrospective analysis of radiographs. *J Orthop Trauma* 34(6), 301-308.
  29. Yang X, Xu C, Shen H, Fu Y (2019) A hybrid CNN-RNN framework for multi-modal fracture classification. *Comput Biol Med* 107, 61-69.
  30. Sohn S, Savova GK, Mayo NE (2018) Mayo clinic adversarial report extractor (MADRE): Automated extraction of complex discharge medication treatment regimen information from clinical narratives. *J Am Med Inform Assoc* 25(3), 324-332.
  31. Wang Z, Cui H, Zhang Q, Liu L, Zhang Y (2021) Deep learning-based automatic classification of distal radius fractures on computed tomography. *Med Phys* 48(1), 90-102.
  32. Kaji D, Monu UD, Glaister J, Raja AS, Alipour S (2020) Deep learning algorithm detection of occult fractures of the scaphoid in conventional wrist MRI. *Skelet Radiol* 49(7), 1041-1048.
  33. Schreiber M, Noda AH, Padoia V, Joseph GB, Teng HL, Link TM (2021) Multimodal deep learning framework for automatic detection and classification of tibial plateau fractures. *J Digit Imaging* 34(2), 318-330.
  34. Bar Y, Diamant I, Wolf L, Lieberman S, Konen E, Greenspan H (2020) Deep learning algorithms for detection of fractures in pediatric emergency departments. *Radiology* 294(2), 343-350.
  35. Guermazi A, Tannoury C, Kompel AJ, Murakami AM, Ducarouge A, Gillibert A, Li X, Tournier A, Lahoud Y, Jarraya M, Lacave E, Rahimi H, Pourchot A, Parisien RL, Meritt AC, Comeau D, Regnard N-E, Hayashi D (2022) Improving radiographic fracture recognition performance and efficiency using artificial intelligence. *Radiology* 302(3), 627-636.
  36. Ristevski B, Kasap M, Maji P, Peters J (2019) AI powered distal radius fracture classification system. *IEEE Int Conf Comput Vis* 3967-3976.
  37. Dall'Oca C, Ceccarelli F, Gualtieri L, Fontana F, Bernuzzi G, Roberti L (2020) An artificial intelligence decision support system (AI-DSS) for surgical treatment of hip fractures. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 15(7), 1215-1223.
  38. Kim J-H, Mo Y-C, Choi S-M, Hyun Y, Lee JW (2021) Detecting ankle fractures in plain radiographs using deep learning with accurately labeled datasets aided by computed tomography: a retrospective observational study. *App Sci* 11(19), 8791.
  39. Wu J, Zhang Y, Wu Q, Liu J (2018) Deep learning-based system for detecting fractures of the scaphoid bone on plain radiographs. *Comput Methods Programs Biomed* 156, 13-23.
  40. Moon HK, Kim KC, Jeon YS, Kim JW (2021) Development and validation of an artificial intelligence system for classification of proximal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 30 (6), e295-e303.
  41. Gale W, Oakden-Rayner L (2017) Detecting hip fractures with radiologist-level performance using deep neural networks. Available from: <https://arxiv.org/abs/1711.06504v1> [accessed 17 November 2017].
  42. Fu S, Li W, Yao S (2020) Learning deformable 3D fracture models from X-ray images with weak supervision. *IEEE Trans Med Imaging* 39(11), 3381-3392.
  43. Lakhani P, Sundaram B, Mackey S, Rajpurkar P (2018) Deep learning at chest radiography: Automated classification of

- pulmonary tuberculosis by using convolutional neural networks. *Radiology* 275(2), 675-681.
44. Caruana R, Lou Y, Gehrke J, Koch P, Sturm M, Elhadad N (2015) Intelligible models for healthcare: predicting pneumonia risk and hospital 30-day readmission. In: *Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining '15*. Sydney, ACM Press, 1721-1730.
45. Dunnmon JA, Yi D, Langlotz CP, Lungren MP (2019) Radiologist workflow and perceptions of AI as a second reader in emergency radiology. *J Am Coll Radiol* 16(11), 1574-1581.
46. Erickson BJ, Korfiatis P, Kline TL, Akkus Z, Philbrick K, Weston AD (2018) Deep learning in radiology: does one size fit all? *J Am Coll Radiol* 15(3 Pt B), 521-526.
47. Oakden-Rayner L, Carneiro G, Bessen T, Nascimento JC, Bradley AP, Palmer LJ (2017) Precision radiology: Predicting longevity using feature engineering and deep learning methods in a radiomics framework. *Sci Rep* 7(1), 1648.
48. Beter A, Kızkapan TB, Sezer M (2021) Improving conservative treatment rates for distal radius fractures using an artificial intelligence model. *J Hand Surg Eur Vol* 46(6), 634-640.
49. The High-Level Expert Group on AI (2019) Ethics guide lines for trustworthy AI. Available from: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai> [accessed 8 April 2019].
50. HIPAA (2022) Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (HIPAA). Available from: [https://www.cdc.gov/php/publications/topic/hipaa.html#:~:text=health%20insurance%20portability%20and%20accountability%20act%20of%201996%20\(hipaa\),-print&text=the%20health%20insurance%20portability%20and,The%20patient's%20consent%20or%20knowledge](https://www.cdc.gov/php/publications/topic/hipaa.html#:~:text=health%20insurance%20portability%20and%20accountability%20act%20of%201996%20(hipaa),-print&text=the%20health%20insurance%20portability%20and,The%20patient's%20consent%20or%20knowledge) [accessed 22 June 2022].

# Συνδεσμικές βλάβες γίγγλυμων αρθρώσεων άκρας χειρός - παρουσίαση δύο περιπτώσεων

Μπισινιώτης Στ. Ιωάννης

## Περίληψη

Οι συνδεσμικές βλάβες συγκαταλέγονται στις πιο συχνές μυοσκελετικές βλάβες της καθημερινής κλινικής πρακτικής και οι σύνδεσμοι είναι οι πιο συχνά τραυματισμένες σχηματισμοί της άρθρωσης. Οι σύνδεσμοι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ισορροπία της κινητικότητας και της σταθερότητας της άρθρωσης, και η διαταραχή τους επηρεάζει σημαντικά την λειτουργία της άρθρωσης.

Οι συνδεσμικές βλάβες των γίγγλυμων αρθρώσεων της άκρας χειρός είναι μικρές και αν και συχνές και εύκολα μπορεί να διαλάθουν της προσοχής. Οι εγγύς φαλαγγοφαλαγγικές αρθρώσεις (ΕΦΦ) είναι αυτές που τραυματίζονται συχνότερα ακολουθούμενες, από την μετακαρπιοφαλαγγική άρθρωση (ΜΚΦ) του αντίχειρα και τις ΜΚΦ αρθρώσεις των δακτύλων.

