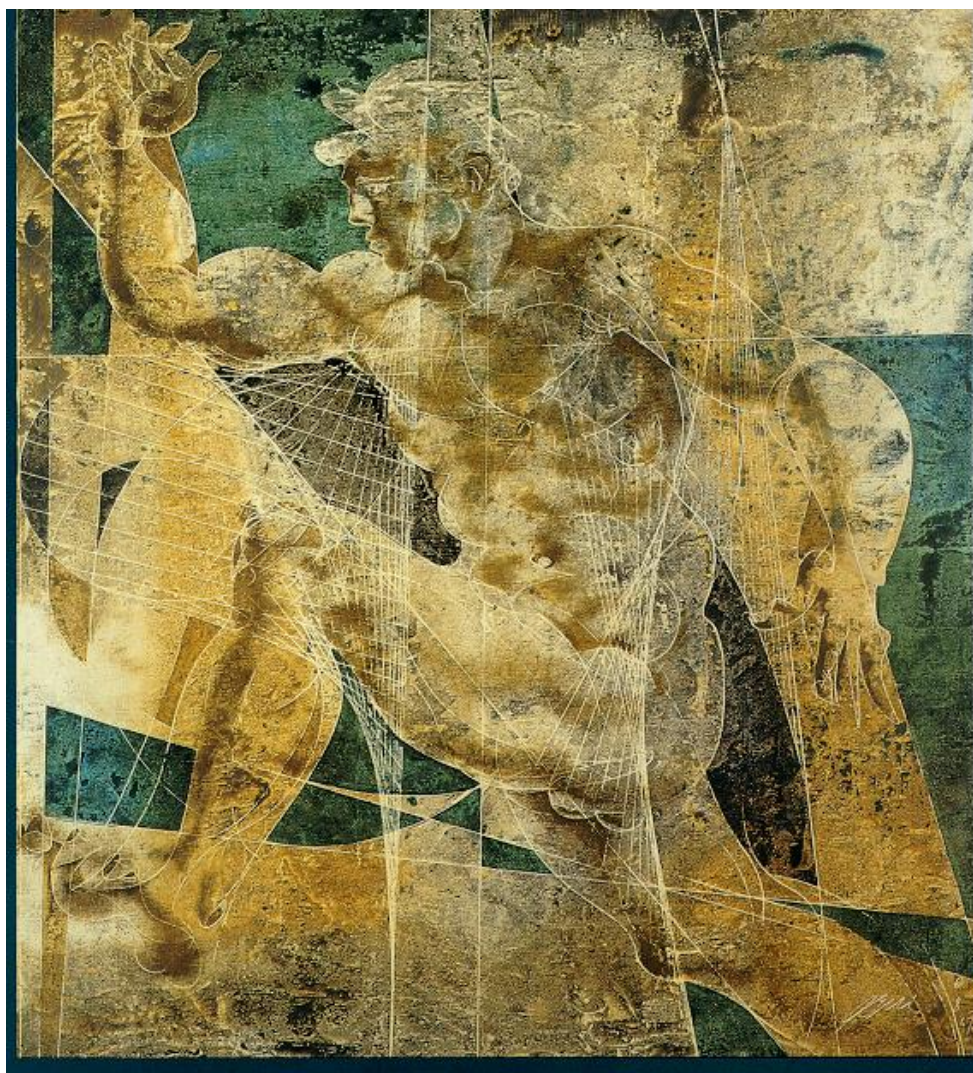


# **ΒΙΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΤΗΣ ΑΘΛΗΤΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ**



