ΟΣΤΟΥΝ

Έκδοση της Ελληνικής Εταιρείας Μελέτης Μεταβολισμού των Οστών (ΕΕΜΜΟ)

Τόμος 21
Τεύχος 3
Ιούλιος-Αύγουστος-Σεπτέμβριος 2010

Κωδικός 4099

ISSN 1106-109X

ΠΛΗΡΩΜΕΝΟ ΤΕΛΟΣ
ΚΕΜΠ
ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ
Αριθμός Αδείας 341

ΕΛΤΑ Hellenic Post

ΕΝΤΥΠΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΑΡ. ΑΔΕΙΑΣ 341/90
Θράκης 2, 151 24 Μαρούσι

PROTELOS®

Strontium ranelate

SERVIER

www.servier.com
Les Laboratoires Servier France
Υπεύθυνος κυκλοφορίας
ΣΕΡΒΙΕ ΕΛΛΑΣ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ Ε.Π.Ε.
Εθνικής Αντιστάσεως 72 & Αγαμέμνονος, 152 31 Χαλάνδρι, Τηλ.: 2109391000

09 PRO PRESS (21/28) (07)

Η Ενεργή Βιταμίνη D

One-Alpha®

alfacalcidol

Η νέα πρακτική μορφή του One-Alpha® έχει ως σκοπό να διευκολύνει τη μακροχρόνια αγωγή της Οστεοπόρωσης

Κυκλοφορεί και στις μορφές:

- 0.25 μg
- 1 μg
- Drops

Για πλήρεις συνταγογραφικές πληροφορίες μπορείτε να επικοινωνήσετε στην τηλεφωνική γραμμή 210 68 34 322

© LEO copyright One-Alpha AND LEO® ARE REGISTERED TRADEMARKS OWNED BY LEO GROUP

LEO Pharmaceutical Products Hellas Ltd.
Μενεξέδων 10, 145 64 Κηφισιά , Τηλ. 210 6834322, fax. 210 6834342
Γραφείο Βορείου Ελλάδος: Υμηττού 5, 544 53 - Θεσσαλονίκη, Τηλ. 2310 989221, Fax. 2310 989236, http://www.leo.gr

LEO®

ΟΣΤΟΥΝ

ΕΚΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

Τιμή τεύχους € 6
Ετήσια συνδρομή € 24
Φαρμακευτικές εταιρίες € 48

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΥΝΤΑΞΗΣ
Γεώργιος Λυρίτης

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ
Παναγιώτης Παπαγγελόπουλος

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ
Ανδρέας Μαυρογένης

ΜΕΛΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Βοσκάκη Ειρήνη	Πασπάτη Ιωάννα
Γιαννίκου Παναγιώτα	Ράπτου Παναγιώτα
Ιωακειμίδης Δημήτριος	Σάπκας Γεώργιος
Καπετάνος Γεώργιος	Τζάνος Γεώργιος
Καραχάλιος Θεόφιλος	Τροβάς Γεώργιος
Μπάκας Ελευθέριος	Χάλντη Λούμπνα
Παπαϊωάννου Νικόλαος	Χατζηδάκης Δημήτριος

ISSN 1106 109X

QUARTERLY PUBLICATION OF THE HELLENIC SOCIETY FOR THE STUDY OF BONE METABOLISM

EDITOR IN CHIEF
George Lyritis

ASSOCIATE EDITOR
P. Papagelopoulos

ASSISTANT EDITOR
A. Mavrogenis

EDITORIAL BOARD

I. Voskaki	I. Paspati
P. Giannikou	P. Raptou
D. Ioakimidis	G. Sapkas
G. Kapetanos	G. Tzanos
Th. Karahalios	G. Trovas
E. Bakas	L. Khaldi
N. Papaioannou	D. Hadjidakis

Συνδρομές/Διαφημίσεις: κα Φωτεινή Παχούλα, Τηλ. 210 6128606

DTP: Υλονομη, Τηλ. 210 2846530, Παραγωγη: Press Line, Τηλ. 210 5225479

ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΕΕΜΜΟ 2009–2010

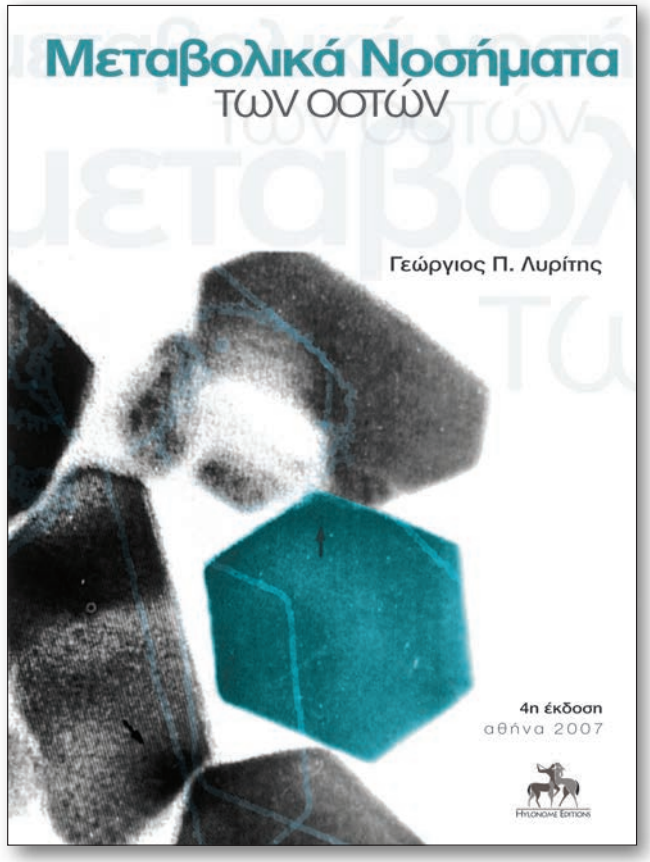
Προεδρος
Θεόφιλος Καραχάλιος

Αντιπροεδρος
Ευαγγελία Καταξάκη

Γενικος Γραμματεας
Χρήστος Κοσμίδης

Ταμιας
Αριστείδης Λαγουδάκης

Μελη
Φίλιππος Καλδρυμίδης
Βικτωρία Καραμήτσιου
Γεώργιος Τροβάς



Η δύναμη της έρευνας και της επιστήμης σε έναν μοναδικό συνδυασμό

www.noynoycalciplus.gr

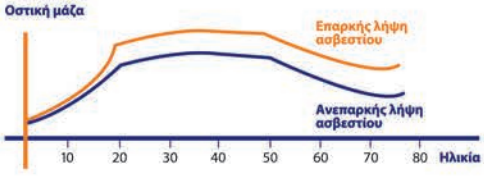
Η καθημερινότητα μιας γυναίκας είναι γεμάτη από μικρές και μεγάλες κινήσεις.

Κάποιες από αυτές είναι απλές και άλλες πιο έντονες.

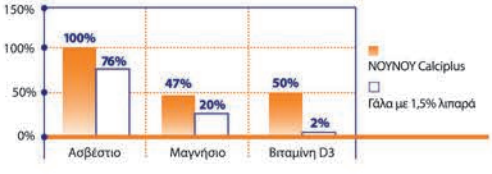
Όλες βασίζονται σε ένα γερό σκελετό, σε ένα γερό σώμα.

Γι' αυτό είναι σημαντικό όλοι μας να θωρακίζουμε τα οστά μας και να διατηρούμε ένα γερό σκελετό και κυρίως οι γυναίκες, οι οποίες έχουν αυξημένες διατροφικές ανάγκες σε ασβέστιο, μαγνήσιο και βιταμίνη D3. Το ασβέστιο και το μαγνήσιο είναι τα πιο βασικά δομικά συστατικά των οστών και η βιταμίνη D3 συμβάλλει στην αύξηση της απορρόφησής τους στο έντερο και στη συγκράτησή τους στα οστά.

Εξέλιξη της οστικής μάζας στις γυναίκες



Κάλυψη της Συνιστώμενης Ημερήσιας Πρόσληψης με 2 ποτήρια γάλα (500 ml)



Γι' αυτό το ΝΟΥΝΟΥ Calciplus έχει δημιουργήσει μια σειρά προϊόντων (γάλα και γιαούρτι), που περιέχει τον πολύτιμο συνδυασμό Ασβεστίου, Μαγνησίου και Βιταμίνης D3, εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη απορρόφηση και συγκράτηση του ασβεστίου από τα οστά.

Σύμφωνα με μελέτες*, ο συνδυασμός αυτός του ΝΟΥΝΟΥ Calciplus αυξάνει την οστική μάζα με μετρήσιμα αποτελέσματα, + 8% στην περιοχή της σπονδυλικής στήλης και +4% στην περιοχή της λεκάνης.

NOYNOY®
Calciplus
Γερή, ώς το κόκκαλο.

Επίσημος χορηγός των:

ΕΛΙΟΣ Ελληνικό Ίδρυμα Οστεοπόρωσης

* Κλινική μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τις επιστημονικές ομάδες του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου και της Ιατρικής Σχολής Αθηνών σε δείγμα 101 μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών ηλικίας 55-65 ετών.

ADEL SAATCHI & SAATCHI

Η υγεία των οστών μας δεν είναι παιχνίδι...

GREY

Για υγιή οστά... ασβέστιο.

Η εμμηνόπαυση, η εγκυμοσύνη, η γαλουχία αυξάνουν τις ανάγκες του οργανισμού σε ασβέστιο. Η έλλειψη άσκησης, η υπερκατανάλωση καφέ και αλκοόλ, το κάπνισμα αυξάνουν τον κίνδυνο για οστεοπόρωση σε άνδρες και γυναίκες.

Το Caltrate συμπληρώνει καθημερινά τη διατροφή σε ασβέστιο και βιταμίνη D.

- Περιέχει 600mg στοιχειακού ασβεστίου καθώς και βιταμίνη D για κλινικά αποδεδειγμένη απορρόφηση του ασβεστίου.
- Σε μορφή **δισκίου** για εύκολη λήψη.

ΣΤΑ ΦΑΡΜΑΚΕΙΑ

Αρ. Γνωστοποίησης ΕΟΦ: 10173/11.02.2010

Pfizer Hellas A.E.,
Λ. Μεσογείων 243, 154 51 Ν. Ψυχικό.
Για πληροφορίες: 210-99.49.500

No 1 στον κόσμο

Συμπλήρωμα ασβεστίου με Βιταμίνη D

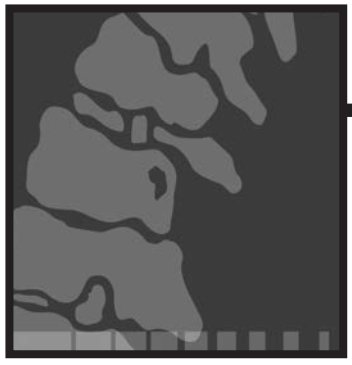
Caltrate®

Σωστή φροντίδα για γερά οστά!

CAL.10.JUL.005

Pfizer

Τα συμπληρώματα διατροφής δεν υποκαθιστούν την ενδεδειγμένη και ισορροπημένη διατροφή, αλλά την συμπληρώνουν



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Τόμος 21, Τεύχος 3, Ιούλιος-Αύγουστος-Σεπτέμβριος 2010

Μελορεόστωση
Α.Φ. Μαυρογένης και συν 144

Φθορίωση
Γ. Κόλλιας και συν 147

Πτώσεις: επιδημιολογία, παθοφυσιολογία και κίνδυνος καταγμάτων
Α. Κούκος και συν 151

Εμφάνιση τέτανου σε έδαφος παραμελημένου τραύματος δακτύλου. Παρουσίαση περιστατικού
Σ. Κυριακόπουλος και συν 159

Βασικές αρχές εμβιομηχανικής των οστών
Β.Ι. Σακελλαρίου και συν 164

Οδηγίες προς τους συγγραφείς 176

Προσεχείς Επιστημονικές Εκδηλώσεις 178

Melorheostosis
A.F. Mavrogenis et al 144

Fluorosis
G. Kollias et al 147

Falls: incidence, pathophysiology and risk of fractures
A. Koukos et al 151

Development of tetanus due to neglected finger wound. A case report
S. Kyriakopoulos et al 159

Basic principles of bone biomechanics
V.I. Sakellariou et al 164

Instructions to authors 176

Scientific Meetings 178

Μελορεόστωση

Α.Φ. ΜΑΥΡΟΓΕΝΗΣ[1], Γ. ΚΟΛΛΙΑΣ[2], Β.Ι. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ[1], Σ. ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ[2], Π.Ι. ΠΑΠΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ[1]
[1] Α' Ορθοπαιδική Κλινική, Πανεπιστήμιο Αθηνών
[2] Γ' Ορθοπαιδική Κλινική, Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η μελορεόστωση είναι μία προοδευτική διαταραχή του μεταβολισμού κυρίως των μακρών οστών με κύριο χαρακτηριστικό τη φλοιώδη υπερόστωση. Κλινικά οι ασθενείς εμφανίζουν παραμορφώσεις των αρθρώσεων και αναφέρουν συνεχή, χαμηλής έντασης πόνο. Η διάγνωση γίνεται ακτινολογικά και ιστολογικά. Η συντηρητική θεραπεία στοχεύει στην αντιμετώπιση του πόνου και η χειρουργική θεραπεία στη διόρθωση των παραμορφώσεων.

Λέξεις κλειδιά: Μελορεόστωση

Melorheostosis

A.F. MAVROGENIS[1], G. KOLLIAS[2], V.I. SAKELLARIOU[1], S. PNEUMATICOS[2], P.J. PAPAGELOPOULOS[1]
[1] First Department of Orthopaedics, Athens University Medical School
[2] Third Department of Orthopaedics, Athens University Medical School

Summary

Melorheostosis is a progressive metabolic disorder of bone tissue, especially at long bones. The most characteristic feature is the wide cortex. Symptoms are pain and deformities of the joints. The diagnosis is based on X-rays and pathology. Conservative treatment focuses on pain limitation. The deformities can be corrected only surgically.

Keywords: Melorheostosis

Εισαγωγή

Η μελορεόστωση είναι μία προοδευτική διαταραχή του μεταβολισμού κυρίως των μακρών οστών με κύριο χαρακτηριστικό τη φλοιώδη υπερόστωση [1-5]. Οι παραμορφώσεις συνήθως αφορούν τα μακρά οστά. Τα κάτω άκρα προσβάλλονται συχνότερα από τα άνω και το προσβεβλημένο οστούν συνήθως είναι βραχύτερο συγκριτικά με το φυσιολογικό. Το προσβεβλημένο μέλος μπορεί να εμφανίζεται μεγαλύτερο συγκριτικά με το ετερόπλευρο με το υπερκείμενο δέρμα να είναι τεταμένο ή ερυθηματώδες. Κατά την κλινική εξέταση μπορεί να παρατηρηθούν ινώματα, ινολιπώματα, και σηραγγώδη αιμαγγειώματα. Οι συνήθεις εργαστηριακές εξετάσεις των ασθενών είναι εντός φυσιολογικών ορίων [1,3-5].

Κλινική εικόνα

Οι ασθενείς αναφέρουν βύθιο, συνεχή, χαμηλής εντάσεως πόνο στην παρακείμενη άρθρωση. Σταδιακά, μπορεί να εκδηλωθεί σύγκαμψη της παρακείμενης άρθρωσης λόγω συμφύσεων και ίνωσης των μαλακών ιστών. Επίσης, μπορεί να παρατηρηθούν αποτιτανώσεις των περιαρθρικών μαλακών μορίων, παραμόρφωση της άρθρωσης, ανισοσκελία, μυϊκή ατροφία και εξάρθρημα της επιγονατίδος. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι ασθενείς είναι ασυμπτωματικοί (συχνότερα τα παιδιά σε σχέση με τους ενήλικες), και η νόσος μπορεί να διαγνωσθεί τυχαία, σε ακτινολογική εξέταση η οποία πραγματοποιήθηκε για άλλο λόγο [1,3-5].

Ακτινολογική εικόνα

Η χαρακτηριστική ακτινολογική εικόνα της μελορεόστωσης είναι αυτή του «λιωμένου κεριού» με συχνότερες θέσεις εντόπισης τα οστά των κάτω και άνω άκρων, το κρανίο, τη σπονδυλική στήλη, τις πλευρές και την πύελο (Εικόνες 1 και 2). Η νόσος ωστόσο, μπορεί να εντοπίζεται και στα οστά των αρθρώσεων του ώμου ή του ισχίου [2,3]. Στα παιδιά, το κύριο ακτινο-

Εικ. 1. Μελορεόστωση της κνήμης και της περόνης σε ασθενή 25 ετών.

Εικ. 2. Φλοιώδης υπερόστωση και εικόνα «λιωμένου κεριού» σε ασθενή με μελορεόστωση.

λογικό χαρακτηριστικό είναι η φλοιώδης υπερόστωση. Στους ενήλικες μπορεί επίσης να εμφανιστεί ακτινολογικά εικόνα φλοιώδους υπερόστωσης, με συνεχή ή τμηματική προσβολή του οστού, και σαφή, οξύ διαχωρισμό από το υγιές οστούν. Η νόσος μπορεί να προσβάλλει ένα ή περισσότερα οστά, ή σπανιότερα μπορεί να εντοπίζεται σε περισσότερα από ένα άκρα και στον κορμό. Όταν η νόσος εντοπίζεται στην κνήμη ή το αντιβράχιο, τότε συνήθως μόνο το ένα από τα δύο οστά εμφανίζουν τις χαρακτηριστικές αλλοιώσεις. Στην περίπτωση περιαρθρικών αποτιτανώσεων, η νόσος θεωρείται εκτεταμένη. Στην πολυοστική μορφή της μελορεόστωσης, η υπερόστωση επεκτείνεται από το ένα οστούν στο επόμενο, κατά σχεδόν συνεχή τρόπο. Άλλα ακτινολογικά ευρήματα είναι οι πυκνές οστικές νησίδες στις επιφύσεις των προσβεβλημένων οστών και οι εξωσκελετικές μάζες μαλακών μορίων. Το σπινθηρογράφημα των οστών μπορεί να δείξει αυξημένη καθήλωση του ραδιοϊσοτόπου στις περιοχές των προσβεβλημένων οστών και των μαλακών μορίων [2,3].

Η ακτινολογική διαφορική διάγνωση θα πρέπει να περιλαμβάνει την οστεοποιό περιοστίτιδα, την οστεοποιό μυΐτιδα, την έκτοπη οστεοποίηση και το περιοστικό αιμάτωμα [1-5].

Ιστολογία

Μακροσκοπικά, ο φλοιός του προσβεβλημένου οστού είναι παχυσμένος και προκαλεί στένωση του μυελικού αυλού. Μικροσκοπικά, το παχυσμένο πεταλιώδες οστούν μπορεί να προκαλεί στένωση των σωλήνων του Havers και ο μυελός των οστών μπορεί να εμφανίζει μερικού βαθμού ινώδη εκφύλιση. Επίσης, νέος οστίτης και χονδρικός ιστός μπορεί να σχηματίζονται στα περιαρθρικά μαλακά μόρια και οστικές νησίδες μπορεί να παρατηρούνται στις επιφύσεις των μακρών οστών και στα μικρά οστά των άκρων χειρών και ποδών. Γενικά, το υπεροστωτικό οστούν είναι έντονα σκληρυντικό και δεν παρατηρείται αυξημένη οστεοκλαστική δραστηριότητα [1].

Θεραπεία

Η συντηρητική θεραπεία συνίσταται στην αντιμετώπιση του πόνου με χορήγηση αναλγητικών φάρμακων και στην πρόληψη των παραμορφώσεων των αρθρώσεων με την εφαρμογή κατάλληλων ναρθήκων [4].

Ενδείξεις χειρουργικής θεραπείας είναι η διόρθωση των συγκάμψεων των αρθρώσεων και η διόρθωση

της ανισοσκελίας. Στην πρώτη περίπτωση πραγματοποιείται λύση των συμφύσεων. Στη δεύτερη περίπτωση, η διατατική οστεογένεση με τη μέθοδο Ilizarov μπορεί να είναι περισσότερο αποτελεσματική από τις διορθωτικές οστεοτομίες, για την αποφυγή ελκτικής κάκωσης των νευραγγειακών δεματίων [5].

Correspondence
P.J. Papagelopoulos,
4 Christobasili str,
N. Psychikon, Athens, Greece
E-mail: pjp@hol.gr

Αλληλογραφία
Π.Ι. Παπαγγελόπουλος,
Χριστοβασίλη 4,
Νέο Ψυχικό, Αθήνα
E-mail: pjp@hol.gr

Βιβλιογραφία

1. Campbell CJ, Papademetriou T, Bonfiglio M (1968). Melorheostosis. A report of the clinical, roentgenographic, and pathological findings in fourteen cases. J Bone Joint Surg Am 50(7):1281-304.
2. Bansal A (2008). The dripping candle wax sign. Radiology 246(2):638-40.
3. Freyschmidt J (2001). Melorheostosis: a review of 23 cases. Eur Radiol 11(3):474-9.
4. Dimar JR II, Campion TS (1987). Melorheostosis: two case presentations and review of the literature. Orthop Rev 16(9):615-21.
5. Yildirim C, Ozyürek S, Ciçek EI, Kuskucu M (2009). Melorheostosis in the upper extremity. Orthopedics 32(4).

Φθορίωση

Γ. ΚΟΛΛΙΑΣ[1], Α.Φ. ΜΑΥΡΟΓΕΝΗΣ[2], Β. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ[2], Σ. ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ[1], Π.Ι. ΠΑΠΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ[2]
[1] Γ' Ορθοπαιδική Κλινική, Πανεπιστήμιο Αθηνών
[2] Α' Ορθοπαιδική Κλινική, Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η φθορίωση προσβάλλει το μυοσκελετικό σύστημα και ιδιαίτερα τον αξονικό σκελετό. Οι ακτινολογικές και ιστολογικές αλλοιώσεις των οστών είναι χαρακτηριστικές και η διαφορική διάγνωση περιλαμβάνει αρκετές μεταβολικές νόσους των οστών. Η θεραπεία στηρίζεται κυρίως στην πρόληψη της νόσου και στη χειρουργική διόρθωση των σκελετικών παραμορφώσεων.

Λέξεις κλειδιά: Φθορίωση

Fluorosis

G. KOLLIAS[1], A.F. MAVROGENIS[2], V. SAKELLARIOU[2], S. PNEUMATICOS[1], P.J. PAPAGELOPOULOS[2]
[1] Third Department of Orthopaedics, Athens University Medical School
[2] First Department of Orthopaedics, Athens University Medical School

Summary

Fluorosis affects the musculoskeletal system and especially the axial skeleton. There are characteristic radiological and pathological abnormalities and the differential diagnosis includes a lot of metabolic bone diseases. Therapy is based on prevention and surgical treatment goals to the correction of skeletal deformities.

Keywords: Fluoridation

Εισαγωγή

Η φθορίωση είναι διαταραχή του μεταβολισμού η οποία προσβάλλει το μυοσκελετικό σύστημα και ιδιαίτερα τον αξονικό σκελετό. Η προσβολή εξαρτάται από τη διάρκεια και το επίπεδο έκθεσης στο φθόριο [1-4]. Η μακροχρόνια έκθεση έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση αναιμίας και στιγμάτων στα δόντια (Εικόνα 1). Από το μυοσκελετικό σύστημα μπορεί να παρατηρηθούν πόνοι στα άκρα, παραμορφώσεις των αρθρώσεων (όπως βλαισογονία και περιορισμός του εύρους κίνησης) (Εικόνα 2), παραμόρφωση της σπονδυλικής στήλης σε κύφωση, νευρολογική σημειολογία λόγω συμπίεσης του νωτιαίου μυελού ή των νωτιαίων ριζών και παραμόρφωση των αρθρώσεων των ισχίων σε κάμψη [2,5-8].

Εικ. 1. Στίγματα των οδόντων σε ασθενή με φθορίωση.