Παρουσιάζουμε δύο περιπτώσεις με συνδεσμικές βλάβες του χεριού την αντιμετώπιση τους και την εξάμηνη παρακολούθηση τους παράλληλα με σύντομη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για αυτού του είδους τις βλάβες επειδή η γνώση της πιθανότητας εμφάνισης τέτοιου είδους βλάβης είναι σημαντική καθώς η μη αναγνώρισή τους ή η καθυστέρηση στην αντιμετώπιση τους μπορεί να οδηγήσουν σε χρόνια πόνο και κάποιου βαθμού αναπηρία.

# Ligament tears of ginglymus joints of the hand. Two case reports

**Gketsos Anastasios, Papastathis Elias,  
Christidis Georgios, Ntelis Ioannis**

*Orthopaedic Department, General Hospital of Giannitsa,  
Giannitsa, Greece*

## **Abstract**

Ligament injuries are among the most common musculoskeletal injuries seen in clinical practice and ligaments are the most frequently injured structure in a joint. Ligaments play an important role in balancing joint mobility and joint stability and their disruption severely impairs joint function. Ligament tears of ginglymus joints of the hand are small and despite they are common hand injuries can easily miss them. Proximal interphalangeal (PIP) joint is the most commonly injured, followed by the thumb metacarpophalangeal (MCP) joint and the finger MCP joints.

Here we report two cases with hand ligament injuries, their management and 6-month follow-up along with a review of such injuries because the knowledge about the possibilities of such an injuries are important as lack of recognition and delay in appropriate treatment may lead to chronic pain and disability

## Εισαγωγή

Οι συχνότερα τραυματισμένες αρθρώσεις του χεριού είναι οι γίγγλυμες ή γωνιώδεις, πιθανώς επειδή περιορίζονται σε ένα μόνο επίπεδο κίνησης. Οι γίγγλυμες αρθρώσεις περιλαμβάνουν όλες τις μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις και την μετακαρπιοφαλαγγική άρθρωση του αντίχειρα. Στη μετακαρπιοφαλαγγική διάρθρωση του αντίχειρα γίνονται κινήσεις μόνον κάμψης και έκτασης, η δε παρατηρούμενη στον αντίχειρα ελευθερία κινήσεων γίνεται στην μειζονο-πολυγωνο-μετακάρπια διάρθρωση (εφιπιοειδής διάρθρωση).. Η μετακαρπιοφαλαγγική διάρθρωση του αντίχειρα συγκαταλέγεται με τις ΕΦΦ γιατί εμφανίζει παρόμοια δομή ενώ με τις άλλες μετακαρπιοφαλαγγικές αρθρώσεις διαφέρει αισθητά ως προς την ανατομία και τους μηχανισμούς τις βλάβης.

Ενώ κάποιες βλάβες μπορεί να είναι ανοικτές, η πλειοψηφία είναι κλειστές συμπεριλαμβανομένων και αυτών με διεισδυτικό( νύσσου) τραύμα δέρματος(penetrating wounds)

## ANATOMIA

Οι μεσοφαλαγγικές διαρθρώσεις είναι δύο για κάθε δάκτυλο εκτός από τον αντίχειρα, ο οποίος έχει μόνο μία.

Οι αρθρικές επιφάνειες σε κάθε μεσοφαλαγγική διάρθρωση είναι η κεφαλή της προηγούμενης φάλαγγας και η γλήνη της επόμενης, η οποία συμπληρώνεται με γληναίο σύνδεσμο.

Ο αρθρικός θύλακος ενισχύεται με πλάγιους μεσοφαλαγγικούς συνδέσμους. Στις διαρθρώσεις αυτές γίνονται κινήσεις κάμψης και έκτασης των δακτύλων.

Το πλάτος των πλάγιων συνδέσμων του δακτύλου κυμαίνεται από 4-8 χιλιοστά το μήκος τους 12-14 χιλιοστά και το πάχος 2-3 χιλιοστά, Οι πλάγιοι σύνδεσμοι απαρτίζονται από τους κύριους, σαν χορδή, συνδέσμους και από τους επικουρικούς, που είναι πιο αποπλατυσμένοι και εκτείνονται ραχιαία από τον γληναίο ως τον κύριο πλάγιο σύνδεσμο.

Οι πλάγιοι σύνδεσμοι φέρονται λοξά από το άνω μέρος της πλάγιας επιφάνειας της κεφαλής προς τα κάτω και εμπρός για να καταλήξουν σε

ένα μικρό φύμα που βρίσκεται στις πλάγιες επιφάνειες της βάσης της επόμενης φάλαγγας. Από την παλαμιαία επιφάνεια της η άρθρωση ενισχύεται από τον γληναίο σύνδεσμο, ο οποίος καλύπτει ολόκληρη την παλαμιαία επιφάνεια της άρθρωσης αποτελώντας ταυτόχρονα το έδαφος που πάνω του ολισθαίνει ο εν τω βάθει καμπήρας τένοντας. Με τα χείλη του γληναίου συνδέσμου συμφύονται και ίνες από τους επικουρικούς συνδέσμους, που συμπληρώνουν το κατώτερο τμήμα των πλάγιων επιφανειών των αρθρώσεων.

Η ΕΦΦ άρθρωση είναι ευπαθής σε τραυματισμούς λόγω του μεγάλου μοχλοβραχίονα, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη δυνάμεων κάμψης και στροφής. Ο γληναίος σύνδεσμος, οι κύριοι και οι επικουρικοί σύνδεσμοι, σχηματίζουν μια τριεδρική δομή, που παρέχει το μεγαλύτερο μέρος της παλαμιαίας και πλάγιας δομικής στήριξης στην άρθρωση.

Ο γληναίος σύνδεσμος ολισθαίνει όπως η προστατευτική προσωπίδα του κράνους κεντρικά και περιφερικά κατά την κάμψη και έκταση, μέσα στην αύλακα του αυχένα της εγγύς φάλαγγας.

Δυνάμεις υπερέκτασης προκαλούν κακώσεις που κυμαίνονται από τη μερική ρήξη του γληναίου συνδέσμου μέχρι τα μη ανατασσόμενα ραχιαία εξάρθρημα. Η εφαρμογή δυνάμεων με ωλένια ή κερκιδική φορά έχει ως αποτέλεσμα τη ρήξη των πλάγιων συνδέσμων.

Οι κακώσεις του γληναίου συνδέσμου συνήθως αφορούν τον μέσο και παράμεσο δάκτυλο.

Διάφορα συστήματα ταξινόμησης έχουν προταθεί για αυτές τις κακώσεις. Η ταξινόμηση που έχει προταθεί από τον Eaton είναι χρήσιμη και πρακτική.

Τύπος 1 (υπερέκτασης) είναι κακώσεις υπερέκτασης με ρήξη του γληναίου συνδέσμου και συνήθως επιμήκης ρήξη των πλάγιων συνδέσμων.

Τύπος 2 (ραχιαίο εξάρθρημα) πλήρες ραχιαίο εξάρθρημα της ΕΦΦ άρθρωσης και ρήξη του γληναίου συνδέσμου. Η βάση της μέσης φάλαγγας κείται ραχιαία των κονδύλων της εγγύς φάλαγγας χωρίς να υπάρχει επαφή των αρθρικών επιφανειών.