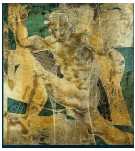
**Dr. Πίγκος Γεώργιος**



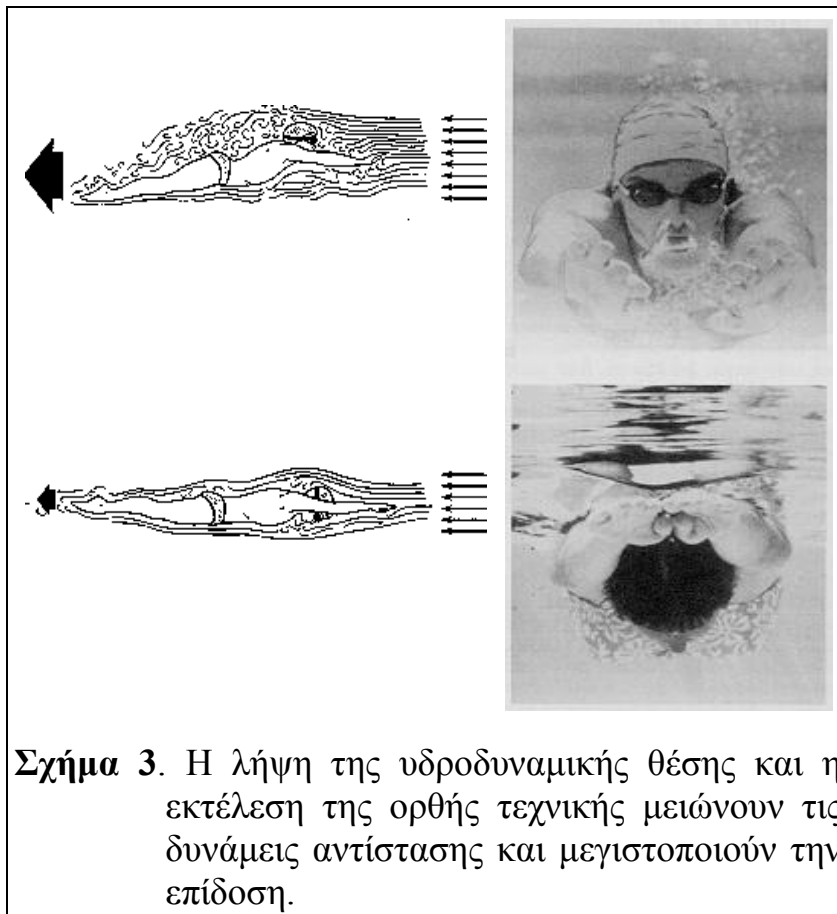
## **ΒΙΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ Ή ΕΜΠΕΙΡΙΣΜΟΣ**

*Ο γνωστικός χώρος της βιοκινητικής έρευνας περικλείει :*

- α) Την επισκόπηση, μελέτη και ανάλυση των κινητικών δραστηριοτήτων των αθλητών με σκοπό την αναζήτηση των «κανόνων» αρμονικότερης λειτουργίας του μυοσκελετικού συστήματος
- β) Τη βελτίωση της μυοσκελετικής κίνησης των αθλητών με βάση τους κανόνες που τεκμηριώνονται δια μέσου της ερευνητικής μελέτης, με σκοπό τη μεγιστοποίηση της απόδοσης, εξειδικεύοντάς την παράλληλα σε κάθε αθλητική δραστηριότητα και ηλικία των αθλούμενων.
- γ) Την αξιολόγηση των μηχανικών χαρακτηριστικών της κίνησης για την πρόληψη τραυματισμών καθώς και τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας προγραμμάτων αποκατάστασης τραυματισμών.
- δ) Τη συνεχή αξιολόγηση των ερευνητικών αποτελεσμάτων καθώς και η αναζήτηση καινούργιων μεθόδων προσέγγισης και ανάλυσης των μηχανισμών της κίνησης.



Η Βιοκινητική έρευνα στον αθλητικό χώρο, μπορεί να επικεντρωθεί στην επίτευξη υψηλής επίδοσης του αθλητού, με την



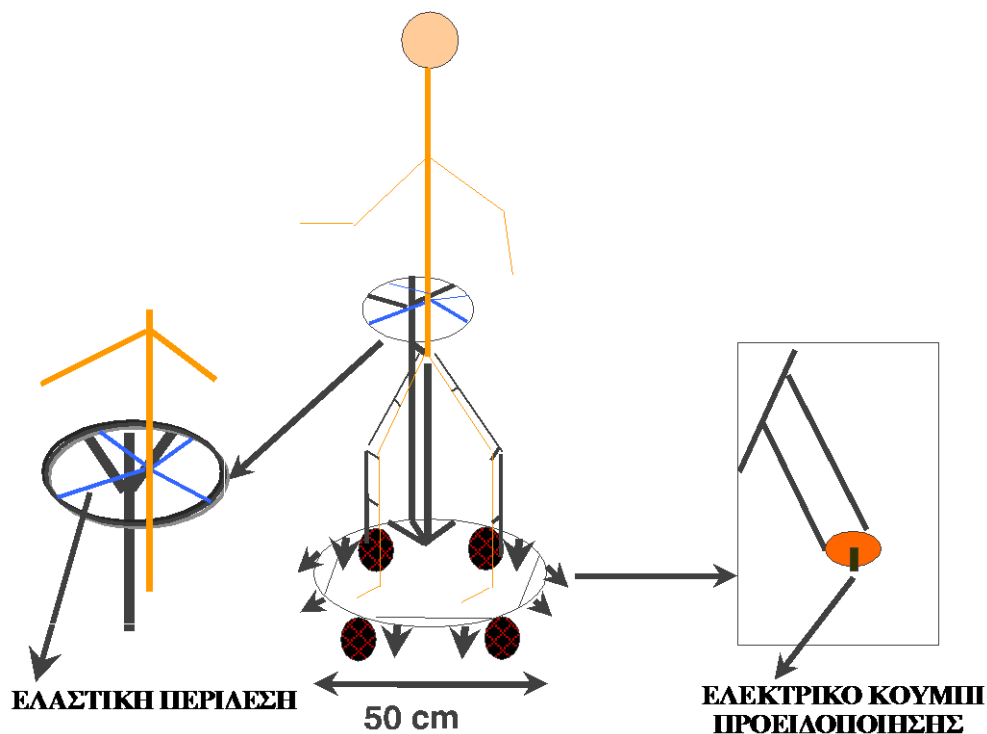
**Σχήμα 3.** Η λήψη της υδροδυναμικής θέσης και η εκτέλεση της ορθής τεχνικής μειώνουν τις δυνάμεις αντίστασης και μεγιστοποιούν την επίδοση.

ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας και με παράλληλη μείωση του κινδύνου τραυματισμού. Για έναν κολυμβητή πχ. η βιοκινητική έρευνα θα εστιαζόταν στην λεπτομερή εξέταση: α) της θέσης του κολυμβητή ως προς την επιφάνεια του νερού (υδροδυναμική θέση), β) της εκτέλεσης της ιδανικότερης

τεχνικής για την επίτευξη υψηλής επίδοσης και γ) της εναρμόνισης των κινήσεων του κολυμβητή σύμφωνα με τα ανατομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά (εύρους της κίνησης, δυνατότητα αποδοχής επιβαρύνσεων) του μυοσκελετικού συστήματος (βλ. Σχ. 3).

### ***B. Στον κοινωνικο-ιατρικό χώρο***

Η εφαρμογή της βιοκινητικής στην ιατρική καθώς και στην φυσικοθεραπεία αποτελεί την τεκμηριωμένη ερευνητική θέση για την αποφυγή αλλά και την αποκατάσταση τραυματισμών όπως μυϊκών κακώσεων, παθολογικών καταστάσεων όπως παθήσεις αρθρώσεων και συνδέσμων.



**Σχήμα 4.** Ειδική κατασκευή προσαρμοσμένη στις ανάγκες των παιδιών με προβλήματα στην εγκεφαλική λειτουργία (Πίγκος, 1993)

Η Βιοκινητική διευρύνοντας το θεματικό πεδίο έρευνας, εξετάζει τις παραμέτρους της κίνησης ατόμων με εγκεφαλικές δυσλειτουργίες (παρεγκεφαλίδα, σπαστικών κ.ά), ατόμων με προβλήματα στην σπονδυλική στήλη (σκολιώσεις, οσφυαλγίες κ.ά) ή ατόμων της τρίτης ηλικίας, προσπαθώντας να υποδείξει λύσεις για την βελτίωση της κινητικής κατάστασης τους (βλ. Σχ. 4).



Ο γνωστικός χώρος της βιοκινητικής διευρύνεται καθημερινά χρησιμοποιώντας σύγχρονες μεθόδους έρευνας και αξιοποιώντας την τεχνολογική επανάσταση ειδικότερα στον χώρο της πληροφορικής.