Κλινική εικόνα

Κύρια χαρακτηριστικά κλινικά ευρήματα είναι η δυσκαμψία της σπονδυλικής στήλης και η νευρολογική συμπτωματολογία από την πίεση του νωτιαίου μυελού ή των νωτιαίων ριζών. Χαμηλή οσφυαλγία παρατηρείται σε ποσοστό περίπου 70% των ασθενών, ενώ στο ίδιο περίπου ποσοστό παρατηρείται ριζιτικός πόνος στα κάτω ή/και τα άνω άκρα. Το 50% των ασθενών εμφανίζει δυσλειτουργία και το 30% παραμορφώσεις των αρθρώσεων, ενώ το 20% των ασθενών εμφανίζει ανορεξία [6-12].

Εικ. 2. Παραμόρφωση των κνημών σε ασθενή με φθορίωση.

Εικ. 3. Πρόσθια συνδεσμόφυτα της σπονδυλικής στήλης σε ασθενή με φθορίωση.

Ακτινολογική εικόνα

Τα ακτινολογικά ευρήματα ποικίλουν. Σε ποσοστό περίπου 45% των ασθενών διαπιστώνεται σκλήρυνση των οστών [7]. Επίσης, μπορεί να παρατηρηθεί οστεοπενία, με ποσοστό περίπου 20% των ασθενών να εμφανίζουν χαρακτηριστικά οστεοπορώσεως και περίπου 20% χαρακτηριστικά οστεομαλακίας. Γενικά, οι οστικές αλλοιώσεις της φθορίωσης εμφανίζονται στον αξονικό σκελετό. Το κρανίο των ενηλίκων εμφανίζεται παχυσμένο και πυκνωτικό (ιδίως στα οστά της βάσης), και μπορεί να παρατηρηθεί αποτιτάνωση του δρέπανου του εγκεφάλου. Στη σπονδυλική στήλη μπορεί να παρατηρηθούν οστεόφυτα των σπονδύλων και αποτιτάνωση των στερνοπλευρικών και πλευρικών χόνδρων (Εικόνα 3). Οι σπόνδυλοι επίσης, μπορεί να εμφανίζουν ιδιαίτερη σκλήρυνση, πιο έντονη σε σχέση με τον υπόλοιπο σκελετό (Εικόνα 4). Στα μακρά οστά παρατηρείται τραχεία και ανώμαλη δοκίδωση, διεύρυνση των διαφύσεων καθώς, και υποπεριοστική σύνθεση νέου οστού (Εικόνα 5). Η μακροχρόνια έκθεση στο φθόριο μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση αποτιτανώσεων στα μαλακά μόρια (μεσόστεοι υμένες, μυς, σύνδεσμοι, προσφύσεις τενόντων). Σε ενδημικές περιοχές της νόσου ποσοστό περίπου 90% των ασθενών εμφανίζει αποτιτανώσεις των συνδέσμων και περίπου το 70% εμφανίζει «γραμμές της ανάπτυξης», οι οποίες αντιστοιχούν σε ζώνες αυξημένης αποτιτάνωσης [7]. Το σπινθηρογράφημα των οστών αποκαλύπτει αυξημένη πρόσληψη του ραδιοϊσοτόπου στον αξονικό σκελετό και το σκελετό των άκρων, μειωμένη πρόσληψη στα μαλακά μόρια και πτωχή απεικόνιση ή «σιγή» των νεφρών. Συχνά, στο σπινθηρογράφημα οι στερνοπλευρικές συγχονδρώσεις εμφανίζουν αυξημένη πρόσληψη ραδιοϊσοτόπου. Ακτινολογική εκτίμηση των διαταραχών της οδοντοφυΐας μπορεί να γίνει και κατά την παιδική ηλικία [7-10].

Εικ. 4. Σκλήρυνση των σπονδύλων σε ασθενή με φθορίωση.

Η ακτινολογική διαφορική διάγνωση θα πρέπει να περιλαμβάνει το μεταστατικό καρκίνο των οστών

Εικ. 5. Σκλήρυνση των οστών της πυέλου και τραχεία πάχυνση των οστεοδοκίδων σε ασθενή με φθορίωση.

(οστεοβλαστικές μεταστάσεις), τη μυελοσκλήρυνση, τη νόσο Paget, το οστεοσκληρυντικό μυέλωμα, τη συστηματική μαστοκύττωση, τον υποπαραθυρεοειδισμό και τον ψευδο-υποπαραθυρεοειδισμό [7-12].

Ιστολογία

Μακροσκοπικά, τα οστά εμφανίζουν ανώμαλη επιφάνεια και αυξημένο βάρος. Οι προσφύσεις των μυών στα οστά προβάλλουν έντονα και ανώμαλα, οι μεσόστεοι υμένες μπορεί να είναι οστεοποιημένοι και οι σύνδεσμοι αποτιτανωμένοι. Συχνά, τα οστά του κρανίου δεν εμφανίζουν τη χαρακτηριστική διπλόη και το εφίππειο μπορεί να είναι οστεοποιημένο. Όσον αφορά στη σπονδυλική στήλη, μπορεί να διαπιστωθούν αποτιτανώσεις του ωχρού συνδέσμου, διογκωμένοι σπόνδυλοι με οστεόφυτα και αυτόματη σπονδυλοδεσία σε μακροχρόνια έκθεση στο φθόριο. Οι πλευρές είναι διογκωμένες και η επιφάνεια πρόσφυσης των μεσοπλεύριων μυών είναι τραχεία [1,2,5,6,8].

Μικροσκοπικά, το οστεοειδές εμφανίζεται ανώμαλα εναποτεθειμένο, με μεταβολή των χρωστικών χαρακτηριστικών του, με έντονες γραμμές οστεοποίησης (cement lines), με αυξημένο αριθμό ανώμαλα διατεταγμένων οστεοκυττάρων και με επέκταση προς τους παρακείμενους σκελετικούς μύες. Επίσης, το σύστημα του Havers εμφανίζει αυξημένη διάμετρο στο φλοιό των οστών. Η ιστολογική διαφορική διάγνωση θα πρέπει να περιλαμβάνει την οστεοπέτρωση και τη νόσο Paget [1,2,5,6,8].

Θεραπεία

Βασικό στοιχείο της θεραπείας είναι η πρόληψη η οποία, περιλαμβάνει περιορισμό της έκθεσης στο φθόριο και έγκαιρη αναγνώριση της εστίας της νόσου. Η αντιμετώπιση του μυοσκελετικού πόνου γίνεται με τα συνήθη συντηρητικά μέσα ενώ, η χειρουργική θεραπεία αποσκοπεί μόνο στη διόρθωση των σκελετικών παραμορφώσεων [1,2,4,7,9-12].

Correspondence
P.J. Papagelopoulos,
4 Christobasili str,
N. Psychikon, Athens, Greece
E-mail: pjp@hol.gr

Αλληλογραφία
Π.Ι. Παπαγγελόπουλος,
Χρηστοβασίλη 4,
Νέο Ψυχικό, Αθήνα
E-mail: pjp@hol.gr

Βιβλιογραφία

1. Reddy DR (2009). Neurology of endemic skeletal fluorosis. Neurol India 57(1):7-12.
2. Machoy-Mokrzyńska A, Machoy Z (2006). Current trends in fluorine research. Ann Acad Med Stetin 52(Suppl.1):73-7.
3. Machoy-Mokrzyńska A (2004). Fluorine as a factor in premature aging. Ann Acad Med Stetin 50(Suppl.1):9-13.
4. Li GS, Jing L, Xu H (2005). Progress of study on endemic fluorosis. Zhonghua Bing Li Xue Za Zhi 34(10):632-4.
5. Li L (2003). The biochemistry and physiology of metallic fluoride: action, mechanism, and implications. Crit Rev Oral Biol Med 14(2):100-14.
6. Razumov VV (2000). The nature of fluorosis from the viewpoint of intercellular interactions concept in connective tissue system (analytic review). Med Tr Prom Ekol (6):25-30.
7. Kleerekoper M (1996). Fluoride and the skeleton. Crit Rev Clin Lab Sci 33(2):139-61.
8. Saraux A, Bouillin D, Jeandel P, Abdoulaye L, Le Goff P (1994). Epidemiology of bone fluorosis of hydrotelluric origin. Rev Rhum Ed Fr 61(11):847-51.

9. Németh L, Zsögön E (1989). Occupational skeletal fluorosis. Baillieres Clin Rheumatol 3(1):81-8.
10. Franke J (1988). Fluoride and osteoporosis. Ann Chir Gynaecol 77(5-6):235-45.
11. Krishnamachari KA (1986). Skeletal fluorosis in humans: a review of recent progress in the understanding of the disease. Prog Food Nutr Sci 10(3-4):279-314.
12. Smith GE (1985). Fluoride, teeth and bone. Med J Aust 143(7):283-6.
13. Skeletal fluorosis and dietary calcium, vitamin C and protein. Nutr Rev 1974; 32(1):13-5.

ΟΣΤΟΥΝ (2010) 21 (3): 151-158 Ανασκόπηση

Πτώσεις: επιδημιολογία, παθοφυσιολογία και κίνδυνος καταγμάτων

Α. ΚΟΥΚΟΣ, Β.Ι. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ, Β. ΤΣΟΥΠΑΡΟΠΟΥΛΟΣ, Α.Φ. ΜΑΥΡΟΓΕΝΗΣ, Π.Ι. ΠΑΠΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ
Α΄ Ορθοπαιδική Κλινική Πανεπιστημίου Αθηνών, ΠΓΝ ΑΤΤΙΚΟΝ, Χαϊδάρι

Περίληψη

Οι πτώσεις είναι συνηθισμένες στους ηλικιωμένους και συχνά καταλήγουν σε τραυματισμό, ανικανότητα, ιδρυματοποίηση. Αν και οι αιτίες είναι περίπλοκες,οι περισσότερες πτώσεις είναι αποτέλεσμα μιας αλληλεπίδρασης ατομικών χαρακτηριστικών, που αυξάνουν την επιρρέπεια κάθε ατόμου για πτώση και παραγόντων που μεσολαβούν με αιφνίδιο τρόπο και που παρέχουν τις προϋποθέσεις για πτώση. Προδιαθεσικοί παράγοντες για πτώση περιλαμβάνουν τις ηλικιακά σχετιζόμενες αλλαγές στη δύναμη και την σωματική ισορροπία, συννοσηρότητα της ηλικίας όπως οστεοαρθρίτιδα, έκπτωση όρασης, άνοια, χρήση ψυχοτρόπων φαρμάκων και η σχετική υπόδηση. Λιγότερες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στους οξείς εκλυτικούς παράγοντες τη στιγμή που περιβαλλοντικοί και περιστασιακοί παράγοντες είναι ξεκάθαρα σημαντικοί για τον κίνδυνο πτώσης. Περίπου 30% των πτώσεων οδηγούν σε τραυματισμό,που απαιτεί ιατρικής περίθαλψης ενώ 10% οδηγούν σε κάταγμα. Κατάγματα σχετιζόμενα με πτώσεις έχουν πολυπαραγοντική αιτιολογία. Επιπρόσθετα των παραδοσιακών παραγόντων κινδύνου ο τρόπος που θα γίνει η πτώση, η δύναμη της πρόσκρουσης, η οστική αντοχή είναι σημαντικοί καθοριστές του αν ένα κάταγμα θα συμβεί ως αποτέλεσμα ενός και μόνο γεγονότος. Τα τελευταία χρόνια πολλές έρευνες έχουν οδηγηθεί στην ανάπτυξη αποτρεπτικών μεθόδων για τα κατάγματα, που σχετίζονται δρασικά με τις συνθήκες της πτώσης και αυτών που σχετίζονται με την πτώση αυτή καθεαυτή.

Λέξεις κλειδιά: Πτώσεις, Ηλικιωμένοι, Κατάγματα, Συνοδές παθήσεις

Falls: incidence, pathophysiology and risk of fractures

A. KOUKOS, V.I. SAKELLARIOU, V. TSOUPAROPOULOS, A.F. MAVROGENIS, P.J. PAPAGELOPOULOS
First Department of Orthopaedics, Athens University Medical School

Summary

Falls are common in the elderly, and frequently result in injury, disability, and institutionalization. Although the causes of falls are complex, most falls result from an interaction between individual characteristics that increase an individual's propensity to fall and acute mediating risk factors that provide the opportunity to fall. Predisposing risk factors include age-associated changes in strength and balance, age-associated comorbidities such as osteoarthritis, visual impairment and dementia, psychotropic medications, and certain footwear. Fewer studies have focused on acute precipitating factors, but environmental and situational factors are clearly important to the risk of falls. Approximately 30% of falls result in an injury that requires medical attention and with fractures occurring in approximately 10% of falls. Fractures associated with falls are multi-factorial in origin. In addition to the traditional risk factors for falls, the fall descent, fall impact, and bone strength are all important determinants of whether a fracture will occur as a result of an event. In recent years, numerous studies have been directed toward the development of effective fall and fall-related fracture prevention interventions.

Keywords: Falls, Elderly, Fractures, Comorbidities

Εισαγωγή και επιδημιολογία

Οι πτώσεις είναι ένα απο τα σημαντικότερα προβλήματα που έχουν να αντιμετωπίσουν οι ηλικιωμένοι σήμερα. Σχεδόν ένα στα τρία άτομα, άνω των 65 ετών μέλη της κοινότητας και σχεδόν οι μισοί απο τους ιδρυματοποιημένους ηλικιωμένους άνω των 80 ετών θα πέσουν κάθε χρόνο [1]. Σχεδόν οι μισοί απο αυτούς που πέφτουν θα ξαναπέσουν τον επόμενο χρόνο [1]. Ενώ οι περισσότερες πτώσεις δεν οδηγούν σε τραυματισμό, 31% έχουν σαν αποτέλεσμα τραυματισμούς, που απαιτούν ιατρική φροντίδα ή περιορισμό των δραστηριοτήτων για μια τουλάχιστον μέρα [2]. Οι περισσότεροι απο αυτούς είναι κακώσεις μαλακών

μορίων, 10-15% οδηγούν σε κάταγμα, 5%οδηγούν σε σοβαρότερο ταυματισμό των μαλακών μορίων ή σε τραυματισμό της κεφαλής [3]. Οι γυναίκες αναφέρουν 50% συχνότερα τραυματισμό απο πτώση σε σύγκριση με τους άνδρες [2]. Η επίπτωση των μειζόνων τραυματισμών μαλακών μορίων ή καταγμάτων είναι διπλάσια για αυτούς που έχουν κατ'οίκον νοσηλεία σε σχέση με αυτούς που διαμένουν στην κοινότητα [4]. Οι πτώσεις μπορεί να έχουν ομως και άλλες σοβαρές επιπτώσεις πέραν του σοβαρού τραυματισμού. Μπορεί να σχετίζονται με μεγάλη λειτουργική έκπτωση, κοινωνική απόσυρση, άγχος, κατάθλιψη, αυξημένη χρήση ιατρικών υπηρεσιών. Ο φόβος για πτώση είναι κάτι σύνηθες για τους ηλικιωμένους ανθρώπους και έχει συσχετιστεί με μειωμένη κινητικότητα και μειωμένο λειτουργικό προφίλ [6]. Σαν αποτέλεσμα αυτού οι μεγαλύτεροι έχουν αυξημένη πιθανότητα να ιδρυματοποιηθούν άσχετα με το αν έχουν υποστεί μια τραυματική πτώση. Το συνολικό κόστος των τραυματικών πτώσεων για το Αμερικάνικο σύστημα υγείας είναι σημαντικό. Σχεδόν το 8% των ατόμων άνω των 70 ετών θα αναζητήσει ιατρική φροντίδα στα επείγοντα μετά από τραυματική πτώση και περίπου το ένα τρίτο θα εισαχθεί στο νοσοκομείο [7,8]. Το 2000 το εθνικό σύστημα υγείας των ΗΠΑ ξόδεψε $19 δισεκατομμύρια για τις κακώσεις που σχετίζονταν με πτώσεις [9]. Κατάγματα ισχίου,που σχετίζονται συχνά με πτώσεις κοστίζουν $8,7 δισεκατομμύρια το χρόνο [10]. Αν και οι κακώσεις απο πτώση δεν είναι συνηθισμένη αιτία θανάτου στους ηλικιωμένους, πτώσεις μετά απο ατύχημα είναι η κυριότερη αιτία ακούσιου τραυματικού θανάτου στις ηλικίες άνω των 65 [11]. Ο θάνατος που σχετίζεται με πτώση αυξάνει με την προχωρημένη ηλικία και τη συννοσηρότητα [12]. Αρκετές τραυματικές κακώσεις, όπως αυτές του ισχίου σχετίζονται με μεγάλη θνησιμότητα ιδίως εντός των πρώτων έξι μηνών και αφορούν πιο πολύ τους άνδρες [12].

Παθοφυσιολογία των πτώσεων

Η πλειονότητα των πτώσεων δεν είναι αποτέλεσμα μιας μόνο αιτίας, αλλά αλληλεπίδραση ατομικών ενδογενών παραγόντων και περιστασιακών παραγόντων κινδύνου.

Ατομικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με πτώση

Στους ηλικιωμένους ασθενείς η επίπτωση των πτώσεων αυξάνει σταθερά με την ηλικία [1]. Όχι μόνο τα χρόνια ιατρικά προβλήματα σχετίζονται με πτώσεις, όπως διανοητική έκπτωση και αρθρίτιδα που είναι συχνότερα σε αυτές τις ηλικίες αλλά και φυσιολογικές αλλαγές της φυσιολογικής γήρανσης πιστεύεται ότι αυξάνουν τον κίνδυνο πτώσης [13].

Προοπτικές μελέτες σε ομάδες ασθενών έχουν εντοπίσει ένα μεγάλο αριθμό παθολογικών καταστάσεων που προδιαθέτουν σε πτώσεις. Η νόσος του Parkinson ίσως αυξάνει τον κίνδυνο μέσω ενός μεγάλου αριθμού μηχανισμών συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης ακαμψίας του μυικού συστήματος των κάτω άκρων, της βραδυκινησίας, της ορθοστατικής υπότασης και της νοητικής έκπτωσης σε ορισμένες καταστάσεις [14]. Το εγκεφαλικό επεισόδιο, μια άλλη νευρολογική πάθηση σχετίζεται σταθερά με το ενδεχόμενο πτώσεων. Μία μελέτη με 124 γυναίκες που είχαν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο με προβλήματα όρασης, μειωμένης ισορροπίας μέσω απώλειας της περιφερικής αίσθησης ή της παρεγκεφαλιδικής λειτουργίας, και υπολειπόμενης ζάλης σχετίζονταν με επανειλημμένες πτώσεις [15]. Η μυική αδυναμία σ'αυτή την ομάδα ασθενών ήταν λιγότερο προβλεπτική για το ενδεχόμενο πτώσης. Άνοια ανεξαρτήτως αιτιολογίας είναι ισχυρός προγνωστικός παράγοντας, εν μέρει, εξαιτίας της μειωμένης εγρήγορσης [1]. Η οστεοαρθρίτιδα είναι ένας άλλος παράγοντας που σχετίζεται με τις πτώσεις [16]. Η οστεοαρθρίτιδα του ισχίου ή του γόνατος ίσως αυξάνει την πιθανότητα για πτώση ελαττώνοντας την ικανότητα για διορθωτικούς χειρισμούς της κίνησης γύρω από αντικείμενα. Η σταθερότητα της στάσης του κορμού επηρεάζεται όταν υπάρχει η τάση να αποφεύγεται η πλήρης φόρτιση του προσβεβλημένου άκρου. Όπως μπορεί κάποιος να το περιμένει ο αριθμός των πτώσεων αυξάνει με τη συννοσηρότητα [17].

Φυσιολογικές αλλαγές στη φυσιολογική διαδικασία της γήρανσης ίσως αυξάνουν τον κίνδυνο πτώσεων. Για παράδειγμα με την γήρανση υπάρχει μειωμένη είσοδος σημάτων στο σύστημα της όρασης, το κιναισθητικό σύστημα, το αιθουσαίο σύστημα που διαταράσσουν την ισορροπία. Οι πιο ηλικιωμένοι ίσως έχουν μειωμένη ικανότητα ανάκτησης ισορροπίας λόγω της πτώσης της ικανότητας για γρήγορη και αποδοτική μυική σύσπαση των κάτω άκρων [18]. Αλλαγές στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης αυξάνουν επίσης τον κίνδυνο πτώσεων. Η ευαισθησία των τασηοϋποδοχέων και η αγγειακή ευενδότητα μειώνονται με την γήρανση. Έτσι πιο ηλικιωμένοι έχουν τάση για ορθοστατική υπό-

ταση ιδιαίτερα σε περιόδους ελαττωμένου καρδιακού προφόρτιου και ταχυκαρδίας [19]. Σχετιζόμενες με την ηλικία αλλαγές στην συνολική ποσότητα του νερού σώματος και στο σύστημα ρενίνης-αγγειοτενσίνης συνεισφέρουν στην κακή ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης. Συνεπώς στρεσσογόνα ερεθίσματα, που μπορεί να ρίξουν την πίεση παροδικά οδηγούν σε πτώση μέσω της μειωμένης ικανότητας για ρύθμιση της όρθιας στάσης ή της υποάρδευσης της παρεγκεφαλίδας σε συνδυασμό με συγκοπτικό επεισόδιο [20]. Η γήρανση οδηγεί και σε μειωμένη μυική μάζα αν και είναι λιγότερο σαφές το πώς αυτό ερμηνεύεται σε ισχύ.

Τα ευρήματα της φυσικής εξέτασης περιλαμβάνουν ανικανότητα έγερσης από καρέκλα χωρίς την χρήση χεριών, φτωχή αντίληψη του βάθους, ελλιπής ευαισθησία της αντίθεσης, όλα σχετίζονται με ηυξημένο κίνδυνο πτώσης [21]. Προβλήματα ισορροπίας και μυική αδυναμία σχετίζονται με 2-4 φορές αύξηση του κινδύνου πτώσης στους ηλικιωμένους της κοινότητας [1]. Τα φάρμακα είναι και αυτά αιτίες για δυνητική αλλά αναστρέψιμη πιθανότητα πτώσης.

Τα ψυχοτρόπα ιδιαίτερα φάρμακα (βενζοδιαζεπίνες, αντικαταθλιπτικά, υπναγωγά, νευροληπτικά, αντισπασμωδικά) έχουν συσχετιστεί ισχυρά με τον κίνδυνο για πτώση σε αρκετές μελέτες [22]. Ο κίνδυνος είναι ο ίδιος είτε με τα τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά είτε με τους εκλεκτικούς αναστολείς επαναπρόσληψης σεροτονίνης (SSRI) [23]. Αντικρουόμενα είναι τα στοιχεία για τη διαφορά στον κίνδυνο πτώσεων μεταξύ των βραχείας και μακράς δράσης βενζοδιαζεπινών [22,24]. Για τους ασθενείς στο σπίτι ο κίνδυνος μετά την έναρξη της αγωγής με βενζοδιαζεπίνες ή αντιψυχωσικά το πρώτο ειδικά 48ωρο είναι μεγαλύτερος του δεκαπλάσιου [25]. Ο κίνδυνος για αυτούς που λαμβάνουν περισσότερα του ενός αντιψυχωσικά ή περισσότερα από 3-4 οποιουδήποτε σκευάσματος είναι μεγαλύτερος [22]. Αν και καρδιολογικά φάρμακα όπως τα αγγειοδιασταλτικά συνήθως πιστεύεται ότι σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο για πτώση, σε μια μετα-ανάλυση δεν βρέθηκε σχέση μεταξύ των πτώσεων και των νιτρωδών ή των κεντρικώς δρώντων αντιυπερτασικών [26]. Στην πραγματικότητα τα μόνα φάρμακα που σχετίστηκαν με πτώσεις ήταν τα διουρητικά, τα τύπου α αντιαρρυθμικά (προκαϊναμίδη) και η διγοξίνη.