Τύπος 3 (κάταγμα -εξάρθρημα) κάταγμα εξάρθρημα με αποσπασμένο οστικό τεμάχιο.

Η μετακαρπιοφαλαγγική άρθρωση του αντί-

χειρα είναι γωνιώδης άρθρωση που επιτρέπει κυρίως κάμψη και έκταση. Το εύρος κίνησης σε κάμψη-έκταση σχετίζεται με το σχήμα της κεφαλής του μετακαρπίου με το μεγαλύτερο εύρος να παρατηρείται στα πιο κυκλικά σχήματα παρά στα πιο αποπλατυσμένα, ενώ η κάποιου βαθμού απαγωγή-προσαγωγή οφείλεται στην χαλαρότητα των συνδέσμων.

Η μετακαρπιοφαλαγγική άρθρωση του αντίχειρα οφείλει την σταθερότητα της σε μια σύνθετη διάταξη του θυλάκου, των συνδέσμων, και των μυοστενόντιων δομών στήριξης. Οι πλάγιοι σύνδεσμοι αποτελούνται από τους κύριους, και από τους επικουρικούς, που είναι πιο αποπλατυσμένοι και εκτείνονται ραχιαία από τον γληναίο ως τον κύριο πλάγιο σύνδεσμο. Παλαμιαία ο γληναίος σύνδεσμος αποτελεί το έδαφος της άρθρωσης σχηματίζοντας ένα συνδεσμικό σύμπλεγμα παρόμοιο με των ΕΦΦ αρθρώσεων. Διαφέρει ωστόσο από τις Εφφ στο ότι δεν υπάρχει περίβλημα καμπτήρα εγγύς του γληναίου συνδέσμου, και έτσι δεν είναι παρόντες ισχυροί χαλιναγωγοί σύνδεσμοι. Η παλαμιαία σταθερότητα προέρχεται από τους αυτόχθονες μύες του θένaros που καταφύονται σε ένα ζεύγος σπασμοειδών οστών που περιέχονται στον γληναίο σύνδεσμο. Ο προσαγωγός του αντίχειρα περικλείει το έσω σπασμοειδές και καταφύεται στην έσω επιφάνεια της βάσης της πρώτης φάλαγγας του αντίχειρα ενώ ο βραχύς καμπτήρας και ο απαγωγός του αντίχειρα το έξω σπασμοειδές οστό της μετακαρπιοφαλαγγικής διάρθρωσης του αντίχειρα και καταφύονται στην έξω επιφάνεια της πρώτης φάλαγγας του αντίχειρα.

Οι τένοντες αυτοί καταφύονται δευτερευόντως στην εκτατική καλύπτρα δια των απονευρώσεων του προσαγωγού και απαγωγού και αποτελούν επιπρόσθετα δυναμικούς πλάγιους σταθεροποιητές.

Οι συνδεσμικές κακώσεις της ΜΚΦ άρθρωσης του αντίχειρα διαχωρίζονται σε 3 τύπους.

1-ήπιες- άθικτος σύνδεσμος με μόνο διάταση αυτού 2- μέτριες- μερική ρήξη με την παρουσία τελικού σημείου 3- σοβαρές- πλήρη ρήξη

## Έκθεση 1<sup>ου</sup> περιστατικού:

Άρρην ασθενής 72 ετών προσήλθε στα ΤΕΠ της Ορθοπαιδικής κλινικής αιτιώμενος για κάκωση της (ΔΕ) άκρας χείρας κατά την εκτέλεση χει-

ρωνακτικής εργασίας. Κατά την κλινική εξέταση ο ΔΕ παράμεσος ήταν οίδηματώδης με ευαισθησία εντοπισμένη κυρίως στην εγγύς φαλαγγοφαλαγγική άρθρωση, με εμφανή μώλωπα στην παλαμιαία επιφάνεια της άρθρωσης και μικρό νύσσου τραύμα μικρότερο του 0,5 mm κερκιδικά της άρθρωσης από αιχμηρό ξύλο. Ο ακτινολογικός έλεγχος ανέδειξε ραχιαίο υπεξάρθρωμα της μέσης φάλαγγας του παράμεσου δακτύλου. Παρά την προσπάθεια ανάταξης με κλειστούς χειρισμούς δεν διατηρούνταν η σταθερότητα στην άρθρωση σε κάμψη του δακτύλου πάνω από 30° και διενεργήθηκε ανοικτή ανάταξη και σταθεροποίηση (εικόνα 1 και 2).



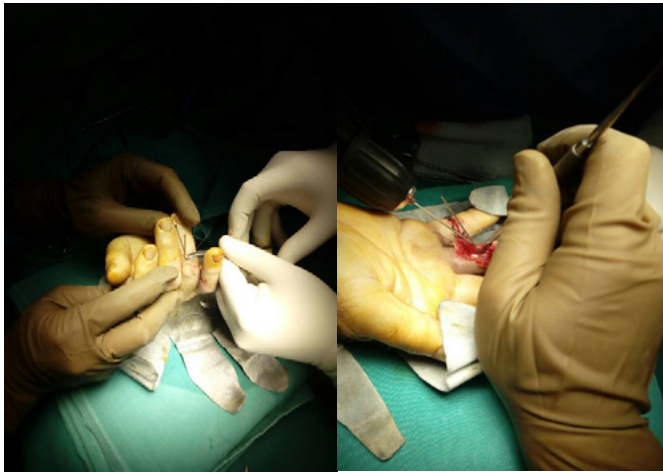
Εικόνα 1 και 2. Ακτινολογικός έλεγχος

## Χειρουργική τεχνική.

Υπό ενδοφλέβια περιοχική αναισθησία πραγματοποιήθηκε παλαμιαία προσπέλαση μέσω τομής Z τύπου Brunner, επικεντρωμένη στην ΕΦΦ άρθρωση. Τα αγγειονευρώδη δεμάτια αναγνωρίστηκαν και προστατεύθηκαν. Οι καμπτήρες τένοντες αποκαλύφθηκαν και απωθήθηκαν αφού διανοίχθηκε το έλυτρο τους από τον δακτυλιοειδή σύνδεσμο (pulley) A2 μέχρι τον A4 και αποκαλυφθηκε ο γληναίος σύνδεσμος σε ρήξη και αποκολλημένος από την βάση της μέσης φάλαγγας, οι πλάγιοι σύνδεσμοι ήταν ακέραιοι. Έγινε συρραφή του γληναίου συνδέσμου με ράμμα PDS 3-0 και με την βοήθεια αυλοφόρων βελονών από φλεβοκαθετήρα τα ράμματα προωθήθηκαν και εξήλθαν ραχιαία από μια μικρή τομή δια της βάσης της μέσης φάλαγγας μόλις περιφερικά της κεντρικής δέσμης. Τα ράμματα δέθηκαν στο οστό ώστε να αποφευχθεί η τεχνική pullout (εικόνα 3 και 4).

Μετεγχειρητικά τοποθετήθηκε νάρθηκας για 6 εβδομάδες και μετά ο ασθενής υπεβλήθη σε φυσιοθεραπευτική αγωγή. Η Παρακολούθηση του ασθενή

νούς έγινε στις 6 εβδομάδες στους 3 και 6 μήνες.



Εικόνα 3 και 4. Χειρουργική τεχνική.

### Αποτελέσματα

Επίτευξη σταθερότητας στην Εφφ άρθρωση, ικανοποιητικό εύρος κίνησης της άρθρωσης, ικανοποίηση του ασθενούς για το λειτουργικό αποτέλεσμα και πλήρης επάνοδος του ασθενούς στις φυσιολογικές του δραστηριότητες.

### Παρουσίαση 2<sup>ου</sup> περιστατικού

Άρρην ασθενής 48 ετών προσήλθε στα ΤΕΠ της ορθοπαιδικής αιτιώμενος κάκωση του ΑΡ αντίχειρα μετά από συμπλοκή και πάλι. Κλινικά εμφάνιζε πόνο στην βάση του αντίχειρα, οίδημα και αξιοσημείωτη αδυναμία δραγμού, άλγος στον αντίχειρα επιδεινούμενο με τις κινήσεις

Ο ακτινολογικός έλεγχος με Π.Ο. και πλάγια ακτινογραφία δεν ανέδειξε κάποια συνοδό οστική βλάβη.

Η δοκιμασία εκτίμησης της σταθερότητας του ωλενίου πλάγιου συνδέσμου μετά από έγχυση τοπικού αναισθητικού υπέδειξε χαλαρότητα του συνδέσμου (σταθεροποίηση του 1<sup>ου</sup> μετακαρπίου, εφαρμογή δύναμης βλαισότητας στον αντίχειρα στην μετακαρπιοφαλαγγική άρθρωση, ενδεχόμενη εμφάνιση χαλαρότητας είναι ενδεικτική μερικής ή πλήρης ρήξης του συνδέσμου).

Η μαγνητική τομογραφία επιβεβαίωσε την διάγνωση για πλήρη ρήξη του ωλενίου πλάγιου συνδέσμου.

### Χειρουργική τεχνική.

Υπό γενική αναισθησία η προσπέλαση του ωλε-

νίου συνδέσμου έγινε μέσω τομής σχήματος C επικεντρωμένης στην ωλένια πλευρά της ΜΚΦ άρθρωσης. Κατά την χειρουργική παρασκευή οι κλάδοι του κερκιδικού νεύρου αναγνωρίστηκαν και προστατεύθηκαν. Η ρήξη ανευρέθηκε στην έκφυση του συνδέσμου κεντρικά και έγινε αποκατάσταση του με χρήση άγκυρας τιτανίου 2,5 χιλ.(Arthrex) (εικόνα 5 και 6).

Μετεχειρτηκικά ο αντίχειρας ακινητοποιήθηκε με γύψινο νάρθηκα για 2 εβδομάδες μέχρι την αφαίρεση των ραμμάτων και εν συνεχεία τοποθετήθηκε νάρθηκας τύπου srica για τις επόμενες 4 εβδομάδες και έναρξη φυσιοθεραπευτικής αγωγής. Η παρακολούθηση έγινε στις 6 εβδομάδες στους 3 και 6 μήνες.



Εικόνα 5 και 6. Χειρουργική τεχνική

### Αποτελέσματα

Ανώδυνες κινήσεις του αντίχειρα σε όλες τις κατευθύνσεις, ανάκτηση της ικανότητας για ισχυρή σύλληψη και δραγμό, ικανοποίηση του ασθενή από το λειτουργικό αποτέλεσμα και επάνοδος στην εργασία του και τις φυσιολογικές δραστηριότητες.

### Συζήτηση

Στην παρουσίαση του πρώτου περιστατικού επισημαίνουμε την ύπαρξη τραυματικής βλάβης σε ένα ασυνήθιστο πεδίο. Η εγγύς φαλαγγοφαλαγγική είναι μια άρθρωση τύπου μεντεσέ και η σταθερότητα της έγκειται στις δομές μαλακών ιστών που την περικλείουν. Ο θύλακος ενισχύεται από τους πλάγιους και επικουρικούς συνδέσμους στα πλάγια και τον γλνναίο σύνδεσμο παλαμιαία. Η λειτουργία του γλνναίου συνδέσμου είναι να σταθεροποιεί την άρθρωση σε προθιο-οπίσθιο επίπεδο και να ανθίσταται στις δυνάμεις υπερέκτασης. Σχηματίζει μια ισχυρή πρόσφυση στο περίοστεο περιφερικά ενώ το εγγύς τμήμα του μόλις προσκολλάται στο θύλακο.

Η ρήξη ή η αποκόλληση του γλνναίου συνδέσμου είναι βλάβη υπερέκτασης του συνδέσμου η οποία συνήθως συμβαίνει στην άπω πρόσφυση του. Είναι συνήθως αποτέλεσμα ραχιαίας κατεύθυνσης εφαρμογής δυνάμεων στο ακροδάκτυλο. Η βλάβη μπορεί να περιλαμβάνει αποσπαστικό κατάγμα της βάσης της μέσης φάλαγγος το οποίο συνήθως είναι απαρικόπιο και η πώρωση είναι καλή. Σημαντικά παρεκτοπισμένα αποσπαστικά κατάγματα όταν το αποσπασθέν οστικό τεμάχιο είναι μεγαλύτερο του 30% της αρθρικής επιφάνειας χρήζουν χειρουργικής αντιμετώπισης εάν ο ασθενής προσέλθει εγκαίρως, αλλά η διάγνωση συνήθως τίθεται καθυστερημένα, επειδή η πλειοψηφία των ασθενών αγνοεί μικρά πρηξίματα στο χέρι. Καθυστερημένες χειρουργικές παρεμβάσεις για την καθήλωση των αποσπαστικών καταγμάτων δεν παρέχουν επιπρόσθετα πλεονεκτήματα. Η διάγνωση τίθεται από το ιστορικό την κλινική εξέταση και τις πλάγιες ακτινογραφίες στην περίπτωση της ύπαρξης αποσπαστικού κατάγματος. Στην περίπτωση αμιγώς συνδεσμικών βλαβών μπορεί να χρειαστεί εξέταση με μαγνητική τομογραφία (MRI) για την διάγνωση. Οι ρήξεις του γλνναίου συνδέσμου συνήθως συνοδεύονται και με τραυματισμούς των πλάγιων συνδέσμων οι οποίοι συνήθως επουλώνονται με άφθονο ουλώδη ιστό οδηγώντας στην εμφάνιση χρόνιου μόνιμου πρηξίματος στην μία πλευρά της άρθρωσης.

Οι θεραπευτικοί στόχοι είναι η ανάκτηση της σταθερότητας της ΕΦΦ άρθρωσης και η επίτευξη φυσιολογικού εύρους κίνησης. Η έλλειψη ή η πλημμελής αντιμετώπιση μπορεί να επιφέρουν σύγκληψη, υποτροπιάζοντα υπεξαρθρήματα, παραμόρφωση δίκην λαιμού κύκνου και μετατραυματική αρθρίτιδα.

Υπάρχει μια σειρά απόψεων σχετικά με την καλύτερη θεραπεία των βλαβών του γλνναίου συνδέσμου. Η συντηρητική θεραπεία είναι η θεραπεία εκλογής για μικρές σταθερές αποσπαστικές βλάβες του γλνναίου συνδέσμου. Οι χειρουργικές διορθώσεις συνιστώνται μόνο στις περιπτώσεις με μεγάλο αποσπαστικό κατάγμα, όταν συνυπάρχει ραχιαία αστάθεια της ΕΦΦ άρθρωσης, και επαναλαμβανόμενες ή παραμελημένες βλάβες του γλνναίου συνδέσμου. Οι χειρουργικές παρεμβάσεις έχουν να αντιμετωπίσουν δυσκολίες όπως εκσεσημασμένη δημιουργία ουλώδη ιστού, και ανεπάρκεια ιστού



**Εικόνα 7 και 8.** Αποκατάσταση ωλενίων συνδέσμων - ακτινολογική εικόνα.

του γλνναίου συνδέσμου σε περίπτωση χρόνιας βλάβης. Καθυστερημένες αποκαταστάσεις του συνδέσμου είναι τεχνικά απαιτητικές για τους παραπάνω λόγους και ο χειρουργός μπορεί να χρειαστεί να καταφύγει σε επανορθωτικές επεμβάσεις όπως η αρθρόδεση ή η αρθροπλαστική με εύκαμπτο εμφύτευμα. Η πλαστική αποκατάσταση της 1<sup>ης</sup> Φ-Φ άρθρωσης γίνεται είτε με την χρήση mini αγκυρών, είτε με την τεχνική pull-out και διοστικά τούνελ, είτε με απευθείας συρραφή του συνδέσμου όταν αυτό καθίσταται δυνατό (εικόνα 7 και 8).

## Έκθεση 2<sup>ου</sup>περιστατικού :

Η ΜΚΦ άρθρωση του αντίχειρα είναι μία γωνιώδης διάρθρωση επιτρέποντας κυρίως κινήσεις κάμψης και έκτασης. Η χαλαρότητα της άρθρωσης σε βλαισότητα -ραιβότητα ποικίλει μεταξύ των φυσιολογικών αντίχειρων, όπως και το εύρος κίνησης κάμψης -έκτασης. Οι πλάγιοι σύνδεσμοί, ωλένιος και κερκιδικός πλάγιος προσδίδουν σταθερότητα σε βλαισότητα και ραιβότητα. Ο συνηθέστερος μηχανισμός ρήξης του ωλενίου πλάγιου συνδέσμου του αντίχειρα είναι η βίαιη απαγωγή και υπερέκταση της ΜΚΦ του αντίχειρα. Στην οξεία φάση αυ-



τός ο τύπος της βλάβης είναι γνωστός ως skier's thumb γιατί συνήθως προκαλείται σε πτώσεις των σκιέρ. Οι χρόνιες βλάβες είναι αποτέλεσμα εξασθένησης του συνδέσμου μετά από επαναλαμβανόμενους τραυματισμούς και ονομάζονται Gamekeeper's thumb. Όταν στις πλήρεις ρήξεις του ωλενίου συνδέσμου το ένα του άκρο αναδιπλώνεται πίσω από την απονεύρωση του προσαγωγού στην βάση της εγγύς φάλαγγος η βλάβη ονομάζεται βλάβη του Stener. Η περιγραφή έγινε το 1962 από τον Bertil Stener. Στην κλινική εξέταση η παρουσία τελικού σημείου με λιγότερο από 10° αστάθεια κατά την δυναμική δοκιμασία ραιβότητας -βλαισότητας (varus-valgus stress tests) συνηγορεί για μερική ρήξη συνδέσμου, όταν υπάρχει ασάφεια κατά την κλινική εκτίμηση οι δυναμικές ακτινογραφίες (stress views) μπορεί να είναι χρήσιμες για τον καθορισμό του βαθμού χαλαρότητας. Ο υπερηχογράφηκος έλεγχος μπορεί να είναι βοηθητικός αν και η εξέταση εκλογής είναι η μαγνητική τομογραφία. Η αντιμετώπιση για την μερική ρήξη είναι συντηρητική και συνίσταται σε ακινητοποίηση με νάρθηκα τύπου spica αντίχειρα ή γύψο για τρεις (3) εβδομάδες. Η βλάβη του Stener αντιμετωπίζεται

χειρουργικά ενώ και οι οξείες πλήρεις ρήξεις με βάση τα αποτελέσματα μελετών είναι καλύτερα να αντιμετωπίζονται χειρουργικά ακόμη και σε μη συνύπαρξη βλάβης Stener.

## Συμπέρασμα

Οι συνδεσμικές βλάβες των γίγλυμων αρθρώσεων της άκρας χειρός είναι μικρές και μπορούν εύκολα να διαλάθουν. Η ανεπαρκής και καθυστερημένη αντιμετώπιση τους μπορεί να επιφέρουν κάποιου βαθμού χρόνια αναπηρία. Η διάγνωση τίθεται συνήθως με το ιστορικό και την κλινική εξέταση ενώ η μαγνητική τομογραφία αποτελεί την εξέταση εκλογής. Υπάρχουν αρκετές θεραπευτικές επιλογές. Όσον αφορά την χειρουργική θεραπεία εξαρτάται κυρίως από την βαρύτητα της βλάβης και την χρονιότητα της χωρίς να είναι ξεκάθαρη η καλύτερη θεραπευτική επιλογή. Η τεχνική διοστικών ραμμάτων για την αποκατάσταση του γλυναίου συνδέσμου, και η χρήση αγκυρών για την αποκατάσταση της ρήξης του ωλενίου πλαγίου συνδέσμου του αντίχειρα θεωρούμε ότι αποτελούν μια αποτελεσματική μέθοδο με ικανοποιητικά κλινικά αποτελέσματα.

## Βιβλιογραφία

1. Campbell CS. Gamekeeper's thumb. J Bone Joint Surg Br, 1995,37:148-149
2. Clark DP, Scott RN, Anderson IW. Hand problems in an accident and emergency department. J Hand Surg (Br) 1985;10(3):297-299
3. Delaere OP, Suttor PM, Degolla R, et al. Early surgical treatment for collateral ligament rupture of the metacarpophalangeal joints of the fingers. J Hand Surg (Am) 2003;28A:309-315
4. Επαμεινώνδα Κατρίτση και Νικόλαου Παπαδόπουλου Ανατομική του ανθρώπου βιβλίο Ι ιατρικές εκδόσεις Λίτσα 2002 Αθήνα
5. Flatt A.E. The care of Minor Hand Injuries. 3<sup>rd</sup> edition, St Louis: C.V. Mosby Company, 1972
6. Gerber C, Senn E, Matter P. Skier's thumb. Surgical treatment of recent injuries to the ulnar collateral ligament of the thumb's metacarpophalangeal joint. Am J Sports Med, 1981, 9:171-17
7. Graham Lister The Hand diagnosis and indications 3<sup>rd</sup> edition 1993 Churhill Livingstone
8. Green's operative hand surgery 4<sup>th</sup> edition, volumes 1 and 2 DP Green, RN Hotchkiss, WC Pederson, eds Philadelphia: Churchill Livingstone, 1998
9. Heyman P, Gelberman RH, Duncan K, Hipp JA. Injuries of the ulnar collateral ligament of the thumb metacarpophalangeal joint. Biomechanical and prospective clinical studies on the usefulness of valgus stress testing. Clin Orthop Relat Res, 1993, 292:165-171
10. Kilgore E.S.Jr., Newmeyer W.L., Brown L.G (1976). Post-traumatic trapped dislocations of the proximal interphalangeal joint. The Journal of Trauma, 1:481-487

11. Moller J.T (1974) Lesions of the volar fibrocartilage in finger joints. A 2-year material. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 45:673-68
12. Musharafieh RS, Bassim YR, Atiyeh BS. Ulnar collateral ligament rupture of the first metacarpophalangeal joint: a frequently missed injury in the emergency department. *J Emerg Med*,1997,15:193-196
13. Thomas E Trumble, Ghazi M Ryan, Jeffrey E Buddoff, Mark Baratz Αρχές χειρουργικής χεριού Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας 2012 Αθήνα
14. Τουλιάτος. Σ. Αλέξανδρος Το χέρι -χειρουργικές τεχνικές εκδόσεις Βασιλειάδη 2004 Αθήνα

# Ιατρικού χαρακτήρα αναφορές Μακρυγιάννη

Μπισχινιώτης Στ. Ιωάννης



Παρατίθενται εδώ οι αναφορές στην ιατρική στο κυριότερο έργο του στρατηγού Μακρυγιάννη - Τα απομνημονεύματα. Γίνεται μια προσπάθεια εξήγησης των νοσηρών καταστάσεων και των θεραπευτικών πρακτικών με τα μέσα αντιμετώπισης της εποχής και δίνονται πληροφορίες σχετικές με την ατομική θέση των μαχητών του 1821 και των προβλημάτων στρατιωτικής τακτικής που ανέκυπταν από το ρόλο και την εμφάνιση των πρώτων τακτικών σωμάτων και πρακτικών.

Η αμαρτία του βρέφου θα μας χάσει,» τους είπε• περνάτε εσείς και σύρτε εις το τάδε μέρος και σταθήτε... το παίρνω κι' αν έχω τύχη και δεν κλάψω, διαβαίνομε.

**Κατανοεί, ο ήρωας, τη σημασία της πρώτης αναπνοής για την επιβίωση του νεογνού.**

Κ' εκεί-οπού την παίδευαν, της μπήκε ένα ξύλο εις το ποδάρι της και δεν το 'νοιωσε κοτζάμ παλούκι. Τους περικόλεσε πολύ να τζακίσουνε την βέργα του δαχτυλιδιού να πάρουν το δαχτυλίδι τζακισμένο και τρόμαξαν να συγκατανέψουν• και το

τζακίσαν και γλύτωσε το χέρι της. 'Ηρθε εκεί οπού ήμαστε κουτζαίνοντας και διηγήθηκε αυτά. Πήγαμεν οπίσου, δεν μπορέσαμεν να 'βρωμεν κανέναν μέσα τον λόγκο• τρύπωσαν. Της έβγαλα το παλούκι από το ποδάρι της και το ζεμάτισα με ξύγγι. 'Όμως γίνη τούμπανο, θύμωσε. Και είχα ένα ζών, οπού 'χα τα σκουτιά μου, και την έβγαλα απάνου να μην μείνη εις το δρόμο.

**Αντιμετώπιση από τον αγωνιστή νύσσουτος τραύματος της κνήμης και δυσμενής εξέλιξη λόγω της πρωτόγονης προσπάθειας αντισηψίας.**

Από- 'κεί τους πήγα εις το Σπαρτοβούνι• και πέρασαν οι καϊμένοι οι Καραγκούνηδες με τα πράτα τους, κι' αγόρασα πεντέξι σφαχτά και μας δώσαν κι' αυτεΐνοι άλλα τόσα κι' αλεύρι και τους πορέψαμεν. Κι' από- 'κεί, πήγαν άλλοι δια Βραχώρι και Μισολόγγι• και οι περισσότεροι -τους πήγα εις την Κατούνα• και γιόμωσαν τα σκουτιά τους και οι γούνες τους ψείρες και μάζωνα διάργυρον και το 'λυωνα και τους άλειβα να ψοφήσουνε οι ψείρες και οι κονίδες.

**Η αναφορά στο τριαζάνιο ως αντιφθειρικού φαρμάκου είναι γνωστή από το παρελθόν. Έχει εγκαταλειφθεί από μακρού.**

Πήγα εις Μισολόγγι πούντιασα εις τον δρόμον κι' από το κιντέρι μου αρρώστησα και πήγα να πεθάνω. Είχα πέντε γιατρούς. 'Άνοιξε η μύτη μου και δεν στανιάριζε• το αίμα πήγαινε λεγένια και μό' βαιναν φτήλια μέσα. Κ' έκαμα άρρωστος εις τον κίντυνον ως το Μάρτη. Πιάστηκαν τα ποδάρια μου• δεν έβλεπα κι' από τα μάτια. Και οι καϊμένοι οι Αρτηνοί διακόνευαν, και πλέρωναν άνθρωπον κ' έρχονταν τόσες ημέρες δρόμον να ιδούνε τι κάνω. Τόση ευγένειαν είχαι 'σ εμένα. Αφού ήμουν αδύνατος πολύ και δεν μπορούσα να κινηθώ ούτε από τα ποδάρια, ούτε από τα μάτια, ήρθε ο αδελφός

μου και με πήρε εις το Σάλωνα, 'σ ένα χωριόν ονομαζόμενον Σερνικάκι• ήταν παντρεμένος, κ' εκεί αλλάζοντας τον αγέρα, ανάλαβα από αυτό και περιποίησιν συγγενική.

**Αναφορά σε επίμονη ρινορραγία, η οποία κατέληξε σε σημαντική απώλεια αίματος και εμφάνιση γενικών φαινομένων μεθαιμορραγικής αναιμίας. Μετά την τυχαία λίγο πολύ επίσκεψή της, ο αγωνιστής ανέρρωσε λόγω καλής περιποίησης.**

Ενας ατρόμητος άντρας από τους Κολοβάτες (είναι του Σαλώνου χωριόν), τον λένε Μήτρο Καθάριον (αλήθεια καθάριος κι' ατίμητος είναι), αφού τζακιστήκαμε 'σ την χώρα και τραβηχτήκαμε εις το ψήλωμα, οι εδικοί μας όλοι κ' εμείς φκειάσαμε ταμπούρι και πολεμούσαμε. Αυτός ο δυστυχής ήταν μέσα-εις την χώρα σε σπίτι μπασμένος• Αφού φύγαμε εμείς, αυτός έμεινε μόνος-του κλεισμένος• το' 'φυγαν οι συντρόφοι του κ' έμεινε μόνος-του. Του ρίχτηκαν οι Τούρκοι απάνου του• παίρνει ένα γιαταγάκι τούρκικον και σκοτώνει τέσσερους• κ' εκεί-οπού τον πολεμούσαν του δίνουν μίαν μαχαίριά εις την κοιλιά• και σκοτώνει τον Τούρκον και με το μαχαίρι εις την κοιλιά ήρθε εκεί οπού ήμαστε εμείς, εις το ταμπούρι. Και δεν του πειράξαμεν το μαχαίρι• με τούτο εις την κοιλιά τον πήγαμε εκεί οπού 'ταν οι εδικοί μας και ήταν ο γιατρός• και το' 'βγαλε το μαχαίρι και με των μερμήγκων τα κεφάλια το' 'ρραψε την κοιλιά. Και τράβησε ο καϊμένος κοντά έναν χρόνον να γιατρευτή. Γέρευε και πάλε ξηλώνεται, κ' έβγαιναν οι κοπριές από την κοιλιά οπού 'ταν η πληγή. Και ζη τώρα και δεν έχει ψωμί να φάγη.

**Αντιμετώπιση ανοικτού τραύματος της κοιλιακής χώρας με συμμετοχή του παχέος εντέρου. Η θεραπευτική αντιμετώπιση ήταν η δημιουργία κοπροχόου συριγγίου με μια πρωτόγονη μέθοδο που αναφέρεται ως εφαρμοζόμενη από λαούς της Αφρικής. Το ισοδύναμο της σήμερα η κολοστομία τύπου δίκαννου.**

και ήταν και μ' άλλους Τούρκους εις την κούλια του περιβολιού, έρριξαν και με πλήγωσαν εις το δεξί χέρι. 'Ηταν από μουσκέτο και το μολύβι μεγάλο και μο' 'φαγε όλα τα κόκκαλα. Μο' 'πεσε το σπαθί από το χέρι -ήμουν κι' αναμμένος οπού 'τρεχα εις τα πόστα και τους έδινα πολεμοφόδια. Δεν βασιέταν το αίμα• τύλιξα το χέρι εις το πουκάμισο να μην το ιδούνε οι άνθρωποι. 'Ομως τσακίστηκαν

οι Τούρκοι πάλε όξω-από την κούλια, αφού τους χτυπήσαμεν κ' οι τρεις κολώνες και οι Κρητικοί και τα μίστικα. Τότε πέρασε και η ώρα, έπαψε ο πόλεμος. Τελειώνοντας ο πόλεμος, ήρθαν καμιά εξηνταργιά ταχτικοί από τ' Ανάπλι με τον λοχαγόν Κάρπον. Βάρεσαν κ' εκείνοι τα ταμπούρλα να ρίξαν και μίαν μπαταργιά εις τον αγέρα. Η πληγή του χεριού μου πήγαινε κακά• πρίσ'κε το χέρι μου και γίνη τούμπανο. Γύρευαν να μου το κόψουν εις το νόμον οι γιατροί, οπού μο' 'χαν βάλει εις τ' Ανάπλι να με γιατρέψουν. Τριάντα-οχτώ μερόνυχτα δεν έκλεισα μάτι. Μ' ετοίμασαν εις θάνατον• έφερε όλα τα σύνεργα ο γιατρός να μου το κόψη. Πήρα το γιαταγάκι και γκρεμίστη κάτω-από την σκάλα και γλύτωσε• ειδέ θα τον πάστρευα. Και σπκώθηκα και πήγα εις την Αθήνα εις τον γιατρό, και με γιάτρεψε. 'Ομως σακατεύτηκα εξ-αιτίας εκείνων των γιατρών του Αναπλιού• βήκαν τα κόκκαλα αδίκως. Κί' αν δεν πήγαίνα εις την Αθήνα ήμουν χαμένος.

**Τραύμα από βαρύ πυροβόλο όπλο της εποχής με δυσμενή εξέλιξη. Η τελική αποφυγή του ακρωτηριασμού προφανώς έγινε λόγω παροχетеύσεως του διαπυθθέντος αιματώματος στην ένα Αθήνα.**

**Ο Πολύκαρπος (Κάρπος) Παπαδόπουλος ήταν Έλληνας έμπορος, συγγραφέας και αγωνιστής της Ελληνικής Επανάστασης του 1821. Γεννήθηκε πιθανόν την δεκαετία του 1790 στην Αδριανούπολη ή στην Αίνο της Ανατολικής Θράκης, όπου το 1818 μυήθηκε στη Φιλική Εταιρεία. Πέθανε το 1871, φέροντας τον βαθμό του Χιλίαρχου δηλαδή αξιωματικού της Φάλαγγας δηλαδή των άτακτων. Σήμερα αναγνωρίζεται ως ένας από τους σημαντικότερους πατριώτες του αγώνα. Πολλοί από τους Τακτικούς στρατιώτες του συγκρότησαν εθελοντικό εκστρατευτικό Σώμα και πολέμησαν στο πλευρό των Ρωσικών Δυνάμεων στον Κριμαϊκό Πόλεμο με τη στολή των αγωνιστών του 1821.**

**Είναι προφανής η δυσπιστία του ήρωα στο ρόλο του τακτικού στρατού και στις μεθόδους του σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο που πολεμούσαν οι ήρωες του εικοσιένα.**

Τρέξε, σκοτώθη ο Γκούρας εις το πόστο του. 'Ερριξε « αναντίον των Τούρκων• απάνου-εις την φωτιά τον βάρεσαν εις τον αμήλιγγα «και δεν μίλησε τελείως». Πήγα, τον πήραμεν εις το νόμο και τον βάλαμε « 'σ ένα μπουντρούμι. Τον συγύρισε η

φαμελιά του και τον χώσαμεν.

Ο Μακρυγιάννης ήταν κυβερνητικός και φίλος του Ιωάννη Γκούρα και πιθανού δολοφόνου του Οδυσσέα Ανδρούτσου. Το τραύμα που δέχτηκε ο Γκούρας από πυροβόλο όπλο στο κεφάλι ήταν μοιραίο και απεβίωσε.

Παίρνοντας το δειλινό, μέρασα φυσέκια των ανθρώπων• ήρθαν κι' άλλοι ακόμα συντρόφοι. Ήρθαν και Τούρκοι νέον μιντάτι• μας ρίχτηκαν μ' ορμή, μπήκαν εις τις καμάρες, τις κυργέψαν όλες κι' άνοιξαν μασγάλια και ντουφεκιούσαν μέσα-εις το κάστρο. Ρίχτηκαν μ' ορμή να μας πάρουν και τη ντάπια μας. Εκεί σκότωσαν τον Νταλαμάγκα κι' άλλους πεντέξι. Ξαναλαβώνομαι κ' εγώ πίσου εις το κεφάλι πολύ κακά• μπήκε του φεσιού το μπάλωμα εις τα κόκκαλα, εις την πέτζα του μυαλού. Έπεσα κάτω πεθαμένος. Με τράβησαν «οι άνθρωποι μέσα• τότε ένοιωσα. Τους είπα• «»Αφήτε με να με τελειώσουνε « «εδώ, να μην ιδώ τους Τούρκους ζωντανός να μου πατήσουνε το πόστο μου»». « Τότε οι καϊμένοι οι Έλληνες με λυπήθηκαν πολύ• πολέμησαν γενναίως, διώξαν τους Τούρκους από τη ντάπια μας και τους έβαλαν όλους εις τις καμάρες• και ντουφεκούσαν εις το κάστρο. Τότε βήκε ο Λαγουμιτζής και ήρθε 'σ εμάς• με νύρε 'σ αυτείνη την κατάσταση. Μου είπε να μείνη αυτός εκεί, «να κολλήσω εγώ εις το κάστρο να με δέση ο γιατρός. Του είπα• «»Σύρε μέσα. « «Αν πεθάνω εγώ, το κάστρο δεν χάνεται• αν πεθάνης εσύ, χάνεται»». Κόλλησαν» από-πάνου τον Σερπετζέ οι εδικοί μας και ρίξαν παλιόσκουτα αναμμένα και χορτάρια εις τις καμάρες. Μπούκωσε ο καπνός τους Τούρκους• βαστούσε κι' όλο το στράτευμα τα ντουφέκια τους έτοιμα. Κοντά το βράδυ έκαμαν να φύγουν, έρριξαν οι δικοί μας εις τον σωρό και σκοτώθηκαν αρκετοί Τούρκοι.

Αναφορά σε βαρύ τραυματισμό στην ινιακή χώρα με έλλειμμα από το κρανιακό τοίχωμα. Σερπετζές είναι η σκηνή του σημερινού Ηρωδείου, το οποίο αποτελούσε ένα μικρό χωράφι φυτεμένο με κριθάρι για τις ανάγκες των ζώων.

Ο ήρωας αναγνωρίζει την στρατιωτική σημασία του λαγουμιτζή δηλαδή του μηχανικού με τη σημαντική έννοια για την εξέλιξη της μάχης.

Πήγε ο Φαβγές εις τα Μέθενα, έκαμε χαζίρι το σώμα του και το φόρτωσε πολεμοφόδια• κ' εγώ στάθηκα εις την Αίγινα κ' έκαμα έτοιμα αλοιφές και

ξαντά κι' άλλα αναγκαία -κι' όλα μυστικά, ότ' ήταν Τουρκοραγιαδες πολλοί από 'κείνους οπού ήταν φορτωμένοι πέτρες και τους λυτέρωσε ο Κιταγής.

Αναφορά στον Φαβιέρο και στον ανεφοδιασμό του με υγειονομικό υλικό. Δυσμενής αναφορά για τους Έλληνες, οι οποίοι είχαν κατ ουσία προσκυνήσει τον Κιουταχή και όντας υπόχρεοι σε αυτόν ήταν ύποπτοι συνεργασίας μετά του εχθρού.

Κ' εγώ ο δυστυχής άνοιξαν οι πληγές μου από το χτύπημα του αλόγου, όταν βήκαμεν από το κάστρο, και περπατούσα με το κεφάλι τούμπανον• κι' αγερίστηκα• και βήκαν από την πληγή τόσα κόκκαλα και πέτζες δι' αυτές τις δούλεψες με τα χιόνια και κρύον. Άλλαζα τις πληγές και μ' έπιαναν μεγάλες κάψες από τους πόνους• και κιντύνεψα να χαθώ.

Αναφορά του αγωνιστή σε παλιό τραυματισμό, ο οποίος κατέληξε σε χρόνια οστεομυελίτιδα παροξυνόμενη κατά διαστήματα, της οποίας τα γενικά συμπτώματα υποχωρούσαν μετά την παροχέτευση του σπητικού υλικού και την εκροή του από το σχηματισμένο συρίγγιο μαζί με απολύματα. Η κατάσταση αυτή τον συνόδεψε μέχρι το τέλος της ζωής του.

Ηρθε ο κομαντάντης της πιάτζας στελμένος από τον φρούραρχον να γένω χαζίρι σε δυο ώρες να φύγωμεν -θα 'ρθουν να με πάρουν• και να είμαι εις την θέλπισίν τους, να με ξορίσουνε «εις τα νησιά. Τους είπα• «»Είμαι ασθενής εξ-αιτίας των πληγών και θα « κάτζω με την φαμελιά μου να με συγυρίση εις το σπίτι μου. κι' αν έφταιξα, ας με κρίνη η Κυβέρνηση με τους νόμους της πατρίδος μου• και να με παιδέψη «κατά το έγκλημά μου»». Τότε στείλαν γιατρούς• κι' από το γινάτι μου» μ' έπιασε μια μεγάλη κάψη. Με γύμνωσαν, είδαν τις πληγές. Τότε λέγω «του κομαντάντη και των γιατρών• «»Επειδή-τις η Κυβέρνηση δεν έχει πίστη « 'σ εμένα, ότi της λέγω είμαι ασθενής και με γυμνώσετε ως σουλντάτον, δεν ματαθέλω να είμαι εις την 'πηρεσίαν της• ως αξιωματικόν δεν με γνωρίζει, κ' εγώ δεν την γνωρίζω• κι' απαραίτωμαι• και είμαι εις-το-εξής απλός πολίτης. «Και να λάβη και την 'πηρεσίαν της τετραρχίας και το γραφείον»». « Ήρθαν μου μίλησαν πολλοί να μην απαραίτηθώ• δεν στρέχτηκα κι' απαραίτηθηκα. Τότε στέλναν οληνύχτα πεζούρα και καβαλλαρία και με φύλαγαν.

Αγανακτεί ο ήρωας από τη μεταχείριση της υγειονομικής υπηρεσίας του στρατού, η οποία του

συμπεριφέρεται σαν σε νεοσύλλεκτο, απαιτώντας από αυτόν να αφαιρέσει τα ρούχα του προκειμένου να εξεταστούν τα πολεμικά τραύματα και η πορεία τους.

Στα άλλα δημιουργήματα του στρατηγού Μακρυγιάννη συγκαταλέγονται οι λαϊκές εικόνες

των γεγονότων του Αγώνα της Ανεξαρτησίας που έγιναν κατά τις υποδείξεις του και το Έργο του «Οράματα και Θάματα» με ψυχιατρικό κυρίως ενδιαφέρον απότοκο οργανικού ψυχοσυνδρόμου, λόγω της πιθανής αμυλοείδωσης από την χρόνια παραμελημένη οστεομυελίτιδα, από την οποία έπασχε από μακρού.





**Ορθοπαιδική & Τραυματολογική Εταιρεία  
Μακεδονίας - Θράκης**