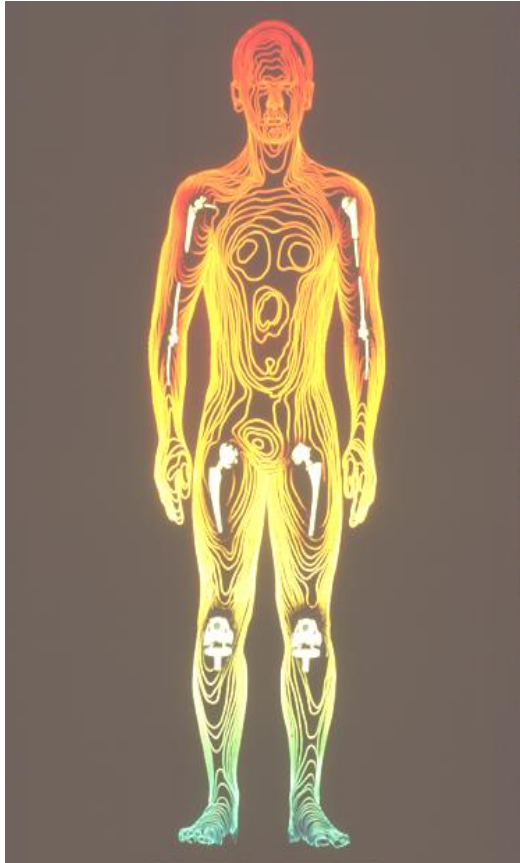


## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ II**

### **ΒΙΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ**

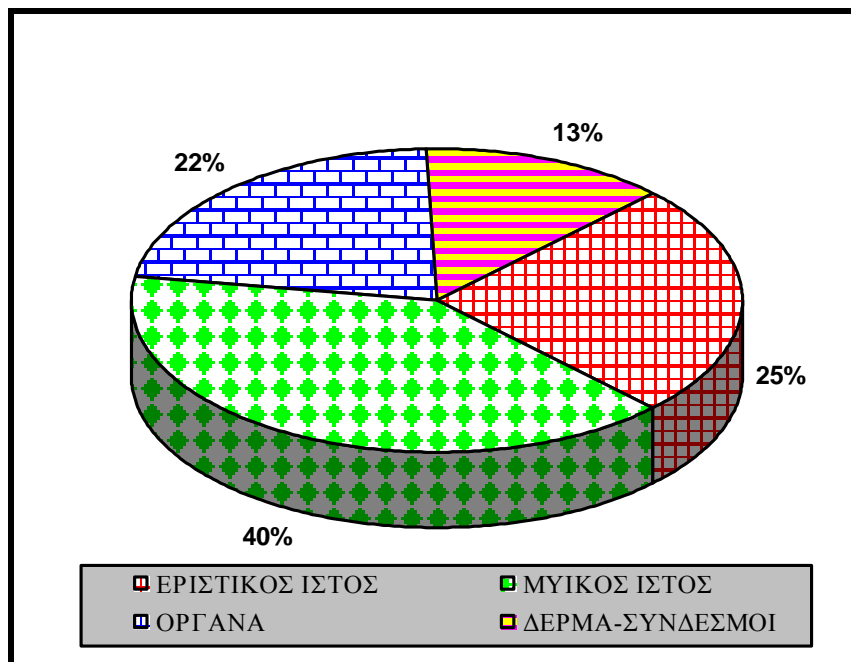
#### **Μυοσκελετικό σύστημα**

Η κινητική δραστηριότητα του ανθρώπου βασίζεται στην αρμονική λειτουργία του εγκεφάλου, του νευρικού συστήματος, των μυών και των οστών με τις αρθρώσεις. Η γνώση των ανατομικών και λειτουργικών



χαρακτηριστικών του ανθρώπινου σώματος, αποτελεί το πρώτο βασικό βήμα για την ολοκληρωμένη ανάλυση των κινήσεων. Έχοντας όλο το αναγκαίο γνωστικό υπόβαθρο γύρω από την ανάπτυξη και την λειτουργία των οστών, των αρθρώσεων και των μυών, μπορεί να προσδιορισθεί με ακρίβεια η ομαλή ή μη ομαλή λειτουργία του μυοσκελετικού συστήματος για τις διάφορες ηλικίες.

Η αναλογία της μάζας του σώματος ενός ατόμου όπως καθορίζονται από τις διάφορες μελέτες χρησιμοποιώντας κυρίως πτώματα (Dempster 1955) είναι (επί τις % της μάζας του ανθρώπινου σώματος): οστά 24-25%, μύες 40%, όργανα 22-23%, δέρμα και σύνδεσμοι 13%. Αυτές οι αναλογίες ποικίλλουν ανάλογα την μελέτη και τα άτομα που εξετάζονται.



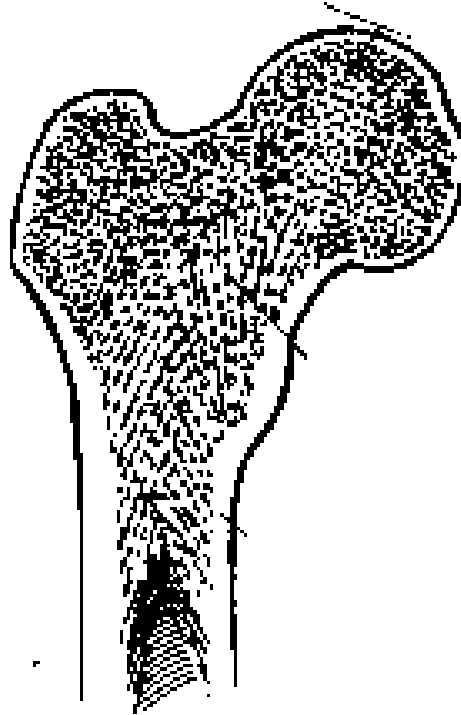
### Ερειστικό σύστημα

Ο σκελετός του ανθρώπινου σώματος αποτελείται από 206 οστά περίπου, τα οποία συνδεόμενα μεταξύ τους με τις αρθρώσεις δημιουργούν ένα σύστημα μοχλών. Η δομική σύσταση των οστών αποτελείται 25-30% από νερό και 60-70% από μεταλλικές ενώσεις. Η διαδικασία σχηματισμού των οστών ονομάζεται **οστεοποίηση** και αρχίζει από την εμβρυϊκή ηλικία και ολοκληρώνεται (χωρίς να είναι αυστηρά καθορισμένο) περίπου με το τέλος της εφηβείας. Η πραγμάτωση της οστεοποίησης των περισσότερων οστών γίνεται με την αντικατάσταση του “χόνδρινου” μοντέλου του οστού με οστέινη ουσία, η οποία παράγεται από την μετατροπή των οστεοβλαστών σε οστικά κύτταρα.

Ο εφοδιασμός των οστών με θρεπτικά συστατικά πραγματοποιείται δια μέσου των τριχοειδών αιμοφόρων αγγείων τα οποία εισέρχονται μέσα στα οστά και διακλαδίζονται σε όλο το οστό. Ο αριθμός των αιμοφόρων αγγείων που τροφοδοτούν το οστό διαφοροποιείται από την δραστηριότητα του ατόμου. Ένα άτομο που αθλείται συστηματικά διαθέτει αυξημένο αριθμό αιμοφόρων αγγείων σε σχέση με κάποιο άλλο άτομο που δεν αθλείται. Το γεγονός αυτό πέρα από την καθοριστική επίδραση που επιφέρει στην σωστή ανάπτυξη και διαμόρφωση του ερειστικού συστήματος, αποτελεί σημαντικό παράγοντα γρήγορης αποκατάστασης σε περίπτωση τραυματισμών.



Το σχήμα των οστών καθώς και η κατασκευή τους είναι τέτοια ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν ουσιαστικά στις διάφορες λειτουργίες του σώματος.



**Σχήμα 5.** Η αρχιτεκτονική του οστού.

Η «αρχιτεκτονική» κατασκευή του εσωτερικού των οστών είναι διαμορφωμένη, όπως φαίνεται στο σχήμα 5 (μορφή επιμήκους οστού), ώστε να μπορεί να αντεπεξέλθει στις αυξημένες πιέσεις και τους κραδασμούς που δέχεται κατά την διάρκεια των αθλητικών δραστηριοτήτων (Miheli, 1986). Η «αρχιτεκτονική» κατασκευή των οστών επιτρέπει τη χωρίς τραυματισμούς λειτουργία τους, δεχόμενα επιβαρύνσεις που ξεπερνούν τις έξι φορές του μέτρου της επιβάρυνσης που δέχονται στην καθημερινή λειτουργία τους.

Κατά την αθλητική κίνηση, και ειδικότερα στον χώρο του πρωταθλητισμού, παρατηρούνται κινήσεις και δραστηριότητες κατά τις οποίες οι δυνάμεις, που εφαρμόζονται σε διάφορα μέλη του εριστικού ιστού, ξεπερνούν τις δέκα φορές το βάρος του σώματος (βλέπε άλμα εις ύψος, τριπλούν κ.α).



Ο βαθμός ανταπόκρισης του εριστικού συστήματος στις επιβαρύνσεις που δέχεται εκτός από τον παράγοντα της διαμόρφωσης της αρχιτεκτονικής του οστού και της αθλητικής δραστηριότητας, καθορίζεται και από τους εξής παράγοντες: την βιολογική ηλικία του ατόμου, τον τύπο του οστού, την ορμονική λειτουργία, το μέγεθος και την διάρκεια της επιβάρυνσης.

### **Είδη Επιβαρύνσεων (Δυνάμεων)**

Ανάλογα με την διεύθυνση και την τρόπο εφαρμογής των δυνάμεων που αναπτύσσεται μεταξύ των κοκάλων στις αρθρώσεις, αλλά και μεταξύ των μυών ή συνδέσμων με τα οστά, οι δυνάμεις μπορεί να εξειδικευτούν σε: **α) συμπιεστικές, β) ελκτικές, γ) στρεπτικές, δ) αποσχιστικές ή διάτμησης.**