Αντιδιαβητικά φάρμακα έχουν ενοχοποιηθεί όπως προκύπτει σε αρκετές αναδρομικές μελέτες [27]. Είναι ασαφές αν οι παράγοντες αυτοί προκαλούν πτώσεις σε περιόδους υπογλυκαιμίας ή αν αποτελούν απλώς δείκτες υποκατάστασης σε ασθενείς με διαβητική νευροπάθεια που είναι από μόνος του σοβαρός παράγοντας για πτώσεις. Σε μια αναδρομική μελέτη σε ομάδες ασθενών βρέθηκε ότι τα φάρμακα αυτά μεγαλώνουν το κίνδυνο πτώσεων μέσω της υπογλυκαιμίας αφού άτομα με μειωμένη στο αίμα HgbA1C, ένα δείκτη καλής ρύθμισης του σακχάρου είχαν αυξημένο ποσοστό πτώσεων [28]. Προοπτικές μελέτες απαιτούνται για να διασαφηνιστεί αν υπάρχει ανεξάρτητη σχέση μεταξύ των αντιδιαβητικών φαρμάκων και των πτώσεων.

Η υπόδηση παίζει σημαντικό ρόλο. Σε μια μικρή εργαστηριακή μελέτη εξετάζοντας τον τύπο παπουτσιού που φορούσαν οι ηλικιωμένοι διαπιστώθηκε οτι παπούτσια με λεπτές,σκληρές σόλες σχετίζονταν με καλύτερη ισορροπία [29]. Σε μια nested case-control μελέτη σε άνδρες και γυναίκες βρέθηκε οτι τα αθλητικά παπούτσια είχαν τον μικρότερο κίνδυνο και παπούτσια με ψηλό τακούνι και μειωμένη επιφάνεια μεταξύ δαπέδου και σόλας είχαν αυξημένο κίνδυνο για πτώσεις [30].

Οξείς παράγοντες κινδύνου για πτώσεις

Τα ατομικά ενδογενή χαρακτηριστικά που σχετίζονται με πτώσεις έχουν μελετηθεί διεξοδικώς στη διεθνή βιβλιογραφία, ωστόσο αδυνατούν να προβλέψουν μόνα τους τον κίνδυνο πτώσης δεδομένου οτι άτομα με προδιαθεσικούς παράγοντες δεν πέφτουν συστηματικά κάτω κάθε φορά που κινητοποιούνται. Αντ'αυτού κλινικές παρατηρήσεις και γνώμες ειδικών λένε οτι πάντα υπάρχει ένας οξύς, αιφνίδιος παράγοντας, που μεσολαβεί για να συμβεί η πτώση [31]. Λιγότερες έρευνες έχουν επικεντρωθεί όμως στη σημασία αυτών των παραγόντων.

Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι συμπεριλαμβανομένων των υγρών δαπέδων, του ελαττωμένου φωτισμού, του ακατάλληλου ύψους του κρεβατιού, ίσως είναι κίνδυνοι για τους ηλικιωμένους, που διαμένουν στο σπίτι ή στο νοσοκομείο [32]. Μετά από εκτιμήσεις τέτοιων κινδύνων και σχετική τροποποίησή τους μειώθηκε ο κίνδυνος των πτώσεων [33]. Αυτό εμμέσως υποννοεί την σημαντικότητα των περιβαλλοντικών κινδύνων.

Λίγες μελέτες έχουν στοχεύσει στον αντίκτυπο αυτών των περιστασιακών παραγόντων κινδύνου. Για παράδειγμα έχει διαπιστωθεί οτι αυξημένη αναλογία ασθενών προς νοσηλευτών σχετίζεται με πτώσεις ανεξαρτήτως νοσοκομειακής ή κατ'οίκον νοσηλείας [34,35]. Αν η παροχή υπηρεσιών στους ασθενείς μετασταφεί έχει τα αντίθετα αποτελέσματα [36]. Σε αυτές τις περιστάσεις λοιπόν οι πτώσεις προκύπτουν απο

την μειωμένη ικανότητα του προσωπικού να αναγνωρίζει τις εκάστοτε ιδιαίτερες λειτουργικές ανάγκες του καθενός και επομένως να δώσουν την απαραίτητη βοήθεια.

Ακόμα μετεγκατάσταση σε νέο περιβάλλον αποτελεί μόνο του κίνδυνο. Οι Friedman et al. βρήκαν οτι οι πτώσεις διπλασιάστηκαν σε άτομα που μετακινήθηκαν απο το σπίτι τους σε άλλο ίδρυμα για παρακολούθηση [37]. Δεν είναι όμως ξεκάθαρο αν το αυξημένο ποσοστό οφειλόταν σε περιβαλλοντικούς κινδύνους,όπως ένα μη οικείο μπάνιο ή στους ιδρυματικούς παράγοντες όπως η αλλαγή του υπεύθυνου προσωπικού.

Οξείς ενδογενείς κίνδυνοι ίσως καταλήξουν σε πτώσεις. Για παράδειγμα διαταραχές ύπνου σχετίζονται με κίνδυνο για πτώσεις ανεξαρτήτως λήψης αγωγής με ηρεμιστικά [38]. Οξείες άλλες παθήσεις όπως πυρετός και αφυδάτωση μπορούν επίσης δυνητικά να καταλήξουν σε πτώσεις μέσω ενός παραληρήματος, ορθοστατικής υπότασης, και φαρμακευτικής χρήσης.

Σχέση των πτώσεων με τα κατάγματα

Παρόμοια με τις πτώσεις, κατάγματα σχετιζόμενα με πτώσεις είναι πολυπαραγοντικής αιτιολογίας. Επιπρόσθετα με τους παραδοσιακούς παράγοντες κινδύνου η φύση της ίδιας της πτώσης κάτω, η πρόσκρουση κατά την πτώση, η οστική αντοχή είναι σημαντικοί καθοριστές του αν θα συμβεί κάταγμα.

Παράγοντες κινδύνου σχετιζόμενοι με κατάγματα

Λίγες μελέτες επιχειρούν να ξεχωρίσουν τους παράγοντες κινδύνους για τραυματικές πτώσεις απο τις μη τραυματικές πτώσεις αλλά η βιβλιογραφία θεωρεί οτι είναι ίδιοι [3,39]. Στους ηλικιωμένους που διαμένουν στην κοινότητα νοητική έκπτωση, πολλαπλές συννοσηρότητες, ανωμαλίες βάδισης και ισορροπίας και ένα ιστορικό κατάγματος έχουν σχετιστεί με σοβαρές τραυματικές πτώσεις ενώ μειωμένη ικανότητα συγκράτησης με τα χέρια έχει σχετιστεί με ήπιους τραυματισμούς [3,39]. Μία προοπτική μελέτη αποβλέποντας ειδικά σε παράγοντες κινδύνου για πτώσεις σχετιζόμενους με κατάγματα σε άτομα της κοινότητας κατέληξε στο οτι ο φόβος για πτώση,η αδυναμία των κάτω άκρων, η μειωμένη οπτική οξύτητα ήταν προδιαθεσικοί παράγοντες για κατάγματα ενώ περιορισμένη κοινωνική συμμετοχή πραγματικά προστάτευε απο αυτά [40].

Τα κατάγματα ίσως επηρεάζονται απο την χρονική και την τοπογραφική συγκυρία της πτώσης. Ανάμεσα σε αυτούς που διαμένουν στην κοινότητα τραυματικές πτώσεις είναι πιο πιθανό να συμβούν νωρίς το πρωί ή το βράδυ [41]. Η πλειονότητα των καταγμάτων του ισχίου σχετίζονται με πτώσεις μέσα στο σπίτι [42]. Πτώσεις, που σχετίζονται με τραυματισμούς σε ό,τι αφορά ιδρυματοποιημένους ηλικιωμένους εξαρτώνται απο την κινητική τους κατάσταση [43]. Μη περιπατητικοί ηλικιωμένοι είναι πιο πιθανό να υποστούν τραύμα από πτώση ενώ χρησιμοποιούν κάποιο εξάρτημα για υποστήριξη ή για τη μεταφορά τους. Περιπατητικοί ηλικιωμένοι, που διαμένουν σπίτι βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο τη νύχτα.

Παράγοντες που σχετίζονται με τις συνθήκες της πτώσης

Κάποια ενδογενή χαρακτηριστικά θέτουν αυούς που πέφτουν σε μεγαλύτερο κίνδυνο. Για παράδειγμα ελαττωμένος χρόνος αντίδρασης και ελαττωμένη δύναμη συγκράτησης με τα χέρια σχετίστηκαν με πτώσεις που απέφεραν ήπιο τραυματισμό [39]. Μεγαλύτερο ύψος αυξάνει τον κίνδυνο τραυματισμού κατά τη διάρκεια μιας πτώσης μιας και το ύψος είναι προδιαθεσικός παράγοντας για κατάγματα ισχίου ανεξάρτητα από την οστική πυκνότητα (BMD) στις γυναίκες [21]. Αυτό εξηγείται απο τη μεγαλύτερη απόσταση που διανύεται κατά την πτώση μιας ψηλότερης γυναίκας πριν προσκρούσει στο έδαφος αυξάνοντας τη δύναμη της πρόσκρουσης ή γιατί τα ψηλότερα άτομα έχουν μεγαλύτερο μήκος άξονα στο ισχίο τους, ένας ανεξάρτητος προδιαθεσικός παράγοντας για κατάγματα ισχίου [44].

Ο τύπος του τραυματισμού που υπέστη το άτομο σχετίζεται και με την κατεύθυνση της πτώσης. Άτομα που υφίστανται ένα κάταγμα ισχίου είναι πιο πιθανό να έπεσαν στο πλάι ενώ κατάγματα καρπού συνέβησαν σε πτώση προς τα εμπρός ή πίσω με τεντωμένο το άνω άκρο [44].

Παράγοντες σχετιζόμενοι με την πρόσκρουση

Παρά την παρατήρηση ότι πτώσεις προς το πλάι είναι πιθανότερο να σχετίζονται με κατάγματα ισχίου, μία μελέτη με αναπαριστάμενες πτώσεις έδειξε οτι πτώση κατευθείαν πάνω στους γλουτούς σχετιζόταν με μεγαλύτερη δύναμη πρόσκρουσης πάνω στον μείζονα τροχαντήρα σε σχέση με πτώσεις προς το πλάι

ή οπίσθιοπλάγια [45]. Αυτό δείχνει ότι η μεγαλύτερη μάζα μαλακού ιστού στους γλουτούς δρα προστατευτικά απορροφώντας μέρος της πρόσκρουσης κι ετσι παρατηρείται η μικρότερη πιθανότητα κατάγματος ισχίου με αυτόν τον τρόπο [46]. Άλλες μελέτες παρατήρησης επιβεβαιώνουν τη σημασία των μαλακών μορίων ως μετριαστικούς παράγοντες σε κατάγματα, που σχετίζονται με πτώσεις. Για παράδειγμα ηλικιωμένοι ασθενείς με κάταγμα στον αυχένα του μηριαίου οστού έχουν ελαττωμένο πάχος της δερματικής πτυχής σε σχέση με τους υγιείς μάρτυρες της ίδιας ηλικίας [47]. Επιπρόσθετα μεγαλύτερος δείκτης μάζας σώματος (BMI) έχει φανεί προστατευτικός για τα κατάγματα ισχίου αν και μερικώς αυτή η σχέση εξηγείται απο την αυξημένη οστική πυκνότητα (BMD) [48]. Απώλεια βάρους είναι προδιαθεσικός παράγοντας κινδύνου για κατάγματα ισχίου άσχετα με το αρχικό σωματικό βάρος αναφοράς [21]. Αν και αυτό εξηγείται μερικώς απο την μειωμένη οστική πυκνότητα (BMD) που παρατηρείται τόσο στην σκόπιμη όσο και στην ακούσια απώλεια βάρους [21], η απώλεια της προστασίας των μαλακών μορίων συνεισφέρει επίσης στον αυξημένο καταγματικό κίνδυνο.

Κατά τη διάρκεια μιας πτώσης η επιφάνεια της πρόσκρουσης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο. Οι Nevitt et al έδειξαν ότι πτώσεις σε σκάλες είναι πιο πιθανό να οδηγήσουν σε τραυματισμό [39]. Σε μια μελέτη παρατήρησης, που αφορούσε 34 ηλικιωμένους ασθενείς με κατ'οίκον νοσηλεία βρήκαν ότι η δύναμη της πρόσκρουσης, όπως μετρήθηκε από ειδικούς μορφομετατροπείς ήταν μικρότερη όταν συνέβαινε πάνω σε χαλιά σε σχέση με τις άλλες επιφάνειες [49]. Έτσι η επίπτωση των καταγμάτων των ισχίων ήταν εμφανώς μικρότερη. Μειώνοντας λοιπόν την σκληρότητα μέσω τοποθέτησης ειδικών τάπητων με αφρό στους χώρους, που κινούνται οι ηλικιωμένοι ίσως ελαττώσει τη δύναμη, που αναπτύσσεται κατά την πτώση, μειώνοντας με τη σειρά του τον κίνδυνο καταγμάτων εξ ιδίου ύψους ή τέλος πάντων από μικρό ύψος μιας και τα κατάγματα που συμβαίνουν από μεγάλο ύψος είναι αναπόφευκτα [50]. Ωστόσο, υπάρχει και η υπόθεση ότι η συχνότητα των πτώσεων ίσως είναι μεγαλύτερη σε επιφάνειες με χαλιά συγκριτικά με άλλες, όπως φαίνεται και από μια τυχαιοποιημένη μελέτη που έγινε σε 54 ιδρυματοποιημένους ηλικιωμένους (Donald IP et al) [51].

Ειδικά προστατευτικά των ισχίων έχουν χρησιμοποιηθεί για να μειώσουν τον κίνδυνο καταγμάτων στα ισχία. Αν και έγιναν αποδεκτά με ενθουσιασμό, δύο συστηματικές ανασκοπήσεις συμπέραναν οτι δεν υπάρχει απόδειξη, πως ελαττώνουν τον κίνδυνο κατάγματος του ισχίου [52-55].

Χαρακτηριστικά του οστού που σχετίζονται με κάταγμα

Κατάγματα σχετιζόμενα με πτώσεις συμβαίνουν όταν η δύναμη, που εξασκείται στο οστό είναι μεγαλύτερη απο την οστική αντοχή. Η οστική αντοχή είναι παράμετρος, που εξαρτάται από την μετάλλωση,τη γεωμετρία και τη μικροαρχιτεκτονική του οστού. Η περιοχική μέτρηση της οστικής πυκνότητας με τη μέθοδο DXA είναι μέτρο της ολικής μετάλλωσης των οστών και έχει αποδειχθεί προβλεπτική για τον κίνδυνο καταγμάτων σε διάφορες περιοχές του σκελετού [56]. Ενώ η οστική πυκνότητα (BMD)είναι σημαντικός καθοριστής των καταγμάτων μετά απο πτώση ,απο μόνη της όμως εξηγεί λιγότερο απο τα μισά μη σπονδυλικά κατάγματα [57].

Τόσο το Ca όσο και η βιταμίνη D έχουν συσχετιστεί με αύξηση στην BMD και υψηλότερες δόσεις βιταμίνης D έχουν συσχετιστεί με μειωμένο καταγματικό κίνδυνο σε σπονδυλικά και μη κατάγματα [59]. Επιπρόσθετα με αυτό επαρκείς ποσότητες βιταμίνης D (>600 IU/μέρα) έχουν συσχετιστεί με ελαττωμένο ποσοστό σε πτώσεις σε όλες τις κατηγορίες ηλικιωμένων [60,61]. Παρά το ότι ο ακριβής μηχανισμός είναι άγνωστος η βιταμίνη D αυξάνει τη μυική δύναμη και ελαττώνει την ταλάντευση του σώματος [62].

Η οστική γεωμετρία ίσως είναι ένα επιπρόσθετο της BMD για την εκτίμηση του καταγματικού κινδύνου. Οι περισσότερες μελέτες υποστηρίζουν οτι το μήκος του άξονα του ισχίου και η γωνία αυχένα-διάφυσης μηρού είναι ανεξάρτητοι παράγοντες κινδύνου για κάταγμα στο ισχίο [63,64]. Αντικρουόμενα είναι τα δεδομένα σε άλλες ανθρωπομετρικές μελέτες για το αν το πλάτος του αυχένα του μηριαίου σχετίζεται συχνότερα με κατάγματα [63,64].

Αλλαγές στην μικροαρχιτεκτονική δομή των οστών όπως ο αριθμός των οστικών δοκίδων το μέγεθος τους και η κατανομή τους μπορεί να καθορίσουν την ευθραυστότητα των οστών ανεξάρτητα από την BMD [65]. Μελέτες σε πτωματικά παρασκευάσματα έδειξαν οτι το πάχος των δοκίδων σε οστά αντιβραχίου γυναικών ήταν μικρότερο συγκριτικά με αυτό των ανδρών κάτι που εξηγεί και την αυξημένη επίπτωση των καταγμάτων καρπού στις γυναίκες [66].

Συμπέρασμα

Οι πτώσεις είναι ένα συνηθισμένο γεγονός ανάμεσα στους ηλικιωμένους,που συχνά οδηγεί σε τραυματισμό, ανικανότητα, ιδρυματοποίηση. Οι περισσότερες πτώσεις συμβαίνουν ως αποτέλεσμα ενός συνδυασμού ατομικών ενδογενών χαρακτηριστικών και κάποιων μηχανισμών ,που εισβάλλουν με οξύ τρόπο και που στο αθροιστικό τους αποτέλεσμα παρέχουν την ευκαιρία για να συμβεί η πτώση. Στους προδιαθεσικούς παράγοντες υπάγονται η ηλικία, η άνοια, σοβαρές συννοσηρότητες, πολυφαρμακία, ακατάλληλη υπόδηση κ.ά. Παρόλο, που μέχρι τώρα λίγες είναι οι μελέτες που ασχολήθηκαν με τους παράγοντες εκείνους, που δρουν με οξύ τρόπο σε μια ενδεχόμενη πτώση είναι σαφές οτι περιβαλλοντικοί και συγκυριακοί παράγοντες συμβάλλουν σε τραυματισμούς. Κατάγματα που προκύπτουν απο πτώσεις των ηλικιωμένων είναι πολυπαραγοντικής αιτιολογίας. Εκτός των παραδοσιακών παραγόντων η κάθετη πτώση, οι ιδιότητες της εκάστοτε πρόσκρουσης, η οστική αντοχή καθορίζουν σημαντικά το αν θα συμβεί ένα κάταγμα ως αποτέλεσμα ενός γεγονότος. Μελλοντικές έρευνες θα αναδείξουν αν συγκεκριμένα μέτρα πρόληψης των πτώσεων θα μειώσουν τη συχνότητα των καταγμάτων.

Correspondence
Athanasios Koukos,
1 Rimini Str, Haidari,
Athens University Medical School ATTIKON,
12462, Athens
E-mail: koukostha@yahoo.gr

Αλληλογραφία
Αθανάσιος Κούκος,
Ρίμινι 1, Χαϊδάρι,
Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο ΑΤΤΙΚΟΝ,
ΤΚ 12462, Αθήνα
E-mail: koukostha@yahoo.gr

Βιβλιογραφία

1. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Engl J Med 319(26):1701-7.
2. Self-reported falls and fall-related injuries among persons aged > or =65 years - United States, 2006. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2008; 57(9):225-9.
3. Tinetti ME, Doucette J, Claus E, Marottoli R (1995). Risk factors for serious injury during falls by older persons in the community. J Am Geriatr Soc 43(11):1214-1221.
4. Luukinen H, Koski K, Honkanen R, Kivela SL (1995). Incidence of injury-causing falls among older adults by place of residence: a population-based study. J Am Geriatr Soc 43(8):871-876.
5. Tinetti ME, Williams CS (1998). The effect of falls and fall injuries on functioning in community-dwelling older persons. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 53(2):M112-119.
6. Tinetti ME, Mendes de Leon CF, Doucette JT, Baker DI (1994). Fear of falling and fall-related efficacy in relationship to functioning among community-living elders. J Gerontol 49(3):M140-147.
7. Sattin RW, Lambert Huber DA, DeVito CA, et al (1990). The incidence of fall injury events among the elderly in a defined population. Am J Epidemiol 131(6):1028-1037.
8. Sattin RW (1992). Falls among older persons: a public health perspective. Annu Rev Public Health 13:489-508.
9. Stevens JA, Corso PS, Finkelstein EA, Miller TR (2006). The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. Inj Prev 12(5):290-295.
10. Ray NF, Chan JK, Thamer M, Melton LJ 3rd (1997). Medical expenditures for the treatment of osteoporotic fractures in the United States in 1995: report from the National Osteoporosis Foundation. J Bone Miner Res 12(1):24-35.
11. Fatalities and injuries from falls among older adults - United States, 1993-2003 and 2001-2005.MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2006; 55(45):1221-1224.
12. Jacobsen SJ, Goldberg J, Miles TP, Brody JA, Stiers W, Rimm AA (1992). Race and sex differences in mortality following fracture of the hip. Am J Public Health 82(8):1147-1150.
13. Guideline for the prevention of falls in older persons. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. J Am Geriatr Soc 2001; 49(5):664-672.
14. Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, Black D (1989). Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. A prospective study. JAMA 261(18):2663-2668.
15. Lamb SE, Ferrucci L, Volapto S, Fried LP, Gural-

nik JM (2003). Risk factors for falling in home-dwelling older women with stroke: the Women's Health and Aging Study. Stroke 34(2):494-501.
16. Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF (1989). Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. J Gerontol 44(4):M112-117.
17. Lawlor DA, Patel R, Ebrahim S (2003). Association between falls in elderly women and chronic diseases and drug use: cross sectional study. BMJ 327(7417):712-717.
18. Maki BE, McIlroy WE (1996). Postural control in the older adult. Clin Geriatr Med 12(4):635-658.
19. Lipsitz LA (1989). Altered blood pressure homeostasis in advanced age: clinical and research implications. J Gerontol 44(6):M179-183.
20. Kario K, Tobin JN, Wolfson LI, et al (2001). Lower standing systolic blood pressure as a predictor of falls in the elderly: a community-based prospective study. J Am Coll Cardiol 38(1):246-252.
21. Cummings SR, Nevitt MC, Browner WS, et al (1995). Risk factors for hip fracture in white women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. N Engl J Med 332(12):767-773.
22. Leipzig RM, Cumming RG, Tinetti ME (1999). Drugs and falls in older people: a systematic review and meta-analysis: I. Psychotropic drugs. J Am Geriatr Soc 47(1):30-39.
23. Ensrud KE, Blackwell TL, Mangione CM, et al (2002). Central nervous system-active medications and risk for falls in older women. J Am Geriatr Soc 50(10):1629-1637.
24. Wang PS, Bohn RL, Glynn RJ, Mogun H, Avorn J (2001). Hazardous benzodiazepine regimens in the elderly: effects of half-life, dosage, and duration on risk of hip fracture. Am J Psychiatry 158(6):892-8.
25. Neutel CI, Perry S, Maxwell C (2002). Medication use and risk of falls. Pharmacoepidemiol Drug Saf 11(2):97-104.
26. Leipzig RM, Cumming RG, Tinetti ME (1999). Drugs and falls in older people: a systematic review and meta-analysis: II. Cardiac and analgesic drugs. J Am Geriatr Soc 47(1):40-50.
27. Maurer MS, Burcham J, Cheng H (2005). Diabetes mellitus is associated with an increased risk of falls in elderly residents of a long-term care facility. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 60(9):1157-1162.
28. Nelson JM, Dufraux K, Cook PF (2007). The relationship between glycemic control and falls in older adults. J Am Geriatr Soc 55(12):2041-2044.
29. Robbins S, Gouw GJ, McClaran J (1992). Shoe sole thickness and hardness influence balance in older men. J Am Geriatr Soc 40(11):1089-1094.
30. Tencer AF, Koepsell TD, Wolf ME, et al (2004). Biomechanical properties of shoes and risk of falls in older adults. J Am Geriatr Soc 52(11): 1840-46.
31. Tinetti ME (2003). Clinical practice. Preventing falls in elderly persons. N Engl J Med 348(1):42-49.
32. Rubenstein LZ, Josephson KR, Robbins AS (1994). Falls in the nursing home. Ann Intern Med 121(6):442-451.
33. Day L, Fildes B, Gordon I, Fitzharris M, Flamer H, Lord S (2002). Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. BMJ 325(7356):128.
34. Krauss MJ, Evanoff B, Hitcho E, et al (2005). A case-control study of patient, medication, and care-related risk factors for inpatient falls. J Gen Intern Med 20(2):116-122.
35. Blake C, Morfitt JM (1986). Falls and staffing in a residential home for elderly people. Public Health 100(6):385-391.
36. Castle NG, Engberg J (2005). Staff turnover and quality of care in nursing homes. Med Care 43(6):616-626.
37. Friedman SM, Williamson JD, Lee BH, Ankrom MA, Ryan SD, Denman SJ (1995). Increased fall rates in nursing home residents after relocation to a new facility. J Am Geriatr Soc 43(11):1237-42.
38. Avidan AY, Fries BE, James ML, Szafara KL, Wright GT, Chervin RD (2005). Insomnia and hypnotic use, recorded in the minimum data set, as predictors of falls and hip fractures in Michigan nursing homes. J Am Geriatr Soc 53(6):955-962.
39. Nevitt MC, Cummings SR, Hudes ES (1991). Risk factors for injurious falls: a prospective study. J Gerontol 46(5):M164-170.
40. Luukinen H, Koski K, Laippala P, Kivela SL (1997). Factors predicting fractures during falling impacts among home-dwelling older adults. J Am Geriatr Soc 45(11):1302-1309.
41. Lehtola S, Koistinen P, Luukinen H (2006). Falls and injurious falls late in home-dwelling life. Arch Gerontol Geriatr 42(2):217-224.
42. Norton R, Campbell AJ, Lee-Joe T, Robinson E, Butler M (1997). Circumstances of falls resulting in hip fractures among older people. J Am Geriatr Soc 45(9):1108-1112.

43. Thapa PB, Brockman KG, Gideon P, Fought RL, Ray WA (1996). Injurious falls in nonambulatory nursing home residents: a comparative study of circumstances, incidence, and risk factors. J Am Geriatr Soc 44(3):273-278.
44. Nevitt MC, Cummings SR (1993). Type of fall and risk of hip and wrist fractures: the study of osteoporotic fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. J Am Geriatr Soc 41(11):1226-1234.
45. Nankaku M, Kanzaki H, Tsuboyama T, Nakamura T (2005). Evaluation of hip fracture risk in relation to fall direction. Osteoporos Int 16(11):1315-20.
46. Schwartz AV, Kelsey JL, Sidney S, Grisso JA (1998). Characteristics of falls and risk of hip fracture in elderly men. Osteoporos Int 8(3):240-246.
47. Brocklehurst JC, Exton-Smith AN, Lempert Barber SM, Hunt LP, Palmer MK (1978). Fracture of the femur in old age: A two-centre study of associated clinical factors and the cause of the fall. Age Ageing 7(1):2-15.
48. Taylor BC, Schreiner PJ, Stone KL, et al (2004). Long-term prediction of incident hip fracture risk in elderly white women: study of osteoporotic fractures. J Am Geriatr Soc 52(9):1479-1486.
49. Simpson AH, Lamb S, Roberts PJ, Gardner TN, Evans JG (2004). Does the type of flooring affect the risk of hip fracture? Age Ageing 33(3):242-6.
50. Robinovitch SN, Chiu J (1998). Surface stiffness affects impact force during a fall on the outstretched hand. J Orthop Res 16(3):309-313.
51. Donald IP, Pitt K, Armstrong E, Shuttleworth H (2000). Preventing falls on an elderly care rehabilitation ward. Clin Rehabil 14(2):178-185.
52. Parker MJ, Gillespie WJ, Gillespie LD (2006). Effectiveness of hip protectors for preventing hip fractures in elderly people: systematic review. BMJ 332(7541):571-574.
53. Sawka AM, Boulos P, Beattie K, et al (2005). Do hip protectors decrease the risk of hip fracture in institutional and community-dwelling elderly? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Osteoporos Int 16(12):1461-74.
54. Hahn S, Puffer S, Torgerson DJ, Watson J (2005). Methodological bias in cluster randomised trials. BMC Med Res Methodol 5(1):10.
55. Kiel DP, Magaziner J, Zimmerman S, et al (2007). Efficacy of a hip protector to prevent hip fracture in nursing home residents: the HIP PRO randomized controlled trial. JAMA 298(4):413-422.
56. Marshall D, Johnell O, Wedel H (1996). Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. Bmj 312(7041):1254-1259.
57. Stone KL, Seeley DG, Lui LY, et al (2003). BMD at multiple sites and risk of fracture of multiple types: long-term results from the Study of Osteoporotic Fractures. J Bone Miner Res 18(11):1947-54.
58. Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, Dallal GE (1997). Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. N Engl J Med 337(10):670-6.
59. MacLean C, Newberry S, Maglione M, et al (2008). Systematic review: comparative effectiveness of treatments to prevent fractures in men and women with low bone density or osteoporosis. Ann Intern Med 148(3):197-213.
60. Broe KE, Chen TC, Weinberg J, Bischoff-Ferrari HA, Holick MF, Kiel DP (2007). A higher dose of vitamin D reduces the risk of falls in nursing home residents: a randomized, multiple-dose study. J Am Geriatr Soc 55(2):234-239.
61. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Willett WC, et al (2004). Effect of Vitamin D on falls: a metaanalysis. JAMA 291(16):1999-2006.
62. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, Abrams C, Nachtigall D, Hansen C (2000). Effects of a short-term vitamin D and calcium supplementation on body sway and secondary hyperparathyroidism in elderly women. J Bone Miner Res 15(6):1113-8.
63. Faulkner KG, Cummings SR, Black D, Palermo L, Gluer CC, Genant HK (1993). Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture: the study of osteoporotic fractures. J Bone Miner Res 8(10):1211-1217.
64. Patron MS, Duthie RA, Sutherland AG (2006). Proximal femoral geometry and hip fractures. Acta Orthop Belg 72(1):51-54.
65. Dalle Carbonare L, Valenti MT, Bertoldo F, et al (2005). Bone microarchitecture evaluated by histomorphometry. Micron 36(78):609-616.
66. Hudelmaier M, Kollstedt A, Lochmuller EM, Kuhn V, Eckstein F, Link TM (2005). Gender differences in trabecular bone architecture of the distal radius assessed with magnetic resonance imaging and implications for mechanical competence. Osteoporos Int 16(9):1124-1133.

Εμφάνιση τέτανου σε έδαφος παραμελημένου τραύματος δακτύλου. Παρουσίαση περιστατικού

Σ. ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ[1], Η.Κ. ΚΩΤΟΥΛΑΣ[1], Ν. ΜΠΑΔΗΛΑΣ[1], Ι.Δ. ΤΑΓΚΑΛΕΓΚΑΣ[1], Β.Ι. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ[2], Ι.Π. ΣΟΦΙΑΝΟΣ[1]

[1] Ορθοπαιδική Κλινική Γενικού Νοσοκομείου Λιβαδειάς

[2] Α΄ Ορθοπαιδική Κλινική Πανεπιστημίου Αθηνών, ΠΓΝ ΑΤΤΙΚΟΝ

Περίληψη

Ο τέτανος αποτελεί νόσο του κεντρικού νευρικού συστήματος που χαρακτηρίζεται από σπασμούς των γραμμωτών μυών. Οφείλεται στο κλωστηρίδιο του τετάνου (clostridium tetani), ένα Gram (+), αναερόβιο, σπορογόνο μικροοργανισμό, το οποίο ανευρίσκεται στα κόπρανα του ανθρώπου και των ζώων. Σκοπός της εργασίας είναι η παρουσίαση μιας περίπτωσης εμφάνισης τετάνου σε παραμελημένο τραύμα δακτύλου και η ευαισθητοποίηση στην πρόληψη και στην έγκαιρη διάγνωση της συχνά θανατηφόρου νόσου.

Λέξεις κλειδιά: Τέτανος, Τραύμα δακτύλου

Development of tetanus due to neglected finger wound. A case report

S. KYRIAKOPOULOS[1], H.K. KOTOULAS[1], N. BADILAS[1], I. TAGALEGAS[1], V.I. SAKELLARIOU[2], I.P. SOFIANOS[1]

[1] Orthopaedic Department, General Hospital of Levadia

[2] 1st Department of Orthopaedics, University of Athens, ATTIKON University General Hospital

Summary

Tetanus is a disease of the central nervous system characterized by muscle convulsions. The etiologic microorganism is Clostridium tetani, a Gram (+), anaerobic, spore forming organism occurring in the faeces of humans and animals. The purpose of the paper is the presentation of a case of occurrence of tetanus due to a neglected trauma of finger. Tetanus might be fatal and awareness on the prevention and early diagnosis is mandatory.

Keywords: Tetanus, Minor hand trauma

Σκοπός της εργασίας είναι η παρουσίαση μιας περίπτωσης εμφάνισης τετάνου σε παραμελημένο τραύμα δακτύλου και η ευαισθητοποίηση στην πρόληψη και στην έγκαιρη διάγνωση της συχνά θανατηφόρου νόσου.

Εισαγωγή

Ο τέτανος αποτελεί νόσο του κεντρικού νευρικού συστήματος που χαρακτηρίζεται από σπασμούς των γραμμωτών μυών. Οφείλεται στο κλωστηρίδιο του τετάνου (clostridium tetani), ένα Gram (+), αναερόβιο, σπορογόνο μικροοργανισμό, το οποίο ανευρίσκεται στα κόπρανα του ανθρώπου και των ζώων. Οι σπόροι έχουν απομονωθεί σε ταλκ, στη σκόνη, στο δέρμα, καθώς και σε μολυσμένη ηρωίνη [1]. Οι σπόροι μπορεί να μείνουν ενεργοί για πάνω από 40 χρόνια. Είναι οξεία λοιμώδης νόσος, με θνητότητα που ξεπερνά το 60% όταν η πρόσβαση στην ΜΕΘ είναι περιορισμένη. Ο τέτανος σπανίως απαντάται στις αναπτυγμένες χώρες, αλλά αποτελεί σοβαρό επιδημιολογικό πρόβλημα στις χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου με ανεπαρ-

κείς συνθήκες υγιεινής και ιατρικής περίθαλψης [2]. Ετήσια οι νέες περιπτώσεις τετάνου ανέρχονται σε 700.000 με 1.000.000 σε όλο τον κόσμο. Προσβάλλει κυρίως άτομα με ανεπαρκή ανοσοποίηση έναντι του clostridium tetani, δεν αφήνει ανοσία και δεν είναι μεταδοτική νόσος. Εμφανίζεται μετά από τραυματισμούς με συνθήκες κακής οξυγόνωσης του τραύματος (τραύματα βαθειά, με κρύπτες και ρακοποιημένα, ανώμαλα, νεκρωτικά χείλη), οι οποίες ευνοούν την ανάπτυξη αναερόβιων βακτηρίων, σε λοιμώξεις της μήτρας, σε ανοικτά κατάγματα, ύστερα από ενδομυϊκές ή ενδοφλέβιες ενέσεις με κακή αντισηψία, σε εγκαύματα, κατακλίσεις, ενώ σε ποσοστό 10-20% μπορεί να μην υπάρχει ιστορικό τραυματισμού [3].

Παθογένεια της νόσου

Οι σπόροι του μικροβίου κάτω από αναερόβιες συνθήκες εκκρίνουν δύο εξωτοξίνες, την τετανολυσίνη και την τετανοσπασμίνη. Η τετανολυσίνη αν και προκαλεί in vitro αιμόλυση, δεν έχει σχέση με την παθογένεια της νόσου. Όλες οι κλινικές εκδηλώσεις του τετάνου οφείλονται στην τετανοσπασμίνη, μια ισχυρότατη εξωτοξίνη με ειδική προτίμηση το νευρικό ιστό. Η τετανοσπασμίνη είναι ένα πολυπεπτίδιο το οποίο μέσω της αγγειακής και της λεμφικής κυκλοφορίας εισέρχεται στα άκρα των περιφερικών νεύρων και μεταφέρεται κατά μήκος του νευρικού άξονα κεντρομόλα. Η κυριότερη δράση της είναι η παρεμπόδιση της απελευθέρωσης των ανασταλτικών νευροδιαβιβαστών όπως το γ-αμινο-βουτυρικό οξύ (GABA) και της γλυκίνης. Εξαιτίας της έλλειψης της ανασταλτικής ρυθμιστικής δράσης, η κινητική δραστηριότητα των νευρώνων συσσωρεύεται, με τελικό αποτέλεσμα την αυτόματη και ταυτόχρονη σύσπαση αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών και την εκδήλωση τετανικών σπασμών. Η τετανοσπασμίνη έχει δράση και στο αυτόνομο νευρικό σύστημα. Οι ασθενείς που αναρρώνουν δεν παρουσιάζουν υπολειμματικές βλάβες.

Ο χρόνος επώασης κυμαίνεται συνήθως από 7 έως 21 μέρες, με το 90% των περιπτώσεων να εκδηλώνει την νόσο τις πρώτες 2 εβδομάδες. Ωστόσο, έχουν εμφανισθεί περιπτώσεις εκδήλωσης της νόσου από 2 ημέρες, έως και 65 ημέρες από τον τραυματισμό [4]. Ο χρόνος επώασης συσχετίζεται με την απόσταση της πύλης εισόδου από το ΚΝΣ, (όσο πιο κοντά τόσο και μικρότερος ο χρόνος επώασης). Στις μισές περιπτώσεις ο τρισμός από τη σύσπαση των μασητήρων αποτελεί και το πρώτο σύμπτωμα, που εξελίσσεται στο γνωστό «σαρδώνιο γέλωτα» από τη σύσπαση των μυών του προσώπου. Ακολουθούν η δυσφαγία – στα προχωρημένα στάδια – ο λαρυγγόσπασμος, η δυσκαμψία του αυχένα, η σύσπαση των κοιλιακών τοιχωμάτων (η οποία μπορεί να εκδηλωθεί σαν οξεία κοιλία), καθώς και των μυών της ράχης (οπισθότονος) [5]. Ο οπισθότονος μπορεί να είναι τόσο έντονος, που να προκαλέσει ακόμα και σπονδυλικά κατάγματα [6]. Ο σπασμός της γλωττίδας και των αναπνευστικών μυών μπορεί να οδηγήσουν σε άπνοια [7]. Το αυτόνομο νευρικό σύστημα είναι δυνατό να προσβληθεί με την παρουσία υπέρτασης και φλεβοκομβικής βραδυκαρδίας, εναλλασσόμενα με υποτασικά επεισόδια, πυρετό, εφίδρωση και αυξημένη έκκριση κατεχολαμινών [8]. Έχει περιγραφεί και σύνδρομο Horner ως αρχική εκδήλωση μαζί με τον τρισμό σε σοβαρή περίπτωση τετάνου [9].

Κλινικές Εκδηλώσεις

Περιγράφονται τρεις κλινικές μορφές:

- Η γενικευμένη, η οποία χαρακτηρίζεται από διάχυτη μυϊκή υπερτονία.
- Η τοπική ή εντοπισμένη, η οποία χαρακτηρίζεται από υπερτονία συγκεκριμένης μυϊκής ομάδας, ευρισκόμενης κοντά στην περιοχή του τραυματισμού.
- Η κεφαλική, η οποία αποτελεί υποκατηγορία της τοπικής και χαρακτηρίζεται από τρισμό και παράλυση ενός ή περισσότερων κρανιακών νεύρων [10].

Ο ετερόπλευρος βλεφαρόσπασμος μπορεί να αποτελεί πρώιμο σύμπτωμα κεφαλικού τετάνου [11].

Η πιο συχνή μορφή είναι η γενικευμένη. Τόσο η εντοπισμένη όσο και η κεφαλική μπορούν να εξελιχθούν στη γενικευμένη μορφή.

Υπάρχει ακόμη και η μορφή του νεογνικού τετάνου που εμφανίζεται 3-10 ημέρες μετά τη γέννηση και είναι γενικευμένος. Πηγή λοίμωξης του νεογνού είναι η μόλυνση του ομφάλιου λώρου. Οι συνήθεις εκδηλώσεις του είναι δυσχέρεια θηλασμού, έντονο κλάμα, δυσχέρεια κατάποσης, γενικευμένη δυσκαμψία, τονικές συσπάσεις και οπισθότονος [12].

Η προσβολή του αυτόνομου νευρικού συστήματος μαζί με την ανοξία από το λαρυγγόσπασμο, αποτελούν επιπλοκές με δυνητικά δυσμενή κατάληξη γι αυτό και η αντιμετώπιση του τετάνου γίνεται κατά προτίμηση στη ΜΕΘ. Ακόμα και η δυσφαγία από μόνη της μπορεί να είναι κριτήριο για διασωλήνωση και μηχανικό αερισμό λόγω του κινδύνου της εισρόφησης [13].

Εικ. 1. Κλινική εικόνα της ασθενούς που έφερε ρυπαρό τραύμα της ραχιαίας επιφάνειας του μέσου δακτύλου του αριστερού χεριού. Πλάγια ακτινογραφία του μέσου δακτύλου χωρίς ιδιαίτερα παθολογικά ευρήματα.

Παρουσίαση του περιστατικού

Επρόκειτο για γυναίκα 70 ετών, αγρότισσα με ιστορικό σακχαρώδους διαβήτου.

Προσήλθε στην εφημερία του νοσοκομείου μας με ρυπαρό τραύμα μέσου δακτύλου δεξιάς χειρός (Εικόνα 1).

Το τραύμα προήλθε συνεπεία πτώσης σε αχυρώνα αγροτικής κατοικίας, προ επτά ημερών, σε μια περιοχή της νοτίου Ελλάδας.

Είχε γίνει καθαρισμός σε Κέντρο Υγείας, εδόθη σκεύασμα μακρολίδης, αλλά δεν έγινε αντιτετανικός ορός.

Κατά τη στιγμή της εισαγωγής, το τραύμα ήταν δύσοσμο και πυορροούσε. Η ασθενής παρουσίαζε από την προηγούμενη ημέρα έντονη δυσκαμψία του αυχένα και δυσκολία στη μάσηση και στην ομιλία (αδυναμία να ανοίξει με ευχέρεια το στόμα). Τη στιγμή της εισαγωγής παρουσίαζε έντονη δυσφαγία. Μπήκε η υποψία για την πιθανότητα προσβολής από τέτανο, έγινε ευρύς χειρουργικός καθαρισμός του τραύματος, λήψη καλλιεργειών και αντιτετανικός ορρός σε δόσεις εφόδου 3000 IU ενδομυϊκά για εξουδετέρωση της ελεύθερης τοξίνης. Επίσης χορηγήθηκε η πρώτη δόση αντιτετανικού εμβολίου. Για την αντιμετώπιση της λοίμωξης χορηγήθηκε ενδοφλεβίως μετρονιδαζόλη σε δόση 500 mg, τρίς ημερησίως. Η ασθενής διασωληνώθηκε και διακομίστηκε σε άλλο νοσοκομείο, ελλείψει διαθέσιμης κλίνης ΜΕΘ.

Αποτελέσματα

Η ασθενής εξήλθε από τη μονάδα χωρίς υπολειπόμενη βλάβη μετά από 35 μέρες.

Συζήτηση

Η διάγνωση του τετάνου βασίζεται στην κλινική εικόνα. Το κλωστηρίδιο του τετάνου καλλιεργείται μόνο στο 1/3 των ασθενών. Στο περιστατικό που παρουσιάζουμε, το ιστορικό τραυματισμού στον αχυρώνα μέσα στα συνήθη χρονικά πλαίσια επώασης του κλωστηριδίου (7-21 ημέρες), η απουσία ανοσοποίησης κατά του τετάνου και η χαρακτηριστική δυσφαγία, αποτέλεσαν τις βασικές ενδείξεις της κλινικής διάγνωσης. Οι ενδείξεις διασωλήνωσης ήταν η δυσφαγία – δυσκαταποσία, που σύμφωνα με τη βιβλιογραφία σχετίζονται με υψηλά ποσοστά πιθανότητας εισρόφησης [14,15] και η σχετικά μεγάλη ηλικία της ασθενούς [16], η οποία συσχετίζεται με υψηλά ποσοστά θνητότητας. Τα έντονα οπτικά και ηχητικά ερεθίσματα ακόμα και οι άσκοπες μετακινήσεις θα πρέπει να αποφεύγονται γιατί προκαλούν το έναυσμα για την έκλυση σπασμών. Επίσης μπορεί να προκαλέσουν και σοβαρές διαταραχές από το αυτόνομο νευρικό σύστημα [17].

Για την αντιμετώπιση των σπασμών μπορεί να χρησιμοποιηθούν βενζοδιαζεπίνες, με κύριο εκπρόσωπο τη διαζεπάμη, σε δόση 10-30mg ως και 120 mg/Kg/24h ενδοφλέβια [18,19].

Απαραίτητη κρίνεται η όσο το δυνατό ταχύτερη χορήγηση ενδομυικά Ανθρώπειου Ανοσοσφαιρίνης κατά του τετάνου, σε δόση 3000-6000 IU για την εξουδετέρωση της τετανοσπασμίνης, η οποία όταν δεσμευτεί από το κεντρικό νευρικό σύστημα δεν είναι δυνατό να εξουδετερωθεί [15,20]. Σε πολλά κέντρα εφαρμόζεται συνδυασμός ενδομυικής χορήγησης, μαζί με

500 ή 1000 IU ενδοραχιαίας, προς εξουδετέρωση της τοξίνης που έχει περάσει τον αιματεγκεφαλικό φραγμό, χωρίς όμως να έχει αποδειχθεί πλήρως ότι βελτιώνεται η κλινική εικόνα [21,22].

Παραδοσιακά χορηγείτο η πενικιλίνη και οι κεφαλοσπορίνες 3ης γενεάς σαν τα συνήθη αντιμικροβιακά. Ωστόσο υπάρχει ο κίνδυνος για υπερδιέγερση του ΚΝΣ με τη χορήγησή τους, επειδή παρουσιάζουν δράση παρόμοια με του γ άμινο-βουτυρικού οξέως. Το αντιμικροβιακό εκλογής είναι η μετρονιδαζόλη στις συνήθεις δόσεις 500 χιλιοστογρ. τρεις φορές την ημέρα. Ασθενείς που αντιμετωπίσθηκαν με μετρονιδαζόλη παρουσίαζαν μικρότερη θνητότητα και διάρκεια νοσηλείας αλλά και καλύτερη ανταπόκριση στη θεραπεία ,σε σύγκριση με άλλους που έλαβαν πενικιλίνη [23,24].

Η χορήγηση βιταμίνης C, σε δόση 1 γρ ημέρα σε ασθενείς με τέτανο, έχει συσχετισθεί με μείωση της θνητότητας τόσο πειραματικά σε ζώα, όσο και σε δείγμα 117 ατόμων, χωρίς να συνιστάται θεραπευτικά σαν γενικός κανόνας [25].

Στη θεραπευτική φαρέτρα έχει προστεθεί τα τελευταία χρόνια η ενδοραχιαία χορήγηση Baclofen, ενός ανταγωνιστή των υποδοχέων GABA. Σχετίζεται με σημαντική μείωση της σπαστικότητας των μυών, μείωση της χορήγησης αντισπασμωδικών φαρμάκων, γρηγορότερη αποσωλήνωση και μείωση των επιπλοκών από το αναπνευστικό σύστημα, που είναι και η κυριότερη αιτία θανάτου [26,27].

Ο επιμελής χειρουργικός καθαρισμός του τραύματος – θέση παραγωγής της τοξίνης – είναι επιβεβλημένη αρχική ενέργεια, γιατί οι σπόροι δεν καταστρέφονται από τα αντιβιοτικά.

Η διαφορική διάγνωση μπορεί να τεθεί από:

- Την Τετανία, ύστερα από βαριά υπασβεστιαιμία ή αλκάλωση (η τιμή του Ca θέτει τη διάγνωση).
- Την Επιληψία
- Τη Λύσσα, (δεν προκαλεί τρισμό)
- Τη Μηνιγγίτιδα, (απουσιάζει ο τρισμός και η οσφυονωτιαία παρακέντηση βοηθά στην διαφορική διάγνωση).
- Την Εγκεφαλίτιδα
- Την Υπαραχνοειδή αιμορραγία
- Τα Αποστήματα της στοματικής κοιλότητας.

Η θεραπεία είναι σε μεγάλο ποσοστό υποστηρικτική και ο ρόλος της μονάδας εντατικής θεραπείας είναι καθοριστικός, περιορίζοντας τα ποσοστά θνητότητας σε 6-15%.

Επειδή δεν καταλείπεται ανοσία, πάντα πρέπει να χορηγείται και η 1η δόση του εμβολίου, ακολουθούμενη από μια δεύτερη κατά την έξοδο και τη τρίτη δόση μετά από 6 μήνες. Όλος ο πληθυσμός πρέπει να λαμβάνει αναμνηστική δόση ανά δεκαετία.

Correspondence
Ioannis P. Sofianos,
Terma Agiou Vlassiou Street, General Hospital of Levadia,
PC 32100, Levadia

Αλληλογραφία
Ιωάννης Π. Σοφιανός,
Τέρμα Αγίου Βλασίου, Νοσοκομείο Λιβαδειάς,
ΤΚ 32100, Λιβαδειά

Βιβλιογραφία

1. Francois MP, Robert JR, Hewlett D (1994). Tetanus in parenteral drug abuser: report of a case. J Natl Med Assoc 86(3):223-5.
2. Roush SW, Murphy TV, Vaccine-Preventable Disease Table Working Group (2007). Historical comparisons of morbidity and mortality for vaccine-preventable diseases in the United States. JAMA 298:2155-2163. doi: 10.1001/jama.298.18.2155.
3. Stein JH, Hutton JH, O' Rourke RA, et al (1994). Stein Internal Medicine 4th edition. Mosby Medical Editions.
4. CDC: Summary of notifable diseases, United States, 1991.MMWR 1992; 40(53):57.
5. de Jong, de Heer-Groen T, Schroder CH, Gansen NJ (2009). Generalized tetanus in a 4-year old boy presenting with dysphagia and trismus: a case report. Cases J 2:7003.
6. TetanusMedlinePlus. www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/000615.htm.
7. Trujillio MH, Gastillio A, Espana J, Manzo A, Zerpa R (1987). Impact of Intensive Care management on the prognosis of Tetanus. Chest 92:63-65.
8. Paterson AW, Ryan W, Rao-Mudigonda VV (2006). Trismus: or is it tetanus? A report of a case. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 101:437–441. doi: 10.1016/j.tripleo.2005.04.013.
9. Syam B, Owens D (1992). Horner's syndrome in severe tetanus. Postqrad Med J 68(798):279-80.
10. P. Grupta, R. Kapoor, S. Goyal V (1980). Barta.

Intrathecal human tetanus immunoglobulin in early tetanus. Lancet 439-440.
11. Liu CY, Liao KK, Fuh JH, et al (2009). Unilateral Blefarospasm as an early sign of cephalic tetanus. Mov Disord 24(7):1094-5.
12. Behrman RE, Vaughan VC. Nelson Textbook of pediatrics. 13th ed.Philadelphia, WB Saunders Co. 1987 Sec 11.36.
13. Cavalcante NJ, Sandeville ML, Medeiros EA (2001). Incidence of and risk factors for nosocomial pneumonia in patients with tetanus. Clin Infect Dis 33(11):1842-6.
14. Crook TM, Protheroe RT, Handel JM (2001). Tetanus a review of the literature. Br J Anaesth 87:477-8.
15. Keller MA, Stiehm ER (2000). Passive immunity in prevention and treatment of infectious diseases. Clin Microbiol Rev 13:602-614. doi: 10.1128/CMR.13.4.602-614.2000.
16. Jolliet P, Magnenat JL, Kobel T, Chervolet JC (1990). Aggressive Intensive Care Treatment of very eldery patients with tetanus is justified. Chest 99:702-705.
17. Gray P. Tetanus. Principles of Critical Care, 3rd edition, 2005, Mc Graw-Hill publications p933-937.
18. Bleck TP (1986). The pharmacology of tetanus. Clin Neeuropharmacol 9:103.
19. Brauner JS, Vieira SR, Bleck TP (2002). Changes in severe accidental tetanus mortality in the ICU during two decades in Brazil. Intensive Care Med. 28:930-935. doi: 10.1007/s00134-002-1332-4.
20. Gibson K, Bonaventure Uwinezaj J, Kiviri W Parlow J (2009). Canadian journal of anaesthesia 56(4):307-15.
21. Potgieter PD. Treatment of tetanus. In JL Vincent (ed): update in intensive Care and Emergency Medicine. Spinger Verlag 1991, pp. 530-539.
22. Miranda-Filho Dde B, Ximenes RA, Barone AA, Vaz VL, Vieira AG, Albuquerque VM (2004). Randomised controlled trial of tetanus treatment with antitetanus immunoglobulin by the intrathecal or intramuscular route. BMJ 328:615. doi: 10.1136/bmj.38027.560347.7C.
23. Ahmadsyah I, Salim A (1985). Treatment of tetanus. An open study to compare the efficacy of procain pencillin and metronidazole. Br Med J (Clin Res Ed) 291.
24. Ganesh Kumar AV, Kothari VM, Krishnan A, Karnad DR (2004). Benzathine penicillin, metronidazole and benzyl penicillin in the treatment of tetanus: a randomized, controlled trial. Ann Trop Med Parasitol 98:59-63. doi: 10.1179/000349804225003037.
25. Hemila H, Koivula T. Vitamin C preventing and treating tetanus. Cochrane Database of Systemic Reviews Issue 4, 2009.
26. Cabrezio Garzia JL, Homs Gimeno CA, Pacheco Arancibia G, Zalba Etayo B, Sanchez Marteles M (2008). Treatment of tetanus with intrathecal baclofen. An Med Intern 25(7):372-3.
27. Esslinger P, Kistler W, Berger TM (2003). Severe autonomic dysfunction in an 11-year-old girl with generalised tetanus. Eur J Pediatr Surg 13:209-212.

ΟΣΤΟΥΝ (2010) 21 (3): 164-175 Ανασκόπηση

Βασικές αρχές εμβιομηχανικής των οστών

Β.Ι. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ, Σ. ΛΕΛΕΣ, Α.Φ. ΜΑΥΡΟΓΕΝΗΣ, Γ.Χ. ΜΠΑΜΠΗΣ, Π.Ν. ΣΟΥΚΑΚΟΣ, Π.Ι. ΠΑΠΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ
Α΄ Ορθοπαιδική Κλινική, Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΠΓΝ ΑΤΤΙΚΟΝ, Χαϊδάρι

Περίληψη

Η εμβιομηχανική των οστών είναι ένας τομέας έρευνας που βρίσκει εφαρμογή σε πολλά πρακτικά προβλήματα της ορθοπαιδικής. Σε αυτό το άρθρο, περιγράφεται ένα σύνολο βασικών αρχών που σχετίζονται με την εμβιομηχανική των σκελετικών δομών, με τις υλικές και γεωμετρικές τους ιδιότητες καθώς και με τις ιδιότητες του οστού, με τη σύνθεση και την οργάνωσή του. Στην καθημερινή πρακτική, οι αρχές αυτές συνίστανται σε απλές σχέσεις που περιγράφουν το ρόλο των υλικών και της γεωμετρίας στη μηχανική συμπεριφορά των οστών. Συγκεκριμένα, στην περίπτωση της ελαστικής συμπεριφοράς των μακρών οστών αυτές οι αρχές περιορίζονται σε απλές σχέσεις γεωμετρικών και μηχανικών ιδιοτήτων. Σε άλλες περιστάσεις οι σχέσεις είναι πιο πολύπλοκες, αλλά οι υποκείμενες αρχές είναι συγκεκριμένες. Αυτές οι αρχές αποτελούν το βασικό πλαίσιο κάθε εμβιομηχανικής μελέτης και στοχεύουν στην καλύτερη κατανόηση, διάγνωση και θεραπεία των σκελετικών παθήσεων.

Λέξεις κλειδιά: Εμβιομηχανική, Βασικές αρχές, Δοκιμασίες φόρτισης, Ιδιότητες

Basic principles of bone biomechanics

V.I. SAKELLARIOU, S. LELES, A. F. MAVROGENIS, G.C. BABIS, P.N. SOUCACOS, P.J. PAPAGELOPOULOS
1st Department of Orthopaedics, University of Athens, ATTIKON University General Hospital

Summary

Bone biomechanics is an active area of research applied to many practical problems in orthopaedics. In this review, we describe a set of basic principles that relate structural mechanics of skeletal structures to material and geometric properties and that relate material properties of bone to composition and organization. In a number of practical circumstances, these principles reduce to simple relationships describing the roles of materials and geometry in the mechanical behavior of long bones. In particular, in the case of elastic behavior of long bones these principles reduce to simple products of geometric and material properties. In other circumstances the relationships are more complex, but the underlying principles are still apparent. These principles are also the framework for essentially all the work in bone biomechanics and related work aimed at better understanding, diagnosing, and treating skeletal disorders.

Keywords: Biomechanics, Basic principles, Loading tests, Properties

Εισαγωγή

Η μελέτη της εμβιομηχανικής του οστού ως υλικό και των οστών ως κατασκευή αποτελεί μέχρι σήμερα συνεχές πεδίο έρευνας [1-3]. Στο παρόν άρθρο αξιολογούνται μερικές βασικές αρχές και συνοψίζονται μερικοί από τους πιο σημαντικούς και αναπτυσσόμενους τομείς της τρέχουσας βιβλιογραφίας στο πλαίσιο αυτών των αρχών.

Οι πρώτες αρχές της εμβιομηχανικής των οστών είναι στην ουσία αρχές που ισχύουν για τη μηχανική συμπεριφορά κάθε υλικού. Τρεις είναι οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν αυτή τη μηχανική συμπεριφορά:

1) τα υλικά κατασκευής,
2) η γεωμετρία, δηλ. το μέγεθος, το σχήμα και η διάταξη των υλικών και
3) η φύση των ασκούμενων δυνάμεων.

Μεγάλο μέρος της υπάρχουσας βιβλιογραφίας εστιάζει στον πρώτο παράγοντα (το οστό ως υλικό) ή συσχετίζει τη φύση του υλικού με τη γεωμετρία του (τα οστά ως δομικές κατασκευές). Είναι προφανές ότι η παραπάνω αρχές αποτελούν κοινό πεδίο έρευνας όσον αφορά την αιτιολογία, τη διάγνωση και τη θεραπεία των σκελετικών παθήσεων.

Το οστούν ως υλικό

Είναι εμφανές από ένα μεγάλο εύρος εργασιών ότι ο οστίτης ιστός είναι ένα σύνθετο υλικό με πολύπλοκες μηχανικές ιδιότητες [4,5]. Το φλοιώδες οστό έχει περιγραφεί ως ελαστικό, ελαστο-ιξώδες, ελαστικό-πλαστικό ή ακόμα και ελαστο-πλαστικο-ιξώδες. Είναι ένα υλικό του οποίου η βλάβη προσλαμβάνει τη μορφή μακρο- ή μικρο-δομικών ρωγμών. Για το σπογγώδες οστό, η πολυπλοκότητα της συμπεριφοράς του σχετίζεται με τον μεγάλο κενό όγκο και την ετερογενή τραπεζοειδή του δομή. Η σύνθεση όλων των λεπτομερειών των μικροδομικών στοιχείων του οστίτη ιστού ή ακόμη και της τραπεζοειδούς αρχιτεκτονικής του σπογγώδους οστού σε ένα μηχανικό μοντέλο μιας οστικής κατασκευής, θα ήταν ένας αξεπέραστος στόχος για όλες τις πρακτικές εφαρμογές. Για το λόγο αυτό, η εμβιομηχανική καταφεύγει στην αντιμετώπιση του φλοιώδους και του σπογγώδους οστού ως μιας συνέχειας, στην οποία οι μηχανικές ιδιότητες *σε ένα σημείο* του υλικού αντιπροσωπεύουν την μέση μηχανική συμπεριφορά για έναν αντιπροσωπευτικό όγκο. Ο προσδιορισμός του κατάλληλου μεγέθους της παραμέτρου του αντιπροσωπευτικού όγκου αποτελεί ουσιαστικό ζήτημα [6], αλλά αυτή ακριβώς η αντιπροσώπευση είναι ένα βασικό βήμα στο να γίνουν τα εμβιομηχανικά μοντέλα χρήσιμα εργαλεία στη μελέτη της οστικής συμπεριφοράς. Επίσης μας επιτρέπει να χαρακτηρίσουμε αυτές τις ιδιότητες δοκιμάζοντας μηχανικά δείγματα μετρήσιμου μεγέθους.

Ευτυχώς, στις περισσότερες φυσιολογικές καταστάσεις φόρτισης, το οστό συμπεριφέρεται ως γραμμικό ελαστικό υλικό, δηλαδή ως ένα υλικό στο οποίο η δύναμη που εφαρμόζεται είναι γραμμικά ανάλογη με την παραμόρφωσή του. Το σημαντικό επακόλουθο είναι ότι πολλά εμβιομηχανικά προβλήματα των οστών μπορούν να αναλυθούν, ώστε να υπολογιστούν λεπτομερώς παράγοντες όπως το ιξώδες, η πλαστικότητα και οι μικρο-βλάβες. Οι παράγοντες που συχνά δεν μπορούν να αγνοηθούν είναι η διακύμανση θέσης, δηλαδή η μη ομοιογένεια των μηχανικών ιδιοτήτων, και η διακύμανση κατεύθυνσης φορτίου, δηλαδή η ανισοτροπία των μηχανικών ιδιοτήτων.

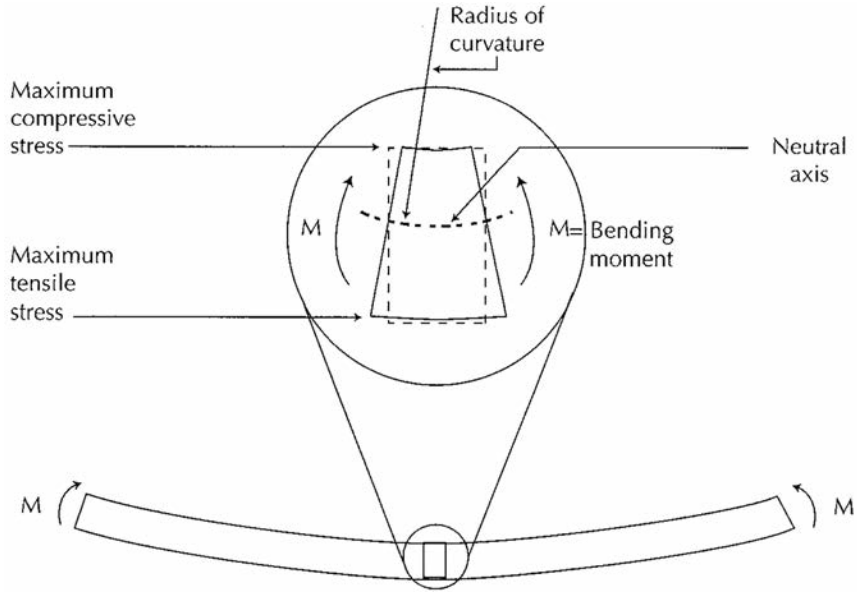
Αποτελεί αξίωμα ότι οι μηχανικές ιδιότητες του οστού στο επίπεδο της συνέχειας καθορίζονται από τη σύνθεση και την οργάνωση των συστατικών του. Η μη ομοιογένεια στις μηχανικές ιδιότητες του οστίτη ιστού οφείλεται στη διακύμανση της σύνθεσης και οργάνωσης. Η ανισοτροπία των μηχανικών ιδιοτήτων οφείλεται στην οργάνωση της εσωτερικής δομής του υλικού σε διάφορα ιεραρχικά επίπεδα. Το μεγαλύτερο μέρος της μη ομοιογένειας των ιδιοτήτων του υλικού είναι επακόλουθο των διαφοροποιήσεων στην πορώδη υφή και την περιεκτικότητα σε μέταλλα, ή μια σχετιζόμενη ιδιότητα, και στην τοπική μέση πυκνότητα όγκου (συνήθως καλείται η φαινομενική πυκνότητα [4,5]). Για το φλοιώδες οστό, η μη ομοιογένεια των μηχανικών ιδιοτήτων αντικατοπτρίζει επίσης διακυμάνσεις στην πεταλιώδη και οστεωνική μικροδομή. Ιδιότητες όπως ο συντελεστής ελαστικότητας και η δύναμη εφελκυσμού μπορεί να διαφέρουν σημαντικά σε ένα δεδομένο τμήμα διάφυσης, αλλά σε γενικές γραμμές παραμένουν εντός συγκεκριμένων ορίων [4,5]. Για το σπογγώδες οστό, αυτές οι ιδιότητες μπορεί να ποικίλλουν σε διάφορα μεγέθη, κυρίως γιατί είναι μη γραμμικά σχετιζόμενες με τη φαινομενική πυκνότητα, η οποία ποικίλλει σημαντικά [4,5]. Η διακύμανση της κατεύθυνσης στις ιδιότητες του φλοιώδους οστίτη ιστού συχνά περιγράφεται ως εγκάρσια ισοτροπία, αντικατοπτρίζοντας τον πρωτογενή προσανατολισμό της μικρο-δομής κατά μήκος του άξονα του οστού [1-3]. Για το σπογγώδες οστό, οι υλικές ιδιότητες όπως η ελαστική ακαμψία είναι περισσότερο ορθότροπες, ανταποκρινόμενες στις ιδιότητες κατά μήκος τριών κυρίων κατευθύνσεων που αναγνωρίζονται στην τοπική τραπεζοειδή δομή [1-3].

Μια λειτουργική αρχή στην εμβιομηχανική των οστών είναι ότι τα μέτρα της σύνθεσης και της εσωτερικής δομής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προβλέψουν της μηχανικές ιδιότητες του οστικού υλικού. Στο πρότυπο μοντέλο, που προτάθηκε από τους Carter και Hayes [7], η σχέση μεταξύ της εμφανούς πυκνότητας και του συντελεστή ελαστικότητας και δύναμης (μέγιστη ισχύς συμπίεσης) σε ένα σπογγώδες οστό είναι:

$$S, E \alpha (\text{πυκνότητα})^m$$

Όπου για τη δύναμη S ο εκθέτης m είναι από 1 έως 2, και για το συντελεστή συμπίεσης E ο εκθέτης m είναι από 2 έως 3.

Επειδή η τοπική φαινομενική πυκνότητα μπορεί να μετρηθεί χωρίς καταστροφή του υλικού, ακόμη και μη επεμβατικά, η ισχύς αυτού του μοντέλου στο να προβλέπει τη σκελετική κατάσταση είναι προφανής. Παρόλα αυτά, δεν αποτελεί έκπληξη ότι περισσότερες πληροφορίες μπορεί να είναι αναγκαίες για να προβλεφθούν επακριβώς οι τοπικές μηχανικές ιδιότητες κάθε υλικού. Για παράδειγμα, καλύτερα μοντέλα πρόβλεψης για τις μηχανικές ιδιότητες του σπογγώδους οστού απορρέουν από το συνδυασμό της σύνθεσης



Σχ. 1. Κάμψη μιας δοκού που υπόκειται σε ροπές στρέψης (Μ). Σε μεγέθυνση μιας μικρής τομής, οι διακεκομμένες γραμμές δείχνουν το αρχικό σχήμα και οι συνεχείς το παραμορφωμένο σχήμα. Σε κάθε διατομή, οι αξονικές δυνάμεις και τανύσεις ποικίλλουν γραμμικά από μια μέγιστη τιμή τάσης σε μια μέγιστη τιμή συμπίεσης. Ο ουδέτερος άξονας είναι η γραμμή της μηδενικής καταπόνησης και εφελκυσμού, που χωρίζει τις δύο περιοχές. Η τοπική ακτίνα καμπυλότητας του ουδέτερου άξονα ορίζει την παραμόρφωση της δοκού. Η καμπυλότητα που ορίζεται ως το αντίστροφο της ακτίνας κυρτότητας, αυξάνει όσο αυξάνει η ροπή.

(φαινομενική πυκνότητα) με μετρήσεις της ανισοτροπίας της δομής τραπεζίου στην περιγραφή [8].

Όλοι οι παράγοντες, όπως η ηλικία και οι ασθένειες, οδηγούν σε αλλαγές στη σύνθεση (συμπεριλαμβανομένης και της πορώδους σύστασης) και στην οργάνωση της δομής του οστού. Μεγάλο μέρος της σύγχρονης έρευνας στις σκελετικές διαταραχές προσανατολίζεται στη μελέτη της ποσοτικής συσχέτισης των παραμέτρων της σύνθεσης και της οργάνωσης με τις μηχανικές τους ιδιότητες. Προσπάθειες πρόβλεψης των μηχανικών ιδιοτήτων από μη επεμβατικές μετρήσεις υπονοούμενα ή κατηγορηματικά, βασίζονται σε τέτοιες σχέσεις. Η ακριβής πρόβλεψη της δύναμης και του κινδύνου κατάγματος οστικών δομών για ένα άτομο απαιτεί ακριβείς ποσοτικές αντιπροσωπεύσεις αυτών των σχέσεων. Επίσης, η ανάπτυξη των θεραπευτικών μεθόδων, συμπεριλαμβανομένων και των αναδυομένων μοριακών θεραπειών για την αντιμετώπιση της ευθραυστότητας των οστών, την προαγωγή της πώρωσης των καταγμάτων και τη βελτίωση της οστεοενσωμάτωσης των οστικών εμφυτευμάτων θα διευκολυνθούν τα μέγιστα από ακριβείς ποσοτικές περιγραφές των μηχανικών ιδιοτήτων με όρους σύνθεσης και οργάνωσης.

Δομική ανάλυση των οστών

Η περιγραφή της συμπεριφοράς ενός υλικού πρέπει να συνδυαστεί με πληροφορίες σχετικά με τη γεωμετρία της κατασκευής του και τα φορτία που δέχεται. Προφανώς, υπάρχουν πολλές παράμετροι που μπορεί να συσχετίζονται, κυρίως στην περιγραφή της δομικής ιεράρχησης του υλικού. Η φύση της ανάλυσης και πολυπλοκότητας του υλικού που χρησιμοποιείται πρέπει να καθορίζεται από ερωτήσεις που οφείλουν να γίνουν. Αν το μοντέλο είναι πολύ απλοποιημένο, μπορεί να μας καθοδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα. Αν είναι πολύ πολύπλοκο, μπορεί να σπαταλήσει πηγές και επίσης να μας οδηγήσει σε λάθη. Αν και πολλές και ισχυρές τεχνικές είναι διαθέσιμες για έναν αναλυτή, η καθοδηγητική αρχή στη μελέτη της μηχανικής συμπεριφοράς των σκελετικών δομών θα πρέπει να είναι η προσαρμογή του μοντέλου στην ερώτηση.

Μακρά οστά

Πολλά ορθοπαιδικά προβλήματα αφορούν στην εμβιομηχανική συμπεριφορά των μακρών οστών. Μια κοινώς αποδεκτή παραδοχή στη μελέτη της μηχανικής

Hollow circular section	Outer diameter = D, Inner diameter = d, Ratio $f = d/D$	
	Area:	$Area = \pi \cdot (D^2 - d^2) / 4 = (\pi \cdot D^2 / 4) \cdot (1 - f^2)$,
	Moment of inertia:	$I = (\pi / 64) \cdot (D^4 - d^4) = (\pi / 64) \cdot D^4 (1 - f^4)$
	Radius of gyration:	$k_B = \sqrt{I / A} = (1 / 4) \cdot \sqrt{(D^2 + d^2)} = (1 / 4) \cdot D\sqrt{(1 + f^2)}$
	Section modulus:	$Z_B = I / y_{max} = (I) / (D / 2) = (\pi / 32) \cdot D^3(1 - f^4)$
Hollow elliptical section	Outer major diameter = $2A$, Outer minor diameter = $2B$,	
	Inner major diameter = $2a$, Inner minor diameter = $2b$,	
	Area:	$Area = \pi(AB - ab)$
	Moment of inertia (about major axis):	$I = (\pi / 4) \cdot (AB^3 - ab^3)$
	Radius of gyration:	$k_B = \sqrt{I / A} = (1 / 2) \cdot \sqrt{\frac{AB^3 - ab^3}{AB - ab}}$,
	Section modulus:	$Z_B = I / B$
Hollow elliptical section with proportional axes ($f = a / A = b / B$)	Outer major diameter = $2A$, Outer minor diameter = $2B$,	
	Inner major diameter = $2(fA)$, Inner minor diameter = $2(fB)$,	
	Area:	$Area = \pi AB(1 - f^2)$
	Moment of inertia (about major axis):	$I = (\pi / 4) \cdot (AB^3) (1 - f^4)$
	Radius of gyration:	$k_B = \sqrt{I / A} = (1 / 2) (B)\sqrt{1 + f^2}$,
	Section modulus:	$Z_B = I / B = (\pi / 4) \cdot (AB^2) (1 - f^4)$
Hollow rectangular section	Outer width = W, Outer height = H,	
	Inner width = w, Inner height = h,	
	Area:	$Area = (WH - wh)$
	Moment of inertia (about longer axis):	$I = (1 / 12) \cdot (WH^3 - wh^3)$
	Radius of gyration:	$k_B = \sqrt{I / A} = 1 / \sqrt{12} \cdot \sqrt{\frac{WH^3 - wh^3}{WH - wh}}$,
	Section modulus:	$Z_B = I / (H / 2)$

Πίν. 1. Πεδίο ιδιοτήτων ενός κοίλου υλικού σε διάφορες εγκάρσιες διατομές.

συμπεριφοράς ενός μακρού οστού είναι ότι μπορεί να αντιμετωπιστεί ως μια δοκός που υπόκειται σε ένα συνδυασμό αξονικών, καμπτικών και στροφικών φορτίων [1-4]. Όσο η συμπεριφορά θεωρείται ότι είναι ελαστική, μπορούμε να αναλύσουμε τις επιπτώσεις των αξονικών, καμπτικών και στροφικών φορτίων ανεξάρτητα και να υποθέσουμε τις επιπτώσεις αυτών. Οι ιδιότητες που καθορίζουν τη μηχανική συμπεριφορά ενός μακρού οστού είναι οι υλικές ιδιότητες και η γεωμετρία της διαμέτρου κατά μήκος αυτού. Η σχέση εφαρμοζόμενης δύναμης και παραμόρφωσης σε κάθε διατομή και η ανταποκρινόμενη δομική ακαμψία και δομική ισχύς για κάθε βασικό τύπο φόρτισης, μπορούν να οριστούν ως το γινόμενο μιας δομικής με μία γεωμετρική ιδιότητα.

Για την αξονική φόρτιση, η τοπική δομική ακαμψία που συσχετίζει το εφαρμοζόμενο αξονικό φορτίο με την αξονική παραμόρφωση δίνεται από το γινόμενο *EA*, όπου Ε είναι ο συντελεστής ελαστικότητας κατά μήκος της διεύθυνσης του άξονα και Α είναι το εμβαδόν της διατομής. Η ακαμψία έχει μονάδες δύναμης (στην πραγ-

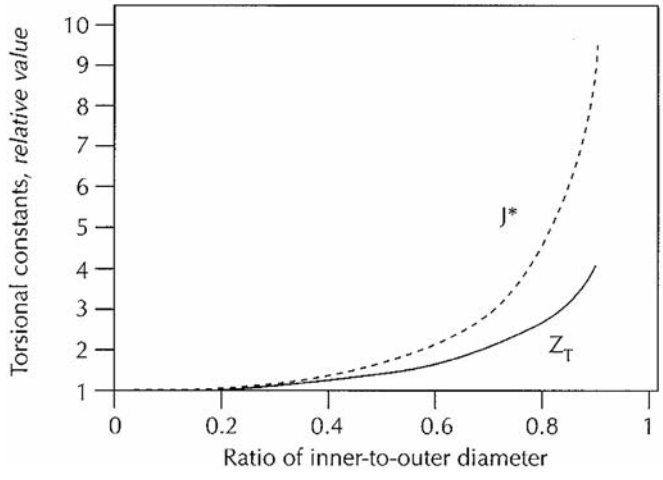
Type of section	Torsional constant J^* in formula: Torsional stiffness = Torque / (twist / unit length) = J^*G (G = Shear modulus)	Torsional constant Z_T in formula: Torsional strength = $Z_T S_T$ (S_T = Shear strength = maximum sustainable shear stress)
Hollow circular section	$J^* = (\pi / 32)(D^4 - d^4)$ $= (\pi/32)(D^4)(1 - f^4)$, where $d = f \cdot D$ (Note: For a circular section the torsional stiffness constant is the polar moment of inertia.)	$Z_T = J^* / (D / 2)$ $= (\pi/16)(D^3)(1 - f^4)$ (Note: The maximum stress occurs on the outer radius.)
Hollow elliptical section with proportional axes ($f = a / A = b / B$)	$J^* = \frac{\pi A^3 B^3}{A^2 + B^2}(1 - f^4)$ (Note: For a noncircular section the torsional stiffness constant is *not* the polar moment of inertia as often stated in the literature.)	$Z_T = \frac{\pi A B^2}{2}(1 - f^4)$ (Note: The maximum stress occurs on the outer surface on the minor axis.)
Solid rectangular section Width $W \geq$ height H	$J^* = \frac{WH^3}{16}\left[\frac{16}{3} - 3.36\frac{H}{W}\left(1 - \frac{H^4}{12W^4}\right)\right]$ (Note: This is an approximate solution good to within a few percent.)	$Z_T = \frac{WH^2}{3}\left[1 + 0.6095\frac{H}{W} + 0.8865\left(\frac{H}{W}\right)^2 - 1.8023\left(\frac{H}{W}\right)^3 + 0.9100\left(\frac{H}{W}\right)^4\right]^{-1}$ (Note: This is an approximate solution good to within a few percent. Maximum stress occurs at midpoints of long sides.)

Πίν. 2. Ιδίοτητες στρέψης σε διάφορες εγκάρσιες διατομές.

ματικότητα είναι δύναμη/μεταβολή του μήκους ανά μονάδα μήκους). Δύναμη εκφραζόμενη ως αξονική φόρτιση που προκαλεί βλάβη δίνεται από το ελάχιστο της τιμής του γινομένου SA κατά μήκος του οστού, όπου S είναι η δύναμη αποτυχίας (failure stress) του υλικού.

Σε απλή κάμψη, η βασική ιδιότητα ακαμψίας σε κάθε διατομή δίνεται από το λόγο της εφαρμοζόμενης ροπής στρέψης προς την τοπική καμπυλότητα της δοκού. Η καμπυλότητα, που μαθηματικά ορίζεται ως το αντίστροφο της ακτίνας της καμπυλότητας του ουδέτερου άξονα, (Σχήμα 1) ορίζει το σχήμα εκτροπής της δοκού. Η ακαμψία του υλικού δηλ. ο λόγος ροπής/καμπυλότητας είναι ίσος με το γινόμενο *EI* (μονάδες δύναμης x απόσταση^2), όπου Ε είναι ο συντελεστής αξονικής ελαστικότητας, και I είναι η ροπή αδράνειας του εμβαδού διατομής του ουδέτερου άξονα. Η ροπή αδράνειας δίνεται από το γινόμενο του εμβαδού επί το τετράγωνο της απόστασης $I=A(kB)^2$. Η παράμετρος kB περιγράφει τον τρόπο που το υλικό διανέμεται γύρω από τον ουδέτερο άξονα.

Η βασική ιδιότητα της αντοχής είναι το γινόμενο SZ (μονάδες δύναμης X απόσταση=ροπή), όπου S είναι η αντοχή του υλικού, που συνήθως αναγνωρίζεται ως δύναμη απόδοσης σε εφελκυσμό (tensile yield stress), και Z_B είναι ο συντελεστής διατομής (section modulus). Αυτός είναι ο λόγος I/h όπου h η απόσταση από τον ουδέτερο άξονα στο εξώτερο σημείο της διατομής (όπου η τάση είναι με-



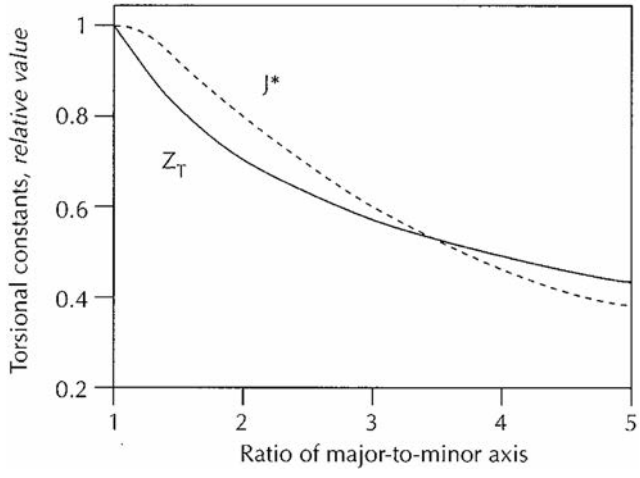
Σχ. 2. Στροφικές σταθερές για κοίλες κυκλικές διατομές με ίσα εμβαδά διατομής και μεταβλητά πάχη τοιχωμάτων. Ένας έσω προς τα έξω λόγος διαμέτρου ίσος με μηδέν είναι μια συμπαγής διατομή. Όσο ο λόγος πλησιάζει στο 1, το πάχος τοιχώματος πλησιάζει στο 0 αλλά η διατομή τείνει στο άπειρο για να διατηρηθεί το εμβαδόν σταθερό. Οι τιμές για τη σταθερά στροφικής ακαμψίας J* (διακεκομμένη γραμμή) και τη σταθερά στροφικής αντοχής Z_T (συνεχής γραμμή) επιτυγχάνονται από τους τύπους του Πίνακα 2, και εξομαλύνονται διαιρούμενες με τις τιμές για συμπαγή διατομή. Αυτές οι καμπύλες επίσης ορίζουν τον τρόπο που η καμπτική ακαμψία και αντοχή αλλάζουν με το λόγο της εσωτερικής προς την εξωτερική διάμετρο για μια κυκλική διατομή (βλ. Πίνακα 1).

γαλύτερη). Φαίνεται από τις γενικές σχέσεις ότι οι δοκοί αποκτούν ακαμψία και αντοχή όταν έχουν υλικό που κατανέμεται μακριά από τον ουδέτερο άξονα, αλλά η ακαμψία αποκτάται γρηγορότερα από την αντοχή.

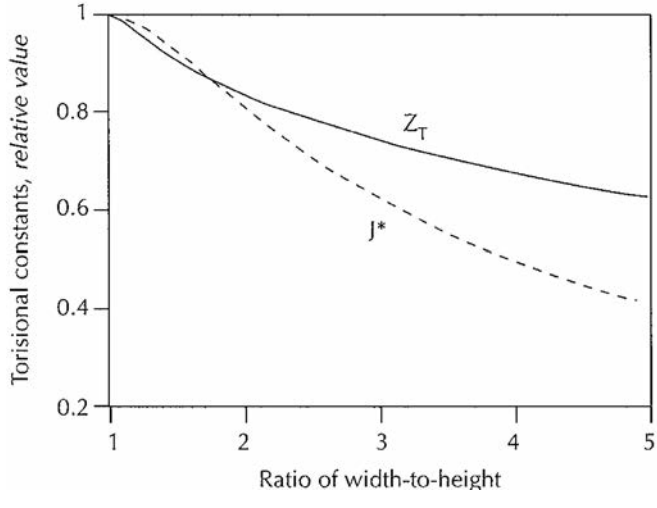
Για στροφικές φορτίσεις, η βασική ικανότητα ακαμψίας είναι ο λόγος της εφαρμοζόμενης ροπής στρέψης προς τη στρέψη ανά μονάδα μήκους και ισούται με το γινόμενο GJ (μονάδες δύναμης Χ απόσταση^2), όπου G ο συντελεστής στρέψης και J είναι μια ιδιότητα εμβαδού που μπορεί να αποδοθεί ως $J = A(k_T)^2$. Όσον αφορά την κάμψη, A είναι το εμβαδόν και k_T αναπαριστά την κατανομή του υλικού γύρω από το κέντρο της διατομής. Η αντοχή στη στρέψη είναι κάπως πιο περίπλοκη, γιατί η θέση με τη μεγαλύτερη τάση στη διατομή δεν είναι πάντα εμφανής. Συνήθως βρίσκεται κοντά στην εξωτερική καμπύλη αλλά εξαρτάται τόσο από το σχήμα όσο και από το πάχος του τοιχώματος του φλοιού. Μπορεί να εκφραστεί ως το γινόμενο S_TZ_T (δύναμη επί απόσταση=ροπή), όπου S_T η αντοχή του υλικού σε διάτμηση και Z_T είναι ιδιότητα του υλικού σε κάθετη διατομή.

Για να δείξουμε τις έννοιες που αναλύσαμε παραπάνω, οι ιδιότητες εμβαδού για ορισμένες κοινές διατομές παρουσιάζονται στους Πίνακες 1 και 2. Τα Σχήματα 2 ως 4 παρουσιάζουν αρκετές από αυτές τις σχέσεις ως λειτουργίες του σχήματος του οστού. Από το Σχήμα 2 φαίνεται ότι το σωληνοειδές σχήμα ενός μακρού οστού αυξάνει σημαντικά την καμπτική και στροφική ακαμψία και αντοχή σε μια συνεχή τομή ίσου εμβαδού. Από τα Σχήματα 3 και 4 φαίνεται ότι οι στροφικές ιδιότητες υποβαθμίζονται όσο ο λόγος της απόστασης της διατομής απομακρύνεται από τη μονάδα. Συνεπώς, η μάλλον ελλειπτική διατομή των περισσοτέρων μακρών οστών είναι ένας συγκερασμός ανάμεσα στην καμπτική ακαμψία και αντοχή γύρω από τους επιλεγόμενους άξονες και στροφικές ιδιότητες.

Αναπαριστώντας τις ιδιότητες ακαμψίας και αντοχής των μακρών οστών ως γινόμενα διατομών και ιδιοτήτων υλικού εξυπηρετεί στο να δείξουμε μια σημαντική έκβαση της παραπάνω βασικής αρχής. Συγκεκριμένα, υλικό και γεωμετρία μπορούν να εναλλαχθούν για να επιτευχθεί μια οριακή δομική συμπεριφορά. Για τα μακρά οστά, αξίζει να θυμηθούμε ότι οι καμπτικές και στροφικές ιδιότητες αυξάνουν μη γραμμικά με την αύξηση του εμβαδού (βλ. Πίνακες 1 και 2) ενώ αυξάνουν γραμμικά με την αντοχή και ακαμψία του υλικού. Παραδείγματα στη φύση όπου οι αυξημένες γεωμετρικές παράμετροι αντισταθμίζονται με μειωμένες ιδιότητες υλικού περιλαμβάνουν την πώρωση καταγμάτων με ευρύ περιοστικό πώρο και τη διεύρυνση της διάφυσης του φλοιού των οστών με την ηλικία. Πρόσφατες μελέτες επίσης προτείνουν ότι αυτοί οι αντισταθμιστικοί μηχανισμοί λειτουργούν επίσης και σε έναν αριθμό άλλων περιπτώσεων.



Σχ. 3. Στροφικές σταθερές για ελλειπτικές διατομές ιδίου εμβαδού αλλά διαφορετικού λόγου απόστασης. Οι τιμές για τη σταθερά στροφικής ακαμψίας J* (διακεκομμένη γραμμή) και τη σταθερά στροφικής αντοχής Z_T (συμπαγής γραμμή) δίνονται από τους τύπους του Πίνακα 2, και εξομαλύνονται διαιρούμενες με τις τιμές για λόγο άξονα από τον ελάχιστο στο μέγιστο=1 (κυκλική διατομή). Αυτές οι καμπύλες εφαρμόζονται σε κάθε κοίλη ελλειπτική διατομή με αναλογικές έσω και έξω διαμέτρους (λόγος f = a/A = b/B; βλ. Πίνακα 2).



Σχ. 4. Στροφικές σταθερές για ορθογώνιες διατομές ιδίου εμβαδού και διαφορετικού λόγου απόστασης. Οι τιμές για τη σταθερά στροφικής ακαμψίας J* και τη σταθερά στροφικής αντοχής Z_T δίνονται από τους τύπους του Πίνακα 2 και εξομαλύνονται διαιρούμενες με τις τιμές του λόγου πλάτους προς ύψος= 1 (τετράγωνη διατομή). Αν και οι σχετικές τιμές φθίνουν λιγότερο εντυπωσιακά σε σχέση με την ελλειπτική διατομή (βλ. Σχ. 3), οι απόλυτες τιμές ξεκινούν από χαμηλότερο σημείο.

Άλλες σκελετικές δομές

Οι περιοχές της μετάφυσης των οστών, οι σπόνδυλοι και άλλα οστά που δεν κατατάσσονται στην κατηγορία των μακρών οστών, όπως και οι περιοχές πρόσφυσης των μαλακών μορίων, τα τρήματα ή τα μοσχεύματα απαιτούν μια πιο προηγμένη μέθοδο ανάλυσης. Συνήθως, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε αριθμητικές μεθόδους για να εκτιμήσουμε τις τάσεις και παραμορφώσεις, πιο συχνά με την ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων (FEA). Η FEA έχει γίνει ένα εργαλείο ευρείας εφαρμογής στην δομική ανάλυση, και ένα μεγάλο ποσοστό της μεθοδολογίας έχει αυτοματοποιηθεί σε μεγάλα προγράμματα υπολογιστών διαθέσιμα στο εμπόριο. Είναι

σημαντικό να θυμηθούμε ότι αποτελεί βασικά ένα μαθηματικό εργαλείο, μάλιστα αρκετά ισχυρό, το οποίο παράγει μια αριθμητική προσέγγιση για τη συμπεριφορά ενός μαθηματικού μοντέλου της μηχανικής μιας πραγματικής δομής. Συνεπώς υπάρχει πάντα η πιθανότητα να παραχθούν πολύ εσφαλμένα και παραπλανητικά αποτελέσματα με την FEA. Η δυναμική των μοντέλων της FEA βρίσκεται στην ικανότητά τους να συγχωνεύουν γεωμετρικές και δομικές παραμέτρους, συμπεριλαμβανομένης και της εσωτερικής δομής του υλικού. Αυτό μας επιτρέπει να εξετάσουμε έναν αριθμό πολύπλοκων ζητημάτων (βλ. «Κατευθύνσεις της έρευνας σήμερα»). Τα περισσότερα μοντέλα FEA για τις σκελετικές δομές αναπαριστούν το οστό ως ένα ελαστικό υλικό, ερμηνεύοντας μερικώς την ανισοτροπία και την ανομοιογένειά του [4,8].

Βασικές ιδιότητες των οστών

Παρά το γεγονός ότι είναι γνωστό ότι η ιεραρχική δομή του ιστού των οστών καθορίζει τις μηχανικές του ιδιότητες σε επίπεδο συνεχείας, απαιτείται περεταίρω έρευνα για να αποσαφηνιστούν πλήρως οι συσχετισμοί. Παραδείγματα πρόσφατης έρευνας είναι αυτά των Pidaparti και συν. [9], Ziv και συν. [10], και Martin και συν [11]. Ο Martin και συν. έδειξε ότι η δομή του επιπέδου του κολλαγόνου επηρεάζει τις ιδιότητες της κόπωσης διαφορετικά από ότι η ελαστική ακαμψία ή η μονοτονική αντοχή σε πειραματικό μοντέλο οστού αλόγου, πράγμα το οποίο καταδεικνύει την περιπλοκότητα των συσχετισμών της δομής των οστών. Ο McCal και συν [12] ανακάλυψαν ότι οι δομικές αλλαγές των οστών είναι πολύ στενά συνδεδεμένες με την φαινομενική πυκνότητα, και υποστηρίζουν ότι αυτές οι δύο ιδιότητες πρέπει να έχουν μικρή ανεξάρτητη επιρροή στη αντοχή. Άλλες μελέτες [13,14] φαίνεται ότι αντικρούουν αυτό το συμπέρασμα. Τέτοια ζητήματα είναι μεγάλης σημασίας για τις πολυάριθμες προσπάθειες να προβλέψουμε τις ιδιότητες in vivo, γιατί περισσότερες παράμετροι σε αυτούς τους συσχετισμούς απαιτούν πιο περίπλοκες μετρήσεις.

Σύμφωνα με την προηγούμενη αρχή, οι αλλοιώσεις στη σύσταση ή τη δομή εξαιτίας ασθένειας ή θεραπευτικών παραγόντων αλλάζουν την μηχανική συμπεριφορά των οστών. Σε πρόσφατη μελέτη, ο Masse και συν [15] ανακάλυψαν ότι οι αλλοιώσεις του κολλαγόνου σε ένα μοντέλο πτηνού (κοτόπουλου) μείωσαν τις ιδιότητες της αντοχής των μακρών οστών. Επειδή οι γεωμετρικές ιδιότητες δεν μεταβλήθηκαν, οι συγγραφείς συμπέραναν ότι υποβαθμίστηκαν οι ιδιότητες των υλικών. Παρόλα αυτά, μια σειρά πρόσφατων ερευνών έχει δείξει ότι μπορεί να συμβούν αμοιβαίες αντισταθμιστικές αλλαγές στις υλικές και γεωμετρικές ιδιότητες. Ο Peng και συν [16] ανακάλυψαν τέτοια αποτελέσματα σε αρουραίους που τους είχαν αφαιρεθεί οι ωοθήκες. Ο Kasra και συν [17] έδειξαν ότι η θεραπεία με οιστρογόνα σε αρουραίους μετά από ωοθηκεκτομή βελτίωσε τις ιδιότητες των υλικών και μείωσε το μέγεθος των οστών με ικανοποιητικό τρόπο. Οι Di Masso και συν [18], Mikic και συν [19], Tseng και συν [20] παρατήρησαν παρόμοιους αντισταθμιστικούς μηχανισμούς σε διαφορετικές γενετικές ανωμαλίες σε ποντίκια. Οι Jepsen και συν [21] ανακάλυψαν επίσης ότι οι αλλαγές στη γεωμετρία αντιστάθμιζαν την υποβάθμιση των υλικών σε μοντέλο ποντικού που είχε έλλειψη κολλαγόνου έτσι ώστε η ολική ελαστικότητα του οστού και οι ιδιότητες απόδοσης δεν επηρεάζονταν αλλά η συμπεριφορά σε καμπτική φόρτιση επηρεάστηκε μετά την υποβάθμιση των υλικών. Τέτοιες μελέτες απεικονίζουν πολύ καλά την έννοια της ανταλλαγής των γεωμετρικών και υλικών ιδιοτήτων έτσι ώστε να επιτευχθεί η μηχανική ακεραιότητα ενός οστού. Επιπλέον, η τελευταία μελέτη δείχνει τη δυσκολία να συμπεράνουμε αλλαγές σε μία ιδιότητα από μετρήσεις κάποιας άλλης.

Μία σημαντική ιδιότητα του οστού που έχει λάβει μεγαλύτερη προσοχή είναι η συσσώρευση βλάβης. Συνεχώς συγκεντρώνονται στοιχεία τα οποία δείχνουν ότι η συσσώρευση βλάβης παίζει σημαντικό ρόλο στην αντοχή και την κόπωση του οστού. Ο Burr και συν [22**] έχουν αναθεωρήσει την σύγχρονη γνώση για το ρόλο της συσσώρευσης βλάβης στην σκελετική ευθραυστότητα και υποστηρίζουν ότι το οστεοπορωτικό κάταγμα μπορεί να είναι συνέπεια μιας θετικής ανατροφοδότησης ανάμεσα στη συσσώρευση βλάβης και την αυξημένη δραστηριότητα αποκατάστασης. Η συσσώρευση μικροβλάβης είναι μια περίπλοκη διαδικασία που επηρεάζει διαφορετικά τις διάφορες ιδιότητες. Σε πρόσφατη έρευνα, ο Pattin και συν [23] έδειξαν ότι η συσσώρευση βλάβης κόπωσης διαφέρει στην τάση και τη συμπίεση. Οι Jeghen και Davy [24] ανακάλυψαν ότι στη στροφική φόρτιση, η χαλάρωση και οι ιδιότητες απόδοσης ήταν πιο ευαίσθητες στη συσσώρευση βλάβης από το όσο ήταν ο συντελεστής και η αντοχή. Οι Zioupos και συν [25] ανακάλυψαν ότι η συσσώρευση βλάβης από την κόπωση εφελκυσμού διέφεραν πολύ ανάμεσα στο οστό βοδινού και το κέρας ελαφιού .Οι Norman και συν [26] ανακάλυψαν ότι το ανθρώπινο φλοιώδες οστό έχει μεγαλύτερη καταγματική αντοχή σε διατμητικές δυνάμεις σε σχέση με δυνάμεις εφελκυσμού. Οι Courtney και συν [27] ανακάλυψαν διαφορές που

σχετίζονται με την ηλικία στη συσσώρευση βλάβης στο οστό. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αποτυχία του οστού μπορεί να περιγραφεί σε σχέση με ένα κρίσιμο επίπεδο συσσώρευσης βλάβης, παρόλο που μια τέτοια έννοια δεν έχει ακόμη βρει κάποια σημαντική χρήση ως τρόπος περιγραφής της αντοχής του οστού.

Η χρήση πιο σύνθετων περιγραφών υλικού στη βιομηχανική του οστού απαιτεί συνακόλουθες ικανότητες στις μεθόδους ανάλυσης φορτίσεων. Έχουν γίνει αρκετά σημαντικές πρόοδοι στην ενσωμάτωση του δομικού μοντέλου σε ένα μαθηματικό μοντέλο μηχανικής των οστών. Ιδιαίτερα αξιοσημείωτη είναι η εργασία που χρησιμοποιεί τεχνικές ομογενοποίησης η οποία περιγράφεται από τους Aoubiza και συν [28], και Hollister και συν [29]. Η μικροδομική αναπαράσταση συνδυασμένη με τεχνικές μικρο-απεικόνησης έχουν οδηγήσει σε καινούργιες ικανότητες για να συγχωνευτούν λεπτομερείς περιγραφές τραπεζοειδούς δομής σε μοντέλα FEA [30,31]. Αυτές οι τεχνικές μας προσφέρουν τη δυνατότητα να ενσωματώσουμε και να συσχετίσουμε πολλές περισσότερες λεπτομέρειες στην περιγραφή της μηχανικής συμπεριφοράς τόσο του σπογγώδους όσο και του φλοιώδους οστού. Καθώς η προσοχή στο να συσχετιστεί η βιολογία του οστού με τις μηχανικές του οστού μετακινείται σε κυτταρικό και μοριακό επίπεδο, τέτοιου είδους τεχνικές θα είναι απαιτούμενα εργαλεία.

Απεικονιστικές και μη επεμβατικές μέθοδοι χαρακτηρισμού των ιδιοτήτων των οστών

Η μη επεμβατική πρόβλεψη της in vivo δομικής ακεραιότητας και του συνακόλουθου κινδύνου κατάγματος βασίζεται στην πρόβλεψη μηχανικών ιδιοτήτων από άλλες σωματικές μετρήσεις. Η πρόσφατη βιβλιογραφία είναι πλούσια σε αναφορές για προσπάθειες να τελειοποιηθούν μέθοδοι όπως η DEXA η οποία μετράει την περιεκτικότητα του οστού σε άλατα, ή ο ποσοτικός CT έλεγχος ή η μαγνητική τομογραφία, που μπορούν να μετρήσουν την πυκνότητα και τις γεωμετρικές ιδιότητες. Σε μια πρόσφατη ανασκόπηση οι Genant και συν [32] συμπέραναν ότι αυτές οι μέθοδοι έχουν την ικανότητα να εκτιμούν την αντοχή του οστού και την τάση για κάταγμα. Διάφορες έρευνες δείχνουν ότι είναι δύσκολο να ξεκαθαριστεί ποιες μέθοδοι είναι ανώτερες [33-35]. Είναι προφανές ότι οι τοπικές εκτιμήσεις των ιδιοτήτων προσφέρουν υψηλότερους συσχετισμούς με τις τοπικές μηχανικές ιδιότητες σε σχέση με τις απομακρυσμένες [36,37].

Είναι λογικό ότι οι μετρήσεις που αξιολογούν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις μηχανικές ιδιότητες του οστού, μπορούν να προσφέρουν έναν βελτιωμένο χαρακτηρισμό της σκελετικής αντοχής. Η ακουστική απεικόνιση προσφέρει ένα θεωρητικό πλεονέκτημα στο ότι οι ακουστικές ιδιότητες είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού μηχανικών ιδιοτήτων (ακαμψία και περιεκτικότητα σε υγρό) και άλλων ιδιοτήτων (κυρίως της πυκνότητας) ενός υλικού. Πολυάριθμες μελέτες έχουν ερευνήσει την χρησιμότητα της ακουστικής απεικόνισης ως μοναδικής μέτρησης ή σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές απεικόνισης. Υψηλοί συσχετισμοί με τοπικές μηχανικές ιδιότητες έχουν επιτευχθεί [38], αλλά όπως και άλλες μέθοδοι, αυτή η μέθοδος είναι λιγότερο αποτελεσματική στο να προβλέπει απομακρυσμένες ιδιότητες [39] . Παρόλο που ο συνδυασμός υπερηχητικών και άλλων μεθόδων απεικόνισης θα έπρεπε να βελτιώσει τις προβλέψεις των ιδιοτήτων [40], δε φαίνεται ακόμη ότι οι ακουστικές μέθοδοι, είτε μόνες είτε σε συνδυασμό με άλλες απεικονίσεις είναι ανώτερες από κάποιες από τις απλές μεθόδους [41].

Οι τεχνικές απεικόνισης έχουν αποδειχθεί χρήσιμες για την κατηγοριοποίηση υποκειμένων σύμφωνα με κατηγορίες κινδύνου για κάταγμα εξαιτίας οστεοπόρωσης ή άλλης ασθένειας, και μπορούν να χαρακτηρίσουν παροδικές αλλαγές σε ένα μεμονωμένο υποκείμενο. Ωστόσο, υπάρχουν προς το παρόν τόσο θεωρητικοί όσο και πρακτικοί περιορισμοί σε αυτές τις μεθόδους [42] .Ένας από τους περιορισμούς των δεδομένων μεθόδων απεικόνισης είναι ότι δεν παρέχουν πληροφορίες για την τραπεζοειδή μορφή. Σημαντική πρόοδος έχει γίνει ως προς την απεικόνιση της τραπεζοειδούς αρχιτεκτονικής. Ο Odgaard [43] πρόσφατα συνόψισε την τελευταία λέξη των τεχνολογικών εξελίξεων στην ποσοτική καταγραφή της αρχιτεκτονικής του σπογγώδους οστού και του συσχετισμού της με ανισότροπες μηχανικές ιδιότητες. Οι Hipp και συν [44] έδειξαν την ικανότητα της μικρο-μαγνητικής τομογραφικής απεικόνισης για να χαρακτηρίσουμε την αρχιτεκτονική ex vivo και οι Majumdar και συν [45] χρησιμοποίησαν την απεικόνιση μαγνητικής τομογραφίας υψηλής ανάλυσης για να χαρακτηρίσουν την περιφερική ακτίνα της τραπεζοειδούς δομής του οστού in vivo. Οι Muller και συν [46] χρησιμοποίησαν υψηλής ευκρίνειας ποσοτική CT σάρωση και τρισδιάστατη ανακατασκευή αλγόριθμων για να μελετήσουν την ίδια δομή. Είναι πιθανό ότι το να επιτευχθεί ο στόχος της ακριβούς in vivo πρόβλεψης της σκελετικής κατάστασης και του κινδύνου κατάγματος σε ατομική βάση θα χρειαστεί μεθόδους σαν κι αυτές. Μια μεγάλη πρόκληση θα είναι να τις κάνουμε προσβάσιμου κόστους για την κλινική πράξη.

Η αλληλεπίδραση μηχανικής και βιολογίας

Η προσαρμοστική απάντηση του οστού στα μηχανικά ερεθίσματα είναι μια έννοια οικεία σε κάθε ορθοπαιδικό [47]. Ένας στόχος που συναρπάζει τους επιστήμονες της εμβιομηχανικής είναι να κλείσουν το κενό μεταξύ της μηχανικής και της βιολογίας φτιάχνοντας χρήσιμα μαθηματικά μοντέλα για την οστική προσαρμογή που επιφέρει η μηχανική καταπόνηση. Αυτό το είδος των μοντέλων κινείται πέρα από τους κλασσικούς στόχους της δομικής μηχανικής στην πρόβλεψη του μορφολογικού και υλικού μέλλοντος της οστικής δομής, μια ικανότητα προφανώς πολύτιμη στο να επιληφθούμε προβλήματα του σκελετού και τις θεραπείες αυτών. Αξιοσημείωτη πρόοδος έχει γίνει στη δημιουργία μοντέλων των μηχανισμών ανατροφοδότησης που χρειάζονται για την πρόβλεψη των αλλαγών στις υλικές και γεωμετρικές ιδιότητες που προκαλούνται από τα φορτία. Ένας αριθμός από προβλήματα οστικής προσαρμογής έχει απεικονιστεί με ρεαλιστικά αποτελέσματα [48-50]. Αυτό επετεύχθη παρά το γεγονός ότι οι πραγματικοί μηχανισμοί της προσαρμοστικής απάντησης δεν έχουν ακόμα αποσαφηνιστεί. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι, στην πραγματικότητα, η τεχνολογική εξέλιξη που είναι διαθέσιμη στα υπάρχοντα μαθηματικά μοντέλα, έχει ξεπεράσει τις διαθέσιμες πειραματικές πληροφορίες που καθορίζουν τις παραμέτρους των μοντέλων. Το πρόβλημα περιπλέκεται από το γεγονός ότι τα πειραματικά αποτελέσματα δείχνουν μια ποικιλία παραμέτρων καταπόνησης που επηρεάζουν την προσαρμοστική απάντηση [51-53]. Επί του παρόντος, μια από τις δημοφιλέστερες παραμέτρους είναι η κλίση του τοπικού strain [54], που επηρεάζει την τοπική ροή υγρών. Ένας απαντητικός ιδιοδεκτικός μηχανισμός θα μπορούσε να είναι η οστεοκυτταρική απάντηση στη μεταβολή των δυναμικών [55,56]. Αν μπορέσουν να επαληθευτούν οι μηχανισμοί, θα γίνει δυνατόν να βρεθούν σημαντικά πιο τελειοποιημένα μοντέλα και ικανά να συσχετίσουν τη μηχανική με τη βιολογία του οστού.

Συμπέρασμα

Οι βασικές αρχές της εμβιομηχανικής των οστών ορίζουν τις μηχανικές ιδιότητες των οστικών δομών με το συνδυασμό γεωμετρικών και υλικών ιδιοτήτων και καθορίζουν τις ιδιότητες του οστικού υλικού από τη σύνθεση και την οργάνωση των συστατικών του. Παρά το ότι πολλές παράμετροι έχουν περιγραφεί, αρκετά πρακτικά προβλήματα επιλύονται με σχετικά απλά μοντέλα. Σε προβλήματα όπου η συμπεριφορά των μακρών οστών μπορεί να περιγραφεί με τη θεωρία της γραμμικής ελαστικής παραμόρφωσης δοκού, αυτή χαρακτηρίζεται από απλούς συνδυασμούς υλικών και γεωμετρικών ιδιοτήτων. Πιο πολύπλοκα μοντέλα μπορεί να χρειάζονται πιο εξελιγμένες μεθόδους ανάλυσης, όμως οι βασικές αρχές είναι και πάλι προφανείς. Ασχέτως με την πολυπλοκότητα του προβλήματος, είναι φανερό από μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ότι αυτές οι αρχές διαμορφώνουν το πλαίσιο στο οποίο κινείται στην ουσία όλη η έρευνα της εμβιομηχανικής των σκελετικών ιστών και δομών.

Correspondence
Vasileios I. Sakellariou,
1 Rimini Str, Haidari,
Athens University Medical School ATTIKON,
12462, Athens
E-mail: b_sakellariou@yahoo.com

Αλληλογραφία
Βασίλειος Ι. Σακελλαρίου,
Ρίμινι 1, Χαϊδάρι,
Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο ΑΤΤΙΚΟΝ,
ΤΚ 12462, Αθήνα
E-mail: b_sakellariou@yahoo.com

Βιβλιογραφία

1. Burstein, AH, Wright TM: Fundamentals of Orthopaedic Biomechanics. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994.
2. Mow, VC, Hayes WC (eds): Basic Orthopaedic Biomechanics, (edn 2. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997.
3. Simon SR (ed): Orthopaedic Basic Science. Rosemont, IL: AAOS; 1994.
4. Cowin, SC (ed): Bone Biomechanics. Boca Raton, FL: CRC Press; 1989.
5. Keaveny TM, Hayes, WC: Mechanical properties of cortical and trabecular bone. In Bone: A Treatise, vol 7: Bone Growth. Edited by Hall BK. Boca Raton, FL: CRC Press; 1993:285-344.
6. Harrigan TP, Jasty M, Mann RW, Harris WH (1988). Limitations on the continuum asumption in cancellous bone. J Biomech 21:269-275.
7. Carter DR, Hayes WC (1977). The compressive behavior of bone as a two-phase porous structure. J

Bone JointSurg Am 59:954-962.
8. Hubsch PF, Middleton J, Meroi EA, Natali AN (1995). Adaptive finite-element - approach for analysis of bone/prosthesis interaction. Med Biol Eng Comput 33:33-37.
9. Pidaparti RMV, Chandran A, Takano Y, Turner CH (1996). Bone mineral lies mainly outside collagen fibrils: predictions of a composite model for osteonal bone. J Biomech 29:909-916.
10. Ziv V, Wagner HD, Weiner S (1996). Microstructure-microhardness relations in parallel-fibered and lamellar bone. Bone 8:417-428.
11. Martin RB, Lau ST, Mathews PV, Gibson VA, Stover SM (1996). Collagen fiber organization is related to mechanical properties and remodeling in equine bone: a comparison of two methods. J Biomech 29:1515-1521.
12. McCalden RW, McGeough JA, Court-Brown CM (1997). Age-related changes in the compressive strength of cancellous bone: the relative importance of changes in density and trabecular architecture. J Bone Joint Surg Am 79:421-427.
13. Currey JD, Brear K, Zioupos P (1996). The effects of aging and changes in mineral content in degrading the toughness of human femora. J Biomech 29:257-260.
14. Keller TS (1994). Predicting the compressive mechanical behavior of bone. J Biomech 27:1159-68.
15. Masse PG, Rimnac CM, Yamauchi M, Coburn SP, Rucker RB, Howell DS, Boskey AL (1996). Pyridoxine deficiency affects biomechanical properties of chick tibial bone. Bone 18:567-574.
16. Peng ZQ, Vaananen HK, Zhang HX, Tuukkanen J (1997). Long-term effects of ovariectomy on the mechanical properties and chemical composition of rat bone. Bone 20:207-212.
17. Kasra M, Vanin CM, MacLusky NJ, Casper RF, Grynpas MD (1997) Effects of different estrogen and progestin regimens on the mechanical properties of rat femur. J Orthop Res 15:118-123.
18. Di Masso RJ, Font MT, Capozza RF, Detarsio G, Sosa F, Ferretti JL (1997). Long- bone biomechanics in mice selected for body conformation. Bone 20:539-545.
19. Mikic B, Van Der Meulen MCH, Kingsley DM, Carter DR (1996). Mechanical and geometric changes in the growing femora of BMP-5 deficient mice. Bone 18:601-607.
20. Tseng K-F, Bonadio JF, Stewart TA, Baker AR, Goldstein SA (1996). Local expression of human growth hormone in bone results in impaired mechanical integrity in the skeletal tissue of transgenic mice. J Orthop Res 4:598-604.
21. Jepsen KJ, Goldstein SA, Kuhn JL, Schaffler MB, Bonadio J (1996). Type-I collagen mutation compromises the post-yield behavior of Mov13 long bone. J Orthop Res 14:493-499.
22. Burr DB, Forwood MR, Fyhrie DP, Martin RB, Schaffler MB, Turner CH (1997). Bone microdamage and skeletal fragility in osteoporotic and stress fractures. J Bone Miner Res 12:6-15.
23. Pattin CA, Caler WE, Carter BR (1996). Cyclic mechanical property degradation during fatigue loading of cortical bone. J Biomech 29:69-79.
24. Jepsen KJ, Davy DT (1997). Comparison of damage accumulation measures in human cortical bone. J Biomech 30:891-894.
25. Zioupos P, Wang XT, Currey JD (1996). Experimental and theoretical quantification of the development of damage in fatigue tests of bone and antler. J Biomech 29:989-1002.
26. Norman TL, Vivargikar SV, Burr DB (1996). Resistance to crack growth in human cortical bone is greater in shear than in tension. J Biomech 29:1023-1031.
27. Courtney AC, Hayes WC, Gibson LJ (1996). Age-related differences in post- yield damage in human cortical bone: experiment and model. J Biomech 29:1463-1471.
28. Aoubiza B, Crolet JM, Meunier A (1996). On the mechanical characterization of compact bone structure using the homogenization theory. J Biomech 29:1539-1547.
29. Hollister SJ, Brennan JM, Kikuchi N (1994). A homogenization sampling procedure for calculating trabecular bone effective stiffness and tissue level stress. J Biomech 27:433-444.
30. Van Rietbergen B, Odgaard A, Kabel J, Huiskes R (1996). Direct mechanics assessment of elastic symmetries and properties of trabecular bone architecture. J Biomech 29:1653-1657.
31. Odgaard A, Kabel J, Rietbergen BV, Dalstra M, Huiskes R (1997). Fabric and elastic principal directions of cancellous bone are closely related. J Biomech 30:487-495.
32. Genant HK, Engelke K, Fuerst T (1996). Noninvasive assessment of bone mineral and structure: state of the art. J Bone Miner Res 11:707-730.
33. Cody DD, McCubbrey DA, Divine GW, Gross GJ, Goldstein SA (1996). Predictive value of proximal

femoral bone densitometry in determining local material properties. J Biomech 29:753-761.
34. Grampp S, Genant HK, Mathur A (1997). Comparisons of noninvasive bone mineral measurements in assessing age-related loss, fracture discrimination, and diagnostic classification. J Bone Miner Res 12:697-711.
35. Tabensky AD, Williams J, Deluca V, Briganti E, Seeman E (1996). Bone mass, areal, and volumetric bone density are equally accurate, sensitive, and specific surrogates of the breaking strength of the vertebral body: an in vitro study. J Bone Miner Res 11:1981-1988.
36. Augat P, Reeb H, Claes LE (1996). Prediction of fracture load at different skeletal sites by geometric properties of the cortical shell. J Bone Miner Res 11:1356-1363.
37. Cheng XG, Lowet G, Boonen S (1997). Assessment of the strength of proximal femur in vitro: relationship to femoral bone mineral density and femoral geometry. Bone 20:213-218.
38. Bouxsein ML, Radloff SE (1997). Quantitative ultrasound of the calcaneus reflects the mechanical properties of calcaneal trabecular bone. J Bone Miner Res 12:839-846.
39. Nicholson PHF, Lowet G, Cheng XG, Boonen S, Van Der Perre G, De-queker J (1997). Assessment of the strength of the proximal femur in vitro: relationship with ultrasonic measurements of the calcaneus. Bone 20:219-224.
40. Abbasi-Jahromi SH, Matayoshi A, Kimble R, Dimarogonas A, Pacifici R (1996). Bone quality factor analysis: a new noninvasive technique for the measurement of bone density and bone strength. J Bone Miner Res 11:594-599.
41. Langton CM, Njeh CF, Hodgskinson R, Currey JD (1996). Prediction of mechanical properties of the human calcaneus by broadband ultrasonic attenuation. Bone 18:495-503.
42. Turner CH, Takano Y, Hirano T (1996). Reductions in bone strength after fluoride treatment are not reflected in tissue-level acoustic measurements. Bone 19:603-607.
43. Odgaard A (1997). Three-dimensional methods for quantification of cancellous bone architecture. Bone 20:315-328.
44. Hipp JA, Jansujwicz A, Simmons CA, Snyder BD (1996). Trabecular bone morphology from micromagnetic resonance imaging. J Bone Miner Res 11:286-292.
45. Majumdar S, Genant HK, Grampp S (1997). Correlation of trabecular bone structure with age, bone mineral density, and osteoporotic status: in vivo studies in the distal radius using high resolution magnetic resonance imaging. J Bone Miner Res 12:111-118.
46. Muller R, Hildebrand T, Hauselmann HJ, Ruegsegger P (1996). In vivo reproducibility of three-dimensional structural properties of noninvasive bone biopsies using 3D-pQCT. J Bone Miner Res 11:1745-1750.
47. Judex S, Gross TS, Bray RC, Zernicke RF (1997). Adaptation of bone to physiological stimuli. J Biomech 30:421-429.
48. Jacobs CR, Simo JC, Beaupre GS, Carter DR (1997). Adaptive bone remodeling incorporating simultaneous density and anisotropy considerations. J Biomech 30:603-613.
49. Siffert RS, Luo GM, Cowin SC, Kaufman JJ (1996). Dynamic relationships of trabecular bone density, architecture, and strength in a computational model of osteopenia. Bone 18:197-206.
50. Turner CH, Anne V, Pidaparti RM (1997). A uniform strain criterion for trabecular bone adaptation: do continuum-level strain gradients drive adaptation? J Biomech 30:555-563.
51. Lanyon LE (1996). Using functional loading to influence bone mass and architecture: objectives, mechanisms, and relationship with estrogen of the mechanically adaptive process in bone. Bone 18(Suppl 1):37S-43S.
52. Biewener AA, Fazzalari NL, Konieczynski DD, Baudinette RV (1996). Adaptive changes in trabecular architecture in relation to functional strain patterns and disuse. Bone 19:1-8.
53. Rubin C, Gross T, Qin YX, Fritton S, Guilak F, McLeod K (1996). Differentiation of the bone-tissue remodeling response to axial and torsional loading in the turkey ulna. J Bone Joint Surg Am 78:1523-1533.
54. Gross TS, Edwards JL, McLeod KJ, Rubin CT (1997). Strain gradients correlate with sites of periosteal bone formation. J Bone Miner Res 12:982-988.
55. Luo G, Cowin SC, Sadegh AM, Arramon YP (1995). Implementation of strain rate as a bone remodeling stimulus. J Biomech Eng 117:329-338.
56. Mullender MG, Huiskes R (1997). Osteocytes and bone lining cells: which are the best candidates for mechano-sensors in cancellous bone? Bone 20:527-532.

Θράκης 2, 151 24 Μαρούσι
Τηλ./FAX: 210-6128606
E-mail: eemmo@otenet.gr

Οδηγίες προς τους συγγραφείς

Το «ΟΣΤΟΥΝ», επιστημονικό όργανο της Ελληνικής Εταιρείας Μελέτης Μεταβολισμού των Οστών, έχει σκοπό την ενημέρωση και επιμόρφωση των ιατρών πάνω στον τομέα της φυσιολογίας και παθολογίας του μυοσκελετικού συστήματος και ειδικότερα των Μεταβολικών Νοσημάτων των Οστών. Για την πραγμάτωση του σκοπού αυτού το περιοδικό δημοσιεύει:

- Άρθρα του εκδότη.
- Ξένες δημοσιεύσεις. Γράφονται από ξένο, διαπρεπή συγγραφέα κατόπιν συνεννοήσεως με τη συντακτική επιτροπή. Μεταφράζονται με ευθύνη της συντακτικής επιτροπής.
- Ανασκοπήσεις. Ολοκληρωμένες αναλύσεις ιατρικών θεμάτων στις οποίες θα υπογραμμίζονται ιδιαίτερα οι σύγχρονες απόψεις.
- Κλινικές και εργαστηριακές μελέτες.
- Ερευνητικές εργασίες.
- Ενδιαφέρουσες περιπτώσεις (Case Reports).
- Σεμινάρια, στρογγύλες τράπεζες, συμπόσια.
- Επίκαιρα θέματα. Σύντομη περιγραφή των τελευταίων απόψεων σε συγκεκριμένο θέμα.
- Γράμματα προς τον Εκδότη.

Έκταση άρθρων: Οι ανασκοπήσεις δεν πρέπει να ξεπερνούν τις 7.500 λέξεις (25 δακτυλογραφημένες σελίδες). Η σύνταξη διατηρεί το δικαίωμα να δημοσιεύει άρθρα ανασκόπησης με μεγαλύτερη έκταση. Οι ερευνητικές εργασίες, καθώς και οι κλινικές και εργαστηριακές μελέτες, δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις 3.500 λέξεις. Οι ενδιαφέρουσες περιπτώσεις και τα επίκαιρα θέματα δεν πρέπει να ξεπερνούν τις 1.000 λέξεις και τα γράμματα προς τον Εκδότη τις 400 λέξεις.

Σύνταξη των κειμένων: Τα άρθρα πρέπει να είναι δακτυλογραφημένα με διπλό διάστημα, σε λευκό χαρτί, στη μία μόνο όψη, με περιθώρια τουλάχιστον 3.5 εκ. Σε ξεχωριστή σελίδα γράφονται ο τίτλος, η Ελληνική περίληψη με τους όρους ευρετηρίου, η Αγγλική περίληψη, το κείμενο, οι βιβλιογραφικές παραπομπές, οι πίνακες, οι εικόνες και οι λεζάντες των εικόνων. Η αρίθμηση των σελίδων αρχίζει από τη σελίδα με τον τίτλο. Οι αριθμοί αναγράφονται στο άνω δεξιό μέρος κάθε σελίδας.

Σελίδα με τον τίτλο: Περιλαμβάνει: 1) τον τίτλο του άρθρου, 2) το όνομα του (ων) συγγραφέα (ων), 3) το ίδρυμα από το οποίο προέρχεται η εργασία, 4) το όνομα, διεύθυνση και τηλέφωνο του συγγραφέα, 5) ενδεχόμενες πηγές που ενίσχυσαν και βοήθησαν στην πραγματοποίηση της εργασίας.

Ελληνική περίληψη και όροι ευρετηρίου: Η περίληψη πρέπει να είναι ουσιαστική και κατατοπιστική και να μην υπερβαίνει τις 200 λέξεις. Μετά την περίληψη παρατίθενται 3-10 λέξεις (όροι ή μικρές φράσεις) ευρετηριασμού, απαραίτητες για τη σύνταξη των ευρετηρίων του περιοδικού. Οι λέξεις αυτές πρέπει να αντιστοιχούν στους διεθνείς όρους λεξικογράφησης που χρησιμοποιεί το Index Medicus.

Αγγλική περίληψη (Summary): Στην Αγγλική περίληψη πρέπει να περιλαμβάνονται ο τίτλος και τα ονόματα των συγγραφέων. Η περίληψη πρέπει να είναι εκτεταμένη και να αποτελεί πραγματική σύνοψη του κειμένου. Την αγγλική περίληψη συνοδεύουν οι όροι ευρετηριασμού επίσης στα Αγγλικά.

Βιβλιογραφικές παραπομπές: Η βιβλιογραφία και οι βιβλιογραφικές παραπομπές στο κείμενο θα τοποθετούνται με αριθμητική σειρά. Πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο απαραίτητες βιβλιογραφικές παραπομπές που θα αναφέρονται στο κείμενο. Όταν σε ένα σημείο του κειμένου χρειάζονται πολλές παραπομπές, τότε αναφέρονται με χρονολογική σειρά. Αναγράφονται κατά σειρά τα επώνυμα, τα αρχικά των ονομάτων των συγγραφέων, το έτος δημοσιεύσεως (σε παρένθεση), ο τίτλος της εργασίας, το όνομα του περιοδικού, ο τόμος και η πρώτη σελίδα του άρθρου, με τις συντομεύσεις που αναφέρονται στο Index Medicus π.χ.

Handler NM (1985) Osteoarthritis as a public health problem.
Clin Rheum Dis 11:175

Προκειμένου για βιβλίο θα αναφέρεται το όνομα του συγγραφέα, η χρονολογία εκδόσεως, ο τίτλος, ο εκδοτικός οίκος και η πόλη που εκδόθηκε το βιβλίο π.χ.

Rasmussen H. Bordier PJ (1974). The Physiological and Cellular Basis of Metabolic Bone Disease. Williams and Wilkins. Baltimore.

Καλούνται οι συγγραφείς να ερευνούν την Ελληνική βιβλιογραφία και να αναφέρονται στους Έλληνες συγγραφείς.

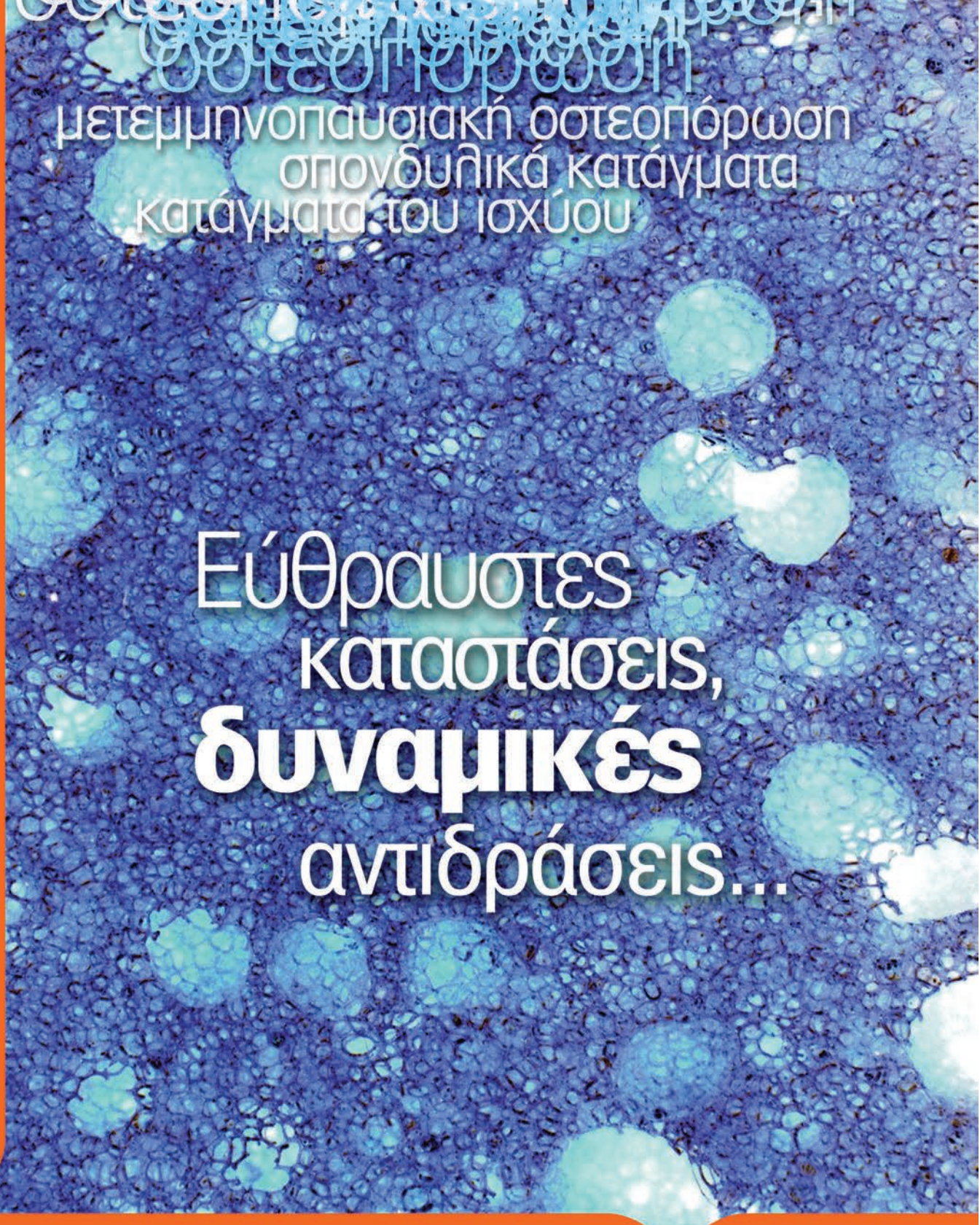
Πίνακες: Δακτυλογραφούνται με διπλό διάστημα σε χωριστή σελίδα ο καθένας. Αναφέρονται στο κείμενο και αριθμούνται με αραβικούς αριθμούς. Πρέπει να συνοδεύονται από περιεκτική, σύντομη λεζάντα, ώστε για την κατανόησή τους να μην είναι απαραίτητη η αναφορά του αναγνώστη στο κείμενο.

Εικόνες (σχήματα, φωτογραφίες): Τα σχήματα (σχεδιαγράμματα) πρέπει να γίνονται σε ριζόχαρτο με σινική μελάνη ή ραπιντογράφο. Το ίδιο ισχύει και για τα στοιχεία που αναφέρονται σε αυτά. Οι φωτογραφίες πρέπει να είναι ασπρόμαυρες, τυπωμένες σε γυαλιστερό χαρτί, στο πίσω μέρος του οποίου να σημειώνεται με απλό μολύβι το όνομα του συγγραφέα και ο αριθμός της εικόνας όπως μπαίνει στο κείμενο. Ένα βέλος δείχνει το πάνω μέρος της φωτογραφίας. Εάν χρησιμοποιηθούν εικόνες ασθενών θα πρέπει τα πρόσωπά τους να μην διακρίνονται, αλλιώς θα πρέπει να υποβληθεί στη Σύνταξη έγγραφη συγκατάθεση του ασθενούς για τη δημοσίευση των φωτογραφιών. Εάν μία φωτογραφία έχει δημοσιευθεί αλλού πρέπει να συνοδεύεται από γραπτή άδεια του εκδότη που έχει το copyright αναδημοσίευσης της φωτογραφίας. Στη λεζάντα της φωτογραφίας θα πρέπει να αναφέρεται η πηγή προέλευσής της. Οι λεζάντες των σχημάτων και των φωτογραφιών δακτυλογραφούνται με διπλό διάστημα, σε ξεχωριστή σελίδα και αριθμούνται με αραβικούς αριθμούς.

Γλώσσα: Ως γλώσσα του περιοδικού θεωρείται η νεοελληνική και ως σύστημα γραφής το μονοτονικό. Ξένοι όροι πρέπει να αποφεύγονται, ιδίως όταν υπάρχουν αντίστοιχοι Ελληνικοί σε χρήση. Αν ο Ελληνικός όρος θεωρηθεί αδόκιμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο ξενικός σε παρένθεση.

Τα άρθρα που υποβάλλονται θα θεωρούνται για δημοσίευση με την προϋπόθεση ότι τα αποτελέσματα ή το ίδιο το κείμενο δεν έχουν δημοσιευθεί και δεν έχουν υποβληθεί για δημοσίευση σε άλλο περιοδικό. Ό,τι δημοσιεύεται στο «ΟΣΤΟΥΝ» δεν μπορεί να αναδημοσιευθεί χωρίς τη γραπτή έγκριση του Διευθυντή Σύνταξης.

Τα προς δημοσίευση άρθρα θα πρέπει να στέλνονται σε 3 πλήρη αντίγραφα, με συνοδευτική επιστολή, στη διεύθυνση: «ΟΣΤΟΥΝ», Διευθυντή Σύνταξης, Θράκης 2, 151 24 Μαρούσι.



FlyingColours

Bondapen® 35mg

Νατριούχος Ρισεδρονάτη

«μια φορά την εβδομάδα»

στέρεη λύση

ELPEN Α.Ε. ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ
Λεωφ. Μαραθώνος 95, 190 09 Πικέρμι ΑΤΤΙΚΗΣ
Τηλ.: 210 60.39.326-9, Fax: 210 60.39.300

Προσεχείς Επιστημονικές Εκδηλώσεις

December 10-13, 2010

IOF REGIONALS - 1ST ASIA-PACIFIC OSTEOPOROSIS MEETING
Raffles City Convention Centre
Singapore
Meeting secretariat:
International Osteoporosis Foundation
9, rue Juste Olivier, 1260 Nyon, Switzerland
Singapore2010@iofbonehealth.org
Tel. + 41 22 994 0100
Fax + 41 22 994 0101

February 1-3, 2011

20TH IOF ADVANCED TRAINING COURSE ON OSTEOPOROSIS
InterContinental Hotel, Geneva,
Switzerland
Course Secretariat:
International Osteoporosis Foundation
9, rue Juste Olivier, 1260 Nyon, Switzerland
Contact: info@iofbonehealth.org
Tel. + 41 22 994 0100
Fax + 41 22 994 0101

March 23-26, 2011

EUROPEAN CONGRESS ON OSTEOPOROSIS AND OSTEOARTHRITIS
Palacio de Congresos, Valencia, Spain
Organised By
Bone and Joint Congresses SprlCongress Venue:
Palaccio de Congressos
Adva. Cortes Valencianas 60
46015 Valencia
Spain

May 7-11, 2011

3RD JOINT MEETING OF THE EUROPEAN CALCIFIED TISSUE SOCIETY AND THE INTERNATIONAL BONE AND MINERAL SOCIETY
Athens, Greece
Congress Venue: Megaron Athens ICC
Meeting secretariat:
MCI Suisse SA, 75 Rue de Lyon, CH-1211
Geneva 13, Switzerland
Tel: +41 (0) 223399595
Fax: +41 (0) 223399631
Email: ects-ibms2011@mci-group.com

Calcioral D3

STRONG COMBINATION FOR STRONG BONES

1 δισκίο την ημέρα

Λιγότερες λήψεις φαρμάκου ημερησίως - Καλύτερη συμμόρφωση του ασθενούς.[1]

Συσκευασία των 30 μασώμενων δισκίων - Λ.Τ.: 7,52 €
Τρόπος Διάθεσης: Χορηγείται με Ιατρική Συνταγή

CalD 002-09-2010

www.pitsilidis.gr

1. Claxton A. et al CLIN THERAPEUTICS/VOL 23, NO.8, 2001

Calcioral D3

STRONG COMBINATION FOR STRONG BONES

1000mg ασβέστιο και 800 IU βιταμίνη D3

NYCOMED

NYCOMED HELLAS S.A.
Λ. Κηφισίας 196, Χαλάνδρι, 152 31 Αθήνα,
Τηλ.: 210 67 29 570, Fax: 210 67 29 571
Λ. Καραμανλή 60, 546 42 Θεσ/νίκη,
Τηλ.: 2310 87 04 80, Fax: 2310 87 04 79
www.nycomed.gr

Το όφελος του ασθενή σας δικαιώνει την επιλογή σας

NYCOMED

Δύναμη και ποιότητα ξανά

Preo 002-09-2010

Μ. ΠΙΤΣΙΛΙΔΗΣ Α.Ε.

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ Το Preotact περιέχει παραθορμόνη που παράγεται με χρήση στελέχους Escherichia coli τροποποιημένου με τεχνολογία ανασυνδυασμένου DNA. Το φαρμακευτικό προϊόν διατίθεται σε δίχωρο φυσίγγιο. Ο πρώτος χώρος περιέχει 1,61 mg παραθορμόνης. Κάθε δόση 71,4 μικρολίτρων περιέχει 100 μικρογραμμάρια παραθορμόνης. Κάθε φυσίγγιο περιέχει 14 δόσεις.Ο δεύτερος χώρος περιέχει στείρα διαλύτη για ανασύσταση. **ΦΑΡΜΑΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ** Κόνις και διαλύτης για ενέσιμο διάλυμα. Λευκή έως υπόλευκη κόνις και διαυγής, άχρωμος διαλύτης. **Θεραπευτικές Ενδείξεις.** Θεραπεία της οστεοπόρωσης σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με υψηλό κίνδυνο καταγμάτων. **Δοσολογία και τρόπος χορήγησης.** Η συνιστώμενη δόση είναι 100 μικρογραμμάρια παραθορμόνης χορηγούμενα άπαξ ημερησίως ως υποδόρια ένεση στην κοιλιά. **Αντενδείξεις** Το Preotact αντενδείκνυται σε ασθενείς: με υπερευαισθησία στην παραθορμόνη ή σε κάποιο από τα έκδοχα, που έχουν προηγουμένως υποβληθεί σε ακτινοθεραπεία του σκελετού, με προϋπάρχουσα υπερασβεστιαιμία και άλλες διαταραχές του μεταβολισμού φωσφόρου- ασβεστίου, με μεταβολικές νόσους των οστών άλλες από την πρωτοπαθή οστεοπόρωση (περιλαμβανομένων του υπερπαραθυρεοειδισμού και της οστικής νόσου του Paget),με ανεξήγητες αυξήσεις του οστικού κλάσματος της αλκαλικής φωσφατάσης, με σοβαρή νεφρική δυσλειτουργία,με σοβαρή ηπατική δυσλειτουργία. **Ειδικές προειδοποιήσεις και προφυλάξεις κατά τη χρήση** Ασθενείς που ξεκινούν τη θεραπεία με το Preotact πρέπει να παρακολουθούνται στους μήνες 1, 3 και 6 για αυξημένα επίπεδα ασβεστίου στον ορό ή/και στα ούρα. Παρακολούθηση πέραν των 6 μηνών δε συνιστάται για ασθενείς των οποίων το αλικό ασβέστιο στον ορό είναι εντός των φυσιολογικών ορίων στους 6 μήνες.Κατά τη διάρκεια της θεραπείας με το Preotact παρατηρήθηκαν αυξημένα επίπεδα ασβεστίου στον ορό. Οι συγκεντρώσεις του ασβεστίου στον ορό φθάνουν ένα μέγιστο μεταξύ 6 και 8 ωρών μετά τη χορήγηση και φυσιολογικά επανέρχονται στις αρχικές τιμές σε 20 έως 24 ώρες μετά κάθε χορήγηση παραθορμόνης. Επομένως εάν οποιαδήποτε δείγματα αίματος λαμβάνονται από έναν ασθενή για την παρακολούθηση των επιπέδων ασβεστίου, αυτό πρέπει να γίνεται τουλάχιστον 20 ώρες μετά την πιο πρόσφατη ένεση. Αντιμετώπιση του αυξημένου ασβεστίου στον ορό Ασθενείς με επίμονα αυξημένα επίπεδα ασβεστίου στον ορό (πάνω από το ανώτερο φυσιολογικό επίπεδο) πρέπει να αξιολογούνται για υποκείμενη νόσο (π.χ. υπερπαραθυρεοειδισμό). Εάν δε βρεθεί υποκείμενη κατάσταση, οι εξής διαδικασίες αντιμετώπισης πρέπει να ακολουθούνται: Η χορήγηση ασβεστίου και βιταμίνης D πρέπει να διακοπεί.Η συχνότητα χορήγησης του Preotact πρέπει να μεταβληθεί σε 100 μικρογραμμάρια μέρα παρά μέρα. Εάν τα αυξημένα επίπεδα συνεχίζονται, η θεραπεία με το Preotact πρέπει να διακοπεί και η ασθενής να παρακολουθείται μέχρι οι μη φυσιολογικές τιμές να επανέλθουν στο φυσιολογικό. Ασθενείς με προϋπάρχουσα υπερασβεστιαιμία ή/και υπερασβεστιουρία Το Preotact έχει μελετηθεί σε ασθενείς με προϋπάρχουσα υπερασβεστιαιμία ή/και υπερασβεστιουρία. Σε αυτές τις ασθενείς, η θεραπεία με το Preotact ήταν περισσότερο πιθανό να επιδεινώσει την υποκείμενη υπερασβεστιαιμία ή/και υπερασβεστιουρία τους.Το Preotact δεν έχει μελετηθεί σε ασθενείς με ενεργό ουρολιθίαση. Το Preotact πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή σε ασθενείς με ενεργό ή προηγούμενη ουρολιθίαση.Προσοχή απαιτείται σε ασθενείς που λαμβάνουν καρδιακούς γλυκοσίδες. Μελέτες σε αρουραίους δείχνουν αυξημένη επίπτωση οστεοσαρκώματος με μακροχρόνια χορήγηση Preotact. Η εμφάνιση οστεοσαρκώματος παρατηρήθηκε μόνο σε δόσεις που οδηγούσαν σε συστηματικές εκθέσεις ≥ αυτής που είναι 27 φορές υψηλότερη από την παρατηρούμενη σε ανθρώπους με τη δόση των 100 μικρογραμμαρίων. Μέχρι περαιτέρω κλινικά δεδομένα να είναι διαθέσιμα, ο συνιστώμενος χρόνος θεραπείας των 24 μηνών δεν πρέπει να υπερβαίνεται.Το Preotact περιέχει μετακρεσόλη που μπορεί να προκαλέσει αλλεργικές αντιδράσεις. Αυτό το φαρμακευτικό προϊόν περιέχει λιγότερο από 1 mmol νατρίου (23 mg) ανά δόση. **Ανεπιθύμητες ενέργειες** Τα πιο κάτω στοιχεία ανεπιθύμητων ενεργειών βασίζονται σε δύο μελέτες ελεγχόμενες με εικονικό φάρμακο που περιλάμβαναν 2642 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με οστεοπόρωση από τις οποίες 1341 έλαβαν παραθορμόνη. Περίπου το 71,4 % των ασθενών που έλαβαν παραθορμόνη ανέφεραν τουλάχιστον μια ανεπιθύμητη ενέργεια.Η υπερασβεστιαιμία ή/και η υπερασβεστιουρία αντιπροσωπεύουν τις γνωστές φαρμακοδυναμικές δράσεις της παραθορμόνης στο γαστρεντερικό σωλήνα, στους νεφρούς και στα οστά. Η υπερασβεστιαιμία αναφέρθηκε στο 25,3 % των ασθενών που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με το Preotact και η υπερασβεστιουρία αναφέρθηκε στο 39,3 % των ασθενών που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με το Preotact. Η υπερασβεστιαιμία ήταν παροδική και αναφέρθηκε πιο συχνά στους πρώτους 3 μήνες της θεραπείας. Ελεγχόταν κατά τη διάρκεια του κλινικού προγράμματος με παρακολούθηση των εργαστηριακών τιμών και τη χρήση προκαθορισμένου αλγορίθμου ελέγχου.Η μόνη άλλη πολύ συχνά αναφερόμενη ανεπιθύμητη ενέργεια ήταν η ναυτία. Το Preotact αυξάνει τις συγκεντρώσεις ουρικού οξέος στον ορό. Για όλα τα άτομα που έλαβαν 100 μικρογραμμάρια παραθορμόνης, αύξηση του ουρικού οξέος του αίματος αναφέρθηκε για 8 άτομα (0,6 %) και υπερουριχαιμία αναφέρθηκε για 5 άτομα (0,4 %). Αν και ουρική αρθρίτιδα, αρθραλγία και νεφρολιθίαση αναφέρθηκαν ως ανεπιθύμητες ενέργειες, δεν έχει πλήρως επιβεβαιωθεί η συσχέτιση με τις αυξήσεις στα επίπεδα ουρικού οξέος εξαιτίας της χορήγησης του Preotact. Αντισώματα στην παραθορμόνη Σε μια μεγάλη κλινική μελέτη φάσης III, αντισώματα στην παραθορμόνη ανιχνεύθηκαν στο 3 % των γυναικών που ελάμβαναν Preotact σε σύγκριση με το 0,2 % των γυναικών που ελάμβαναν εικονικό φάρμακο. Σε αυτές τις γυναίκες με θετικό τίτλο, δεν υπήρξε ένδειξη αντιδράσεων υπερευαισθησίας, αλλεργικών αντιδράσεων, επιδράσεων στην ανταπόκριση της οστικής πυκνότητας ή επιδράσεων στο ασβέστιο του ορού. **ΚΑΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ** Nycomed Danmark ApS Langebjerg 1 DK-4000 Roskilde, Δανία.

Λ.Τ. 517,33 €. **Ποσοστό Επιχορήγησης από τους Οργανισμούς Κοινωνικών Ασφαλίσεων 90%**

ΤΡΟΠΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ
Χορηγείται με ιατρική συνταγή

Για περισσότερες πληροφορίες απευθυνθείτε στην εταιρία.

NYCOMED

NYCOMED HELLAS S.A.
Λ. Κηφισίας 196, Χαλάνδρι, 152 31 Αθήνα
Τηλ.: 210 67 29 570, Fax: 210 67 29 571
Λ. Καραμανλή 60, 546 42 Θεσ/νίκη,
Τηλ.: 2310 87 04 80, Fax: 2310 87 04 79
www.nycomed.gr

Preotact®
PARATHYROID HORMONE (rDNA)

Παράγει οστούν, εμπιστοσύνη και ελπίδα