



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



Κινησιολογία

Ενότητα 1: Οστά – οστίτης ιστός

Αθανάσιος Τσιόκανος

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Πανεπιστημίου Θεσσαλίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σκοποί ενότητας

- Σκοπός της ενότητας να εισάγει βασικές γνώσεις γύρω από τη δομή και τη λειτουργία των οστών.

Περιεχόμενα ενότητας

- Σκελετικό σύστημα
- Τύποι οστών
- Οστίτης ιστός (μηχανισμός αποθήκευσης και απορρόφησης)
- Αρχιτεκτονική των οστών
- Αντοχή – σκληρότητα των οστών
- Τύποι επιβαρύνσεων

Σκελετικό σύστημα 1

- Στήριξη του σώματος
- Σύστημα μοχλών
- Προφύλαξη διαφόρων οργάνων
- Αποθήκευση οστίτη ιστού
- Διαμόρφωση κυψελίδων για αίμα

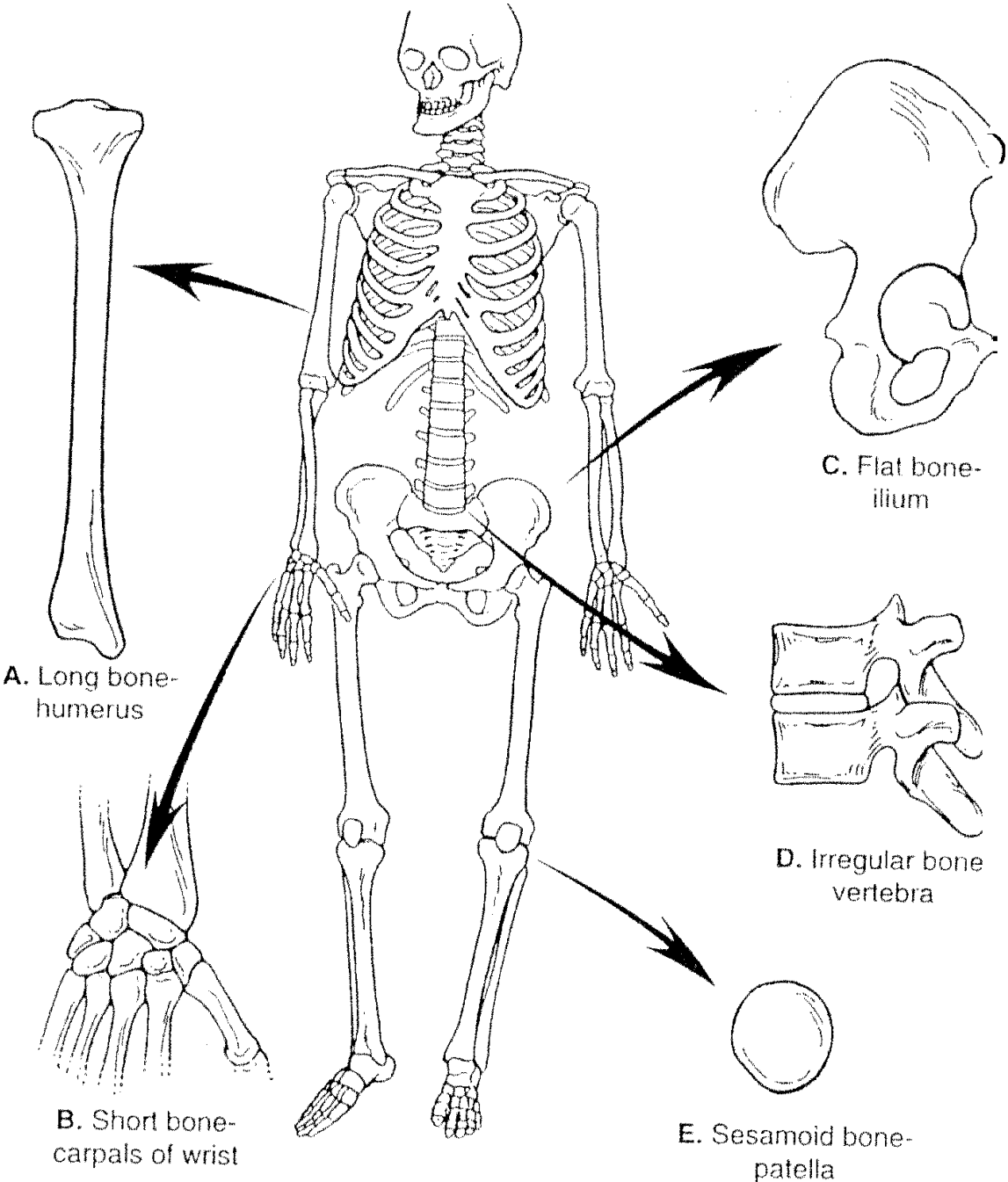
Σκελετικό σύστημα 2

- **ΜΟΧΛΟΣ:** Είναι ένα σχετικά άκαμπτο αντικείμενο το οποίο μπορεί να εξαναγκασθεί σε περιστροφή γύρω από άξονα με την εφαρμογή μιας δύναμης. Είναι μια απλή μηχανή που μεγαλώνει τη δύναμη και την ταχύτητα της κίνησης. Μοχλοί είναι κυρίως τα μακρά οστά και άξονες είναι οι αρθρώσεις στις οποίες αυτά καταλήγουν.
- **Ο ΤΡΟΠΟΣ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ** από τα διάφορα μέρη του σκελετού καθορίζεται από το σχήμα των οστών, τη δομική κατασκευή τους και τα χαρακτηριστικά των αρθρικών τους συνδέσμων.
- **ΣΤΗΡΙΞΗ:** Ο σκελετός μπορεί να διατηρήσει μια στάση, ενώ ταυτόχρονα είναι σε θέση να υφίσταται μεγάλες εξωτερικές δυνάμεις (π.χ. στο άλμα).

Τύποι οστών 1

- **ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ:** Γίνεται σύμφωνα με το σχήμα και τη λειτουργία των οστών και ανάλογα με τη σύστασή τους σε σπογγώδη και σταθερό οστίτη ιστό.
- **το σπογγώδες** είναι πολύ πορώδες οστό, απορροφά πολύ ενέργεια, ενώ **το σταθερό** είναι συμπαγές και προσφέρει δύναμη και σκληρότητα στο σκελετό.
- **Επιμήκη**
- **Βραχέα**
- **Πλατιά**
- **Ανώμαλα**
- **Σησαμοειδή**

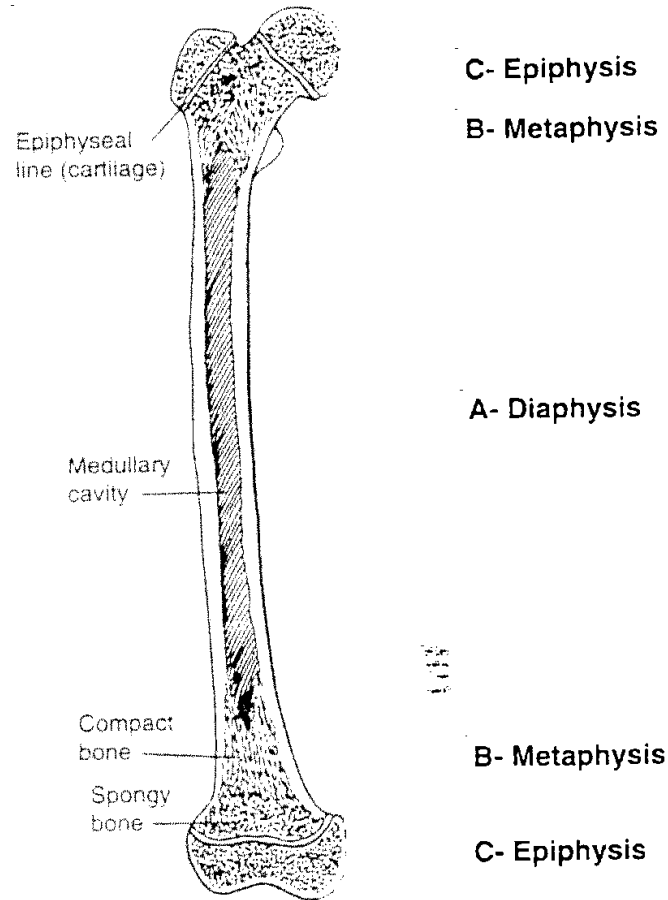
Τύποι οστών 2



Επιμήκη οστά 1

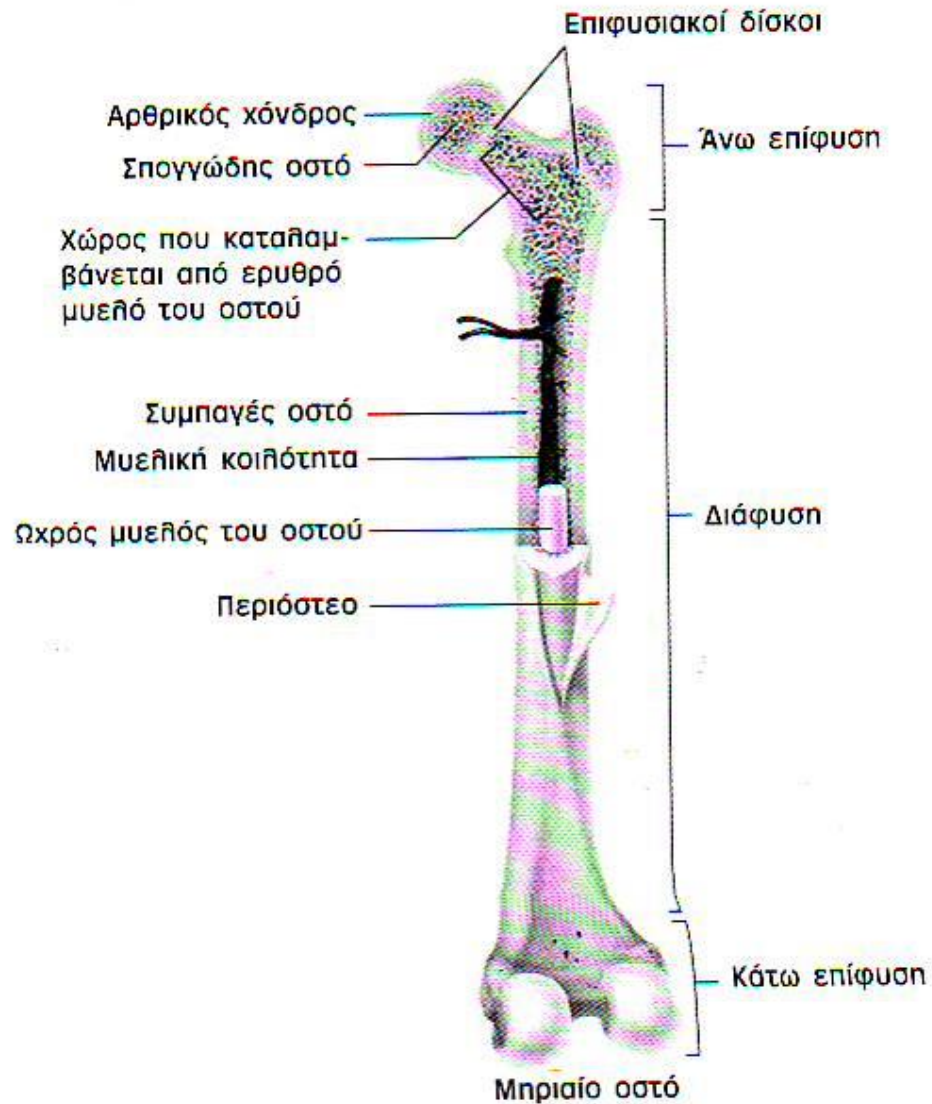
- Σε αυτά ανήκουν: κλείδα, βραχιόνιο, κερκίδα, ωλένη, μηριαίο, κνήμη, μετατάρσια, μετακάρπια, φάλαγγες.
- Διάφυση: παχύ στρώμα συμπαγούς οστού, περιβάλλει την κοιλότητα του μυελού.
- Επιφύσεις: τα άκρα του οστού (εξωτερικό στρώμα συμπαγούς οστού, σπογγώδες εσωτερικό).
- Περίοστεο: λεπτή άσπρη μεμβράνη που περιβάλλει το οστό εξωτερικά.
- Χρησιμότητα: στήριξη του σώματος, εξασφάλιση θέσεων σύνδεσης των μοχλών για τις κινήσεις.
- Διαμόρφωση: το μήκος του οστού από τις δυνάμεις πίεσης (συμπιεστικές), οι θέσεις πρόσφυσης των μυών και τα εξογκώματα από τις δυνάμεις εφελκυσμού.
- Οστικές δοκίδες: για καλύτερη διαχείριση και μείωση των φορτίων (επιβαρύνσεων) που εναποτίθενται σε αυτά.

Επιμήκη οστά 2



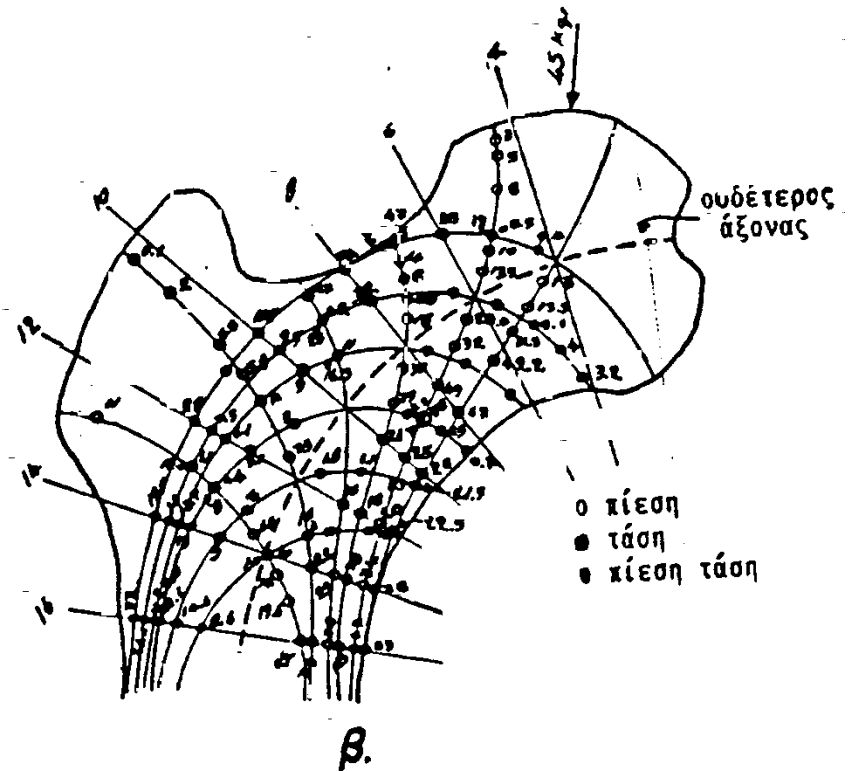
The long bone has a shaft, or (A) diaphysis, which broadens out into the (B) metaphysis and the (C) epiphysis. Layers of compact bone make up the diaphysis. The metaphysis and epiphysis are made up of spongy bone with a thin layer of compact bone on the outside.

Επιμήκη οστά 3



Επιμήκη οστά 4

(οστικές δοκίδες)



α. Διατομή της κεφαλής του μηριαίου οστού, β. γραμμές κατανομής της πίεσης από βάρος 45Kg. (Koch, 1917)

Οι υπόλοιποι τύποι οστών

- **Βραχέα** : Σπουδαίο ρόλο στην απορρόφηση των δονήσεων-κρούσεων και τη μετάδοση των δυνάμεων. Οστά του ταρσού και του καρπού.
- **Πλατιά** : Προφυλάσσουν τις εσωτερικές δομές και προσφέρουν φαρδιές επιφάνειες για μυϊκές προσφύσεις. Ωμοπλάτη, πλευρές, λαγόνια, στέρνο.
- **Ανώμαλα** : Ονομασία λόγω σχήματος και λειτουργίας. Σπογγώδη με λεπτή περιβολή συμπαγούς οστού. Οστά κρανίου, λεκάνης, σπονδύλων. Χρησιμεύουν για τη στήριξη του βάρους, διασπορά φορτίων, συνεισφορά στην κίνηση, προσφυτικές περιοχές.
- **Σησαμοειδή** : Χωμένα στον τένοντα ή τον αρθρικό θύλακα (επιγονατίδα). Μεταβάλλουν τη γωνία κατάφυσης του μυός.

Οστίτης Ιστός 1

- **Σύσταση** : Από τις σκληρότερες δομές του σώματος. Συνδυασμός ανόργανων και οργανικών στοιχείων.
- 60-70 % από ασβέστιο, φωσφόρο, κολλαγόνο.
- 25-30 % από νερό.
- Το κολλαγόνο είναι μια πρωτεΐνη που προσδίδει στο οστό ελαστικότητα.
- Οι πλαστικές ιδιότητες του οστού του προσδίδουν την ικανότητα αντίστασης στις επιβαρύνσεις έκτασης.
- Το οστό είναι εύθραυστο υλικό. Η ευθραυστότητα οφείλεται στα μεταλλικά συστατικά, που του παρέχουν ικανότητα αντίστασης στις επιβαρύνσεις πίεσης

Οστίτης Ιστός 2

(Απορρόφηση - αποθήκευση)

- Το οστό είναι υλικό υψηλής προσαρμοστικότητας, πολύ ευαίσθητο στην αχρηστία, ακινησία, τη μεγάλη δραστηριότητα και τις υψηλές επιβαρύνσεις
- Ο οστίτης ιστός αυτοεπισκευάζεται (αναδιαμορφώνεται) ανάλογα με τις μηχανικές αξιώσεις.
- Μεγάλες ποσότητες οστού μετακινούνται διαμέσου της οστικής απορρόφησης και αντικαθίστανται διαμέσου της οστικής αποθήκευσης.
- Η διαδικασία αυτή είναι διαφορετική από οστό σε οστό, καθώς και στα διάφορα μέρη του ίδιου οστού

Οστίτης Ιστός 3

(Απορρόφηση - αποθήκευση)

- Η οστική αποθήκευση θα ξεπεράσει την οστική απορρόφηση σε περίπτωση τραυματισμού ή όταν απαιτείται μεγαλύτερη δύναμη.
- Η άσκηση συμβάλλει στην αύξηση της οστικής μάζας, στη διατήρηση της σκελετικής ακεραιότητας και της δύναμης (πυκνότητα - μάζα).
- Έλλειψη άσκησης οδηγεί σε σημαντική απώλεια οστίτη ιστού (αστροναύτες).
- Εκφυλιστικά φαινόμενα : μυϊκή οστέωση (οστική ουσία σε μαλακό ιστό, σε τραύμα ή αιμάτωμα), οστεοπόρωση (η οστική απορρόφηση υπερβαίνει την αποθήκευση). Σε αυτήν συμβάλλουν ορμονικοί παράγοντες, διατροφικές ανισορροπίες, έλλειψη άσκησης.

Αρχιτεκτονική των οστών 1

- Η αρχιτεκτονική σύσταση του οστίτη ιστού εναρμονίζεται με τις μηχανικές αξιώσεις που επιβάλλονται στο σκελετικό σύστημα κατά τη φυσική δραστηριότητα.
- Στο μηριαίο, το εξωτερικό του οστού είναι από συμπαγές πολύ πυκνό υλικό, πορώδης σύσταση $< 15 \%$.
- Σύστημα καναλιών haversian (δύναμη και σκληρότητα στο σκελετικό σύστημα).
- Αντίσταση στις επιβαρύνσεις και στη μυϊκή τάση στην επιμήκη κατεύθυνση.
- Απορρόφηση των επιβαρύνσεων τάσης αν οι ίνες κολλαγόνου είναι παράλληλες στην επιβάρυνση.

Αρχιτεκτονική των οστών 2

- Το κολλαγόνο είναι ταξινομημένο σε στρώματα, σε διάφορες κατευθύνσεις (επιμήκη, περιφερειακή, πλάγια διαμόρφωση).
- Αυτό προσφέρει αντίσταση στις δυνάμεις εφελκυσμού σε διάφορες κατευθύνσεις.
- Το σπογγώδες υλικό βρίσκεται στο εσωτερικό των οστών, εκτός από το σώμα των επιμήκων οστών. Είναι δικτυωτή και πορώδης σύσταση > 70 %. Δυνατότερη και λιγότερο άκαμπτη σύσταση από ότι το συμπαγές. Το πορώδες παρέχει υψηλή ενεργειακή αποθήκευση, απορρόφηση ενέργειας, κατανομή των επιβαρύνσεων.

Αντοχή - σκληρότητα των οστών 1

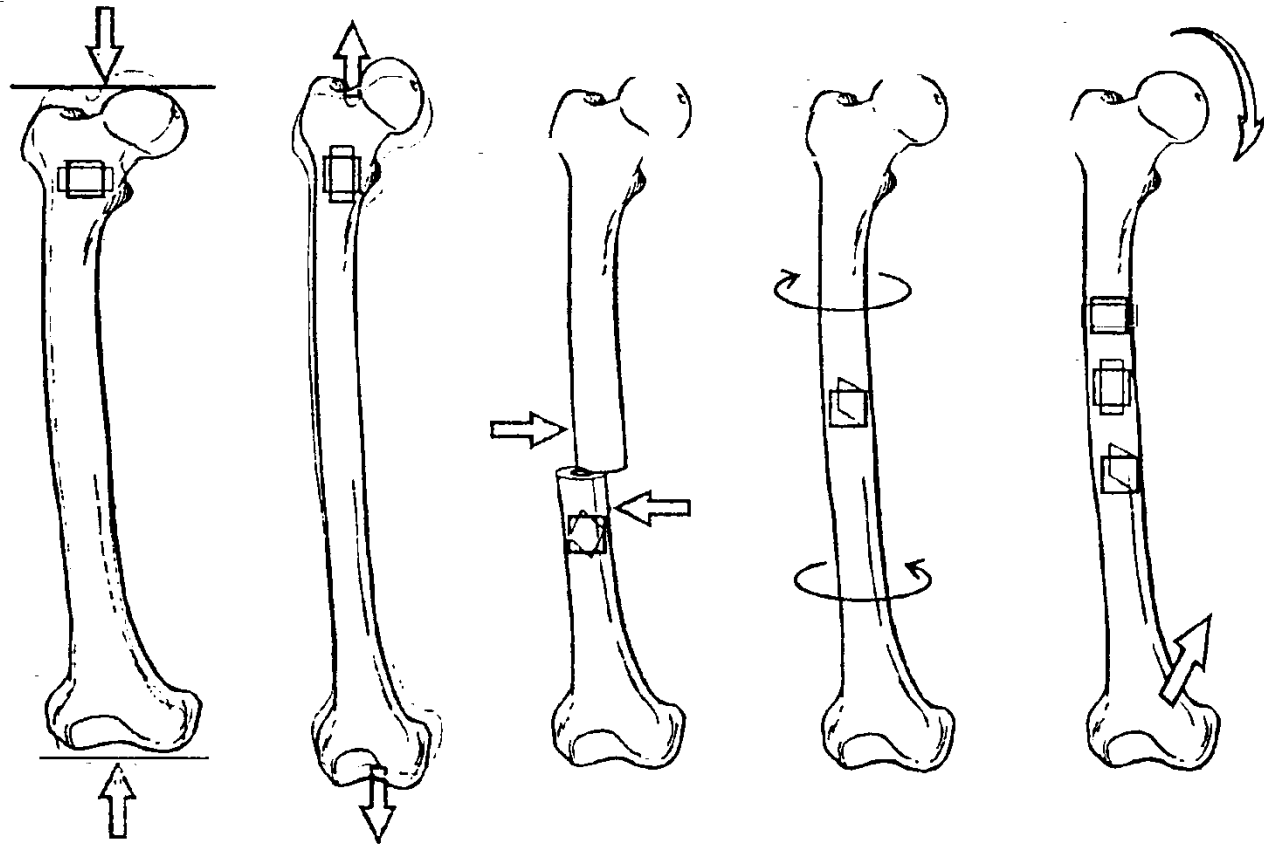
- Η συμπεριφορά του κάθε υλικού υπό διαφορετικές συνθήκες ορίζεται από τη δύναμη (αντοχή) και τη σκληρότητά του (συντελεστής ελαστικότητας).
- Ο οστίτης ιστός μπορεί να χειρίζεται μεγαλύτερες επιβαρύνσεις στον επιμήκη του άξονα και μικρές όταν εφαρμόζονται εγκάρσια στην επιφάνεια του οστού.
- Σε εφαρμοζόμενη επιβάρυνση το οστό μπορεί να παραμορφωθεί διαμέσου της μεταβολής του μήκους του ή της γωνίας στο σχήμα του, όχι περισσότερο του 3 % (αν συνεχίσει έχουμε βλάβη).
- Ελαστική ή πλαστική συμπεριφορά του οστού :
Οστό = εύκαμπτο και ασθενές υλικό.

Τύποι επιβαρύνσεων 1

- Ο σκελετός υφίσταται επιβαρύνσεις σε διάφορες διευθύνσεις. Αυτές συνίστανται στα μεταφερόμενα βάρη, τη βαρύτητα, τις μυϊκές και τις εξωτερικές δυνάμεις. Πρόκειται για δυνάμεις :
- Πίεσης (συμπιεστικές)
- Έκτασης (εφελκυσμού)
- Τομής (διατμητικές)
- Κάμψης
- Στρέψης

Τραύματα παρατηρούνται λόγω μεγάλης δύναμης ή εξαιτίας του ρυθμού εφαρμογής της.

Τύποι επιβαρύνσεων 2



A. Compression

B. Tension

C. Shear

D. Torsion

E. Bending

The skeletal system is subjected to a variety of different loads which alter the stresses within the bone. The solid square drawn in the femur above indicates the original state of the bone tissue. The colored area illustrates the effect of the force applied to the bone. (A) A compressive force causes shortening and widening; (B) a tensile force causes narrowing and lengthening; (C) a shear force and (D) a torsional force create angular distortion; and (E) the bending force includes all of those changes seen in compression, tension, and shear.

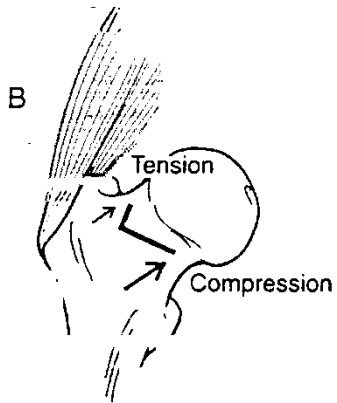
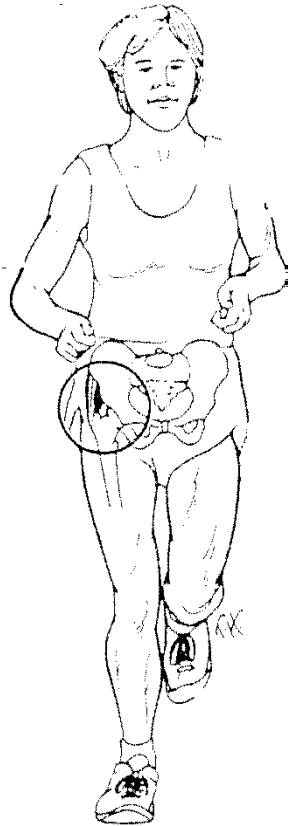
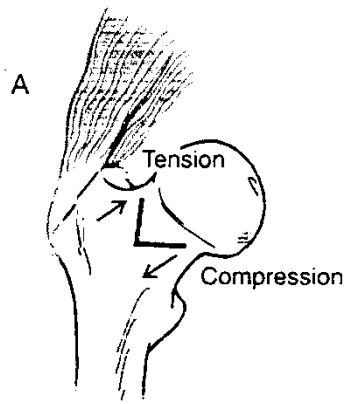
Τύποι επιβαρύνσεων 3

- **Δυνάμεις πίεσης:** Πιέζουν τα άκρα με αποτέλεσμα τα οστά να φαρδαίνουν και να κονταίνουν. Χρήσιμες για την ανάπτυξη του οστού αλλά και αιτία τραυματισμών. Ο μηρός απορροφά 3-7 BW στο βάδην και 15-20 BW στο άλμα. Στην όρθια θέση το ισχίο υπομένει 1/3 BW.
- **Δυνάμεις έκτασης:** Τα οστά επιμηκύνονται και στενεύουν. Η πηγή της έκτασης είναι μυϊκή. Γι αυτό τα τραύματα των οστών δημιουργούνται στις προσφύσεις των μυών. Αποσπάσεις συνδέσμων στα παιδιά.

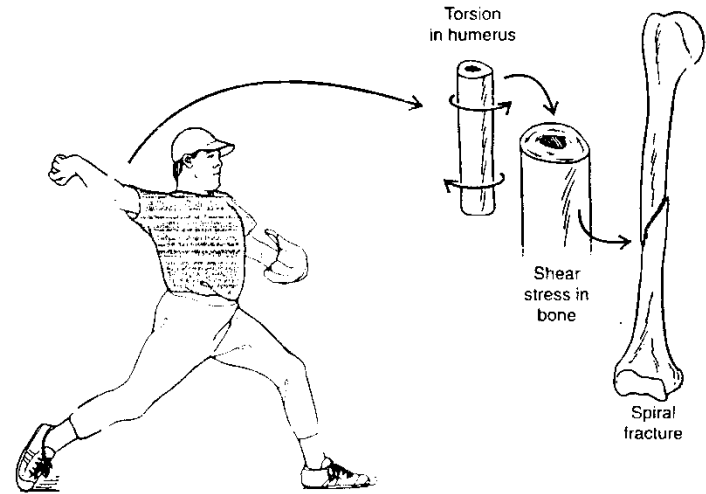
Τύποι επιβαρύνσεων 4

- **Δυνάμεις τομής:** Εφαρμόζονται παράλληλα με την επιφάνεια ενός αντικειμένου δημιουργώντας παραμόρφωση εσωτερικά σε γωνιακή κατεύθυνση. Δημιουργούνται όταν υπόκεινται σε δυνάμεις πίεσης και έκτασης ταυτόχρονα (προβλήματα μεσοσπονδυλίων δίσκων - σπονδυλολίσηση, μηριαίων κονδύλων).
- **Δυνάμεις κάμψης:** Εφαρμόζονται σε περιοχή που δεν έχει απευθείας στήριξη. Η μια πλευρά του οστού θα είναι κυρτή (δυνάμεις έκτασης) και η άλλη κοίλη (δυνάμεις πίεσης). Στη στάση, στο μηρό (μπροστά και πλάγια) και κνήμη (προς τα μπροστά λόγω του βάρους).
- **Δυνάμεις στρέψης:** Stress τομής σε όλο το υλικό, που το μέγεθός του αυξάνει με την απόσταση από τον άξονα περιστροφής (βραχιόνιο στη ρίψη - κακή τεχνική).

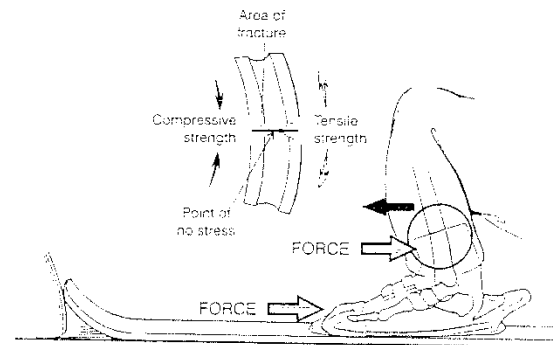
Τύποι επιβαρύνσεων 5



During standing, or in the stance phase of walking and running, there is a bending force applied to the femoral neck. This force creates a large compressive force on the inferior neck and a tensile force on the superior neck (see A above). If the gluteus medius contracts, the compressive force is increased and the tensile force is decreased (B above). This reduces the injury potential, since injury is more likely to occur in tension.



A torsional force applied to bone creates a shear stress across the surface. An example of tors applied to the humerus is shown above.



The ski boot fracture is created by a three-point bending load, and occurs when the ski is abruptly stopped. A compressive force is created on the anterior tibia and a tensile force on the posterior tibia. The tibia usually fractures on the posterior side.

Εφαρμογές

- Αν το 90% της μάζας του σώματος του ανθρώπου επιβαρύνει την άρθρωση του γονάτου, πόση συμπιεστική δύναμη δρα σε κάθε κνημιαίο οστό όταν ένας άνθρωπος 700 N στέκεται στη βασική ανατομική θέση. Πόση συμπιεστική δύναμη δρα σε κάθε κνημιαίο οστό όταν ο ίδιος κρατά και στην αγκαλιά του μια τσάντα βάρους 50 N.
- Λύση:
- Θεωρούμε ότι το βάρος ισούται με τη συμπιεστική δύναμη F_c .
- F_c στο ένα γόνατο = $(700 \text{ N})(0,90)/2 = 315 \text{ N}$
- F_c με την τσάντα = $(700 \text{ N} + 50 \text{ N})(0,90)/2 = 337,5 \text{ N}$

Θέματα για συζήτηση ή μελέτη

- Ποιες ασκήσεις ή στρατηγικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο διάστημα για την πρόληψη της απώλειας της οστικής πυκνότητας στους ανθρώπους.
- Γιατί οι άνδρες είναι λιγότερο επιρρεπείς από τις γυναίκες στην οστεοπόρωση.
- Η διατροφή μπορεί να διαδραματίσει ρόλο στην αποφυγή της απώλειας της οστικής πυκνότητας;
- Περιγράψτε ένα μηνιαίο πρόγραμμα προπόνησης για μια ομάδα ηλικιωμένων ατόμων με οστεοπόρωση.

Βιβλιογραφία

- **Hall Susan J. (2005). *Εμβιομηχανική*. Εκδόσεις Παρισιάνου, Αθήνα.**
- **Weineck Jurgen (1998). *Ανατομική της άθλησης*. Εκδόσεις Σάλτο, Θεσσαλονίκη.**
- **Hamilton N., Luttgens K. (2003). *Κινησιολογία*. Εκδόσεις Παρισιάνου, Αθήνα.**
- **Robertson G., Caldwell G., Hamill J., Kamen G., Whittlesey S. (2004). *Research Methods in Biomechanics*. Human Kinetics, Champaign, IL.**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



Τέλος Ενότητας