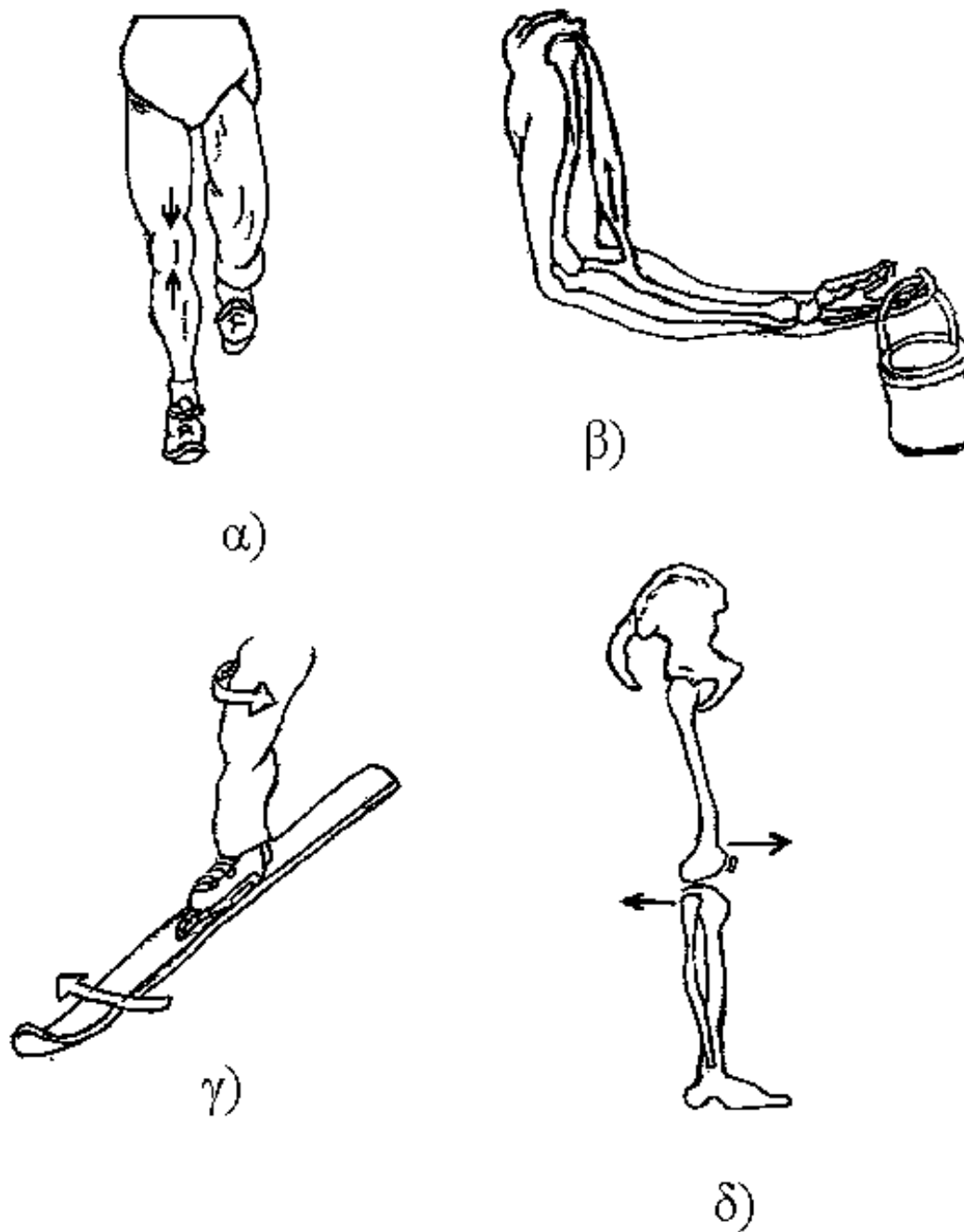
#### ***Συμπιεστικές δυνάμεις (Compression)***

Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται σε δυο συναρθρώμενα οστά και έχουν σαν αποτέλεσμα τη συμπίεση-σύγκλισή τους ονομάζονται **συμπιεστικές**. Κατά την όρθια στάση, π.χ. τα οστά της σπονδυλικής στήλης επιδέχονται συμπιεστική δύναμη που αποτελεί τη συνιστώσα των βαρών των επιμέρους μελών του σώματος (των άνω άκρων, του κεφαλιού και του κορμού) (βλ. Σχ. 6α). Οι συμπιεστικές δυνάμεις ανάλογα με το μέγεθος του μέτρου τους επιτρέπουν τη σταθεροποίηση της άρθρωσης, όταν το μέτρο είναι μικρό, ενώ αντίθετα με την αύξηση πάνω από κάποια τιμή αποτελούν παράγοντα τραυματισμού.

#### ***Ελκτικές-εφελκυστικές δυνάμεις (Tension)***

Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μυών και των οστών στα σημεία τα οποία προσφύονται ή καταφύονται οι μυς, ονομάζονται **ελκτικές ή εφελκυστικές**. Η εφαρμογή ελκτικών δυνάμεων π.χ. στον πήχη από το βραχιόνιο μύ στο σημείο κατάφυσής του (σχ 6β), έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία προσαρμογών στο οστικό ιστό οι οποίες του επιτρέπουν να ανταποκρίνεται (το οστό) σε μεγαλύτερες μελλοντικές πιέσεις. Η εφαρμογή υπέρμετρων εφελκυστικών δυνάμεων έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία τραυματισμού (στο μυϊκό ή οστικό ιστό).





**Σχήμα 6.** Παραδείγματα α) συμπιεστικών, β) εφελκυστικών, γ) στρεπτικών, δ) διατμητικών δυνάμεων

**Στρεπτικές δυνάμεις (Torsion)**

Κατά τη διάρκεια κινήσεων συναρθρούμενα οστά στρέφονται προς διαφορετική κατεύθυνση υπό την επίδραση **στρεπτικών** δυνάμεων. Οι



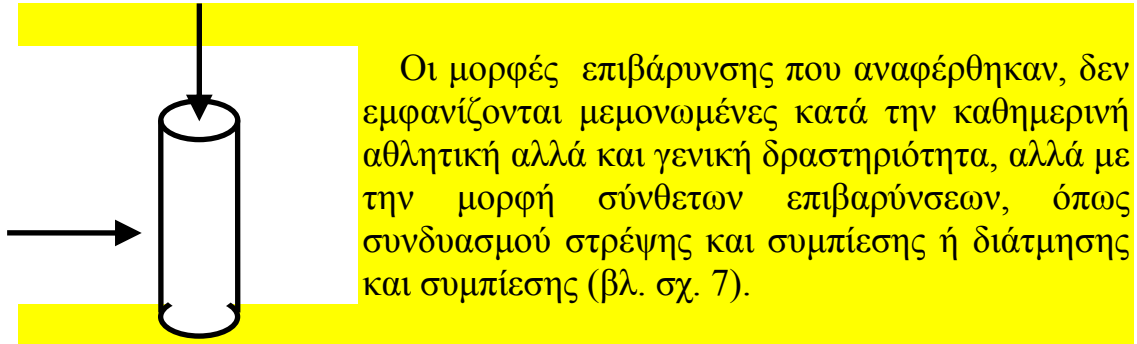
στρεπτικές δυνάμεις (ροπής) που αναπτύσσονται π.χ. στην άρθρωση του γόνατος μεταξύ του μηριαίου και της κνήμης κατά την αλλαγή κατεύθυνσης (σχ 6γ), έχουν σαν αποτέλεσμα την ενεργοποίηση των σταθεροποιητικών παραγόντων της άρθρωσης (συνδέσμων και μυών, ιστών οι οποίοι θα παρουσιαστούν στη συνέχεια) και τη σταδιακή αύξηση της ανταπόκρισής τους σε μελλοντικές στρεπτικές δυνάμεις. Θα πρέπει να τονισθεί ότι η εφαρμογή στρεπτικών δυνάμεων οι οποίες είναι μεγαλύτερες από τη δυνατότητα των σταθεροποιητικών παραγόντων για συγκράτηση των συναρθρούμενων οστών, έχει σαν αποτέλεσμα την πρόκληση τραυματισμών των οστών ή της άρθρωσης.

### **Αποσχιστικές δυνάμεις ή δυνάμεις διάτμησης (Shear)**

Οι δυνάμεις **διάτμησης** εφαρμόζονται σε αντίθετες κατευθύνσεις δημιουργώντας τάσεις αποκόλλησης ή ρήξης, κατευθύνοντας τα συναρθρούμενα οστά προς διαφορετικές κατευθύνσεις (εμπρός - πίσω, δεξιά - αριστερά). Οι δυνάμεις δρουν κάθετα προς τον επιμήκη άξονα του σώματος που επιδρούν (βλ σχ 6δ). Κατά τη διάρκεια π.χ. της αλλαγής της κινητικής κατάστασης από κίνηση σε ακινησία, όπως κατά το σταμάτημα της κίνησης παίκτη του μπάσκετ για κατακόρυφο σουτ, στην ποδοκνημική άρθρωση εφαρμόζονται αποσχιστικές δυνάμεις οι οποίες ωθούν προς τα εμπρός την κνήμη και την περόνη (δυνάμεις αδράνειας) ενώ ωθούν προς τα πίσω τα οστά του κατώτερου ποδιού (δυνάμεις τριβής).

Όταν οι δυνάμεις διάτμησης είναι μικρού μεγέθους, οι σύνδεσμοι και οι μυϊκές δυνάμεις που συγκρατούν την άρθρωση αλλά και η δομή των οστών, είναι ικανές να αποτρέψουν τη δημιουργία τραυματισμού της άρθρωσης ή των οστών που δέχονται τις αντίστοιχες δυνάμεις.

Στην αντίθετη περίπτωση όταν το μέγεθος των δυνάμεων διάτμησης είναι μεγάλο, όπως στην περίπτωση εφαρμογής ισχυρής εξωτερικής δύναμης σε ένα από τα συναρθρώμενα οστά (λάκτισμα κνήμης στο ποδόσφαιρο), υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού της περιοχής του οστού ή της άρθρωσης που δέχεται την επιβάρυνση, ενώ το μέγεθος του τραυματισμού εξαρτάται από το μέτρο των δυνάμεων διάτμησης.

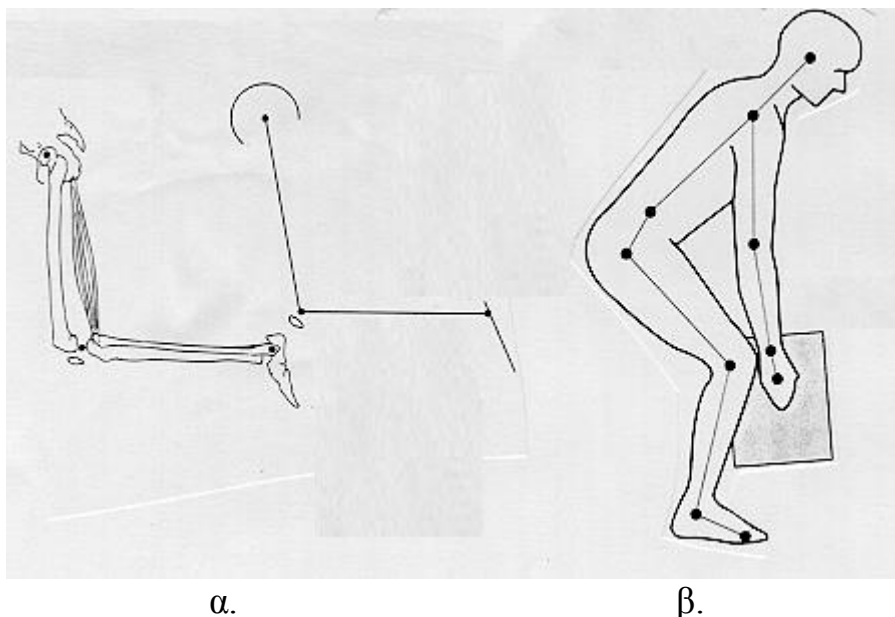


Οι μορφές επιβάρυνσης που αναφέρθηκαν, δεν εμφανίζονται μεμονωμένες κατά την καθημερινή αθλητική αλλά και γενική δραστηριότητα, αλλά με την μορφή σύνθετων επιβαρύνσεων, όπως συνδυασμού στρέψης και συμπίεσης ή διάτμησης και συμπίεσης (βλ. σχ. 7).

**Σχήμα 7.** Σύνθετη επιβάρυνση

### **Μηχανικός άξονας οστών – Δημιουργία κινησιογράμματος**

Κατά τη βιομηχανική ανάλυση, για τον ακριβή προσδιορισμό των παραμέτρων της κίνησης, αντικαθιστούμε την πραγματική μορφή του εριστικού ιστού με τη μηχανική. Μηχανικό άξονα για κάθε οστό αποτελεί η ευθεία γραμμή που συνδέει τα κέντρα των αρθρώσεων του οστού. Οι μηχανικοί άξονες δύο γειτονικών οστών του εριστικού συστήματος μπορούν να σχηματίσουν ένα ζεύγος μηχανικών αξόνων (βλ. σχ. 8α). Με αυτόν τον τρόπο το εριστικό σύστημα μπορεί να αποδοθεί σαν μια ενότητα από μηχανικούς άξονες. Η διαδικασία αυτή οδηγεί στην δημιουργία του κινησιογράμματος όπως φαίνεται στο σχήμα 8(β) και θα αναλυθεί στην συνέχεια (Βλ. ΚΕΦ IV).



**Σχήμα 8.** α) Μηχανικός άξονας οστού. β) Δημιουργία κινησιογράμματος με την συνένωση των μηχανικών αξόνων.



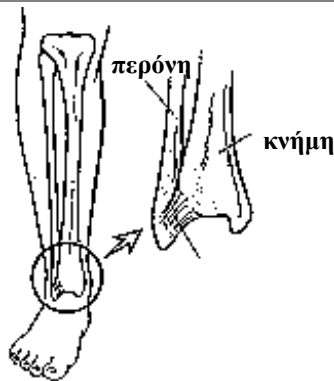
### Σύνδεσμοι και αρθρώσεις

Η σύνδεση των οστών μεταξύ τους και η δημιουργία του εριστικού συστήματος, πραγματοποιείται δια μέσου των αρθρώσεων και των συνδετικών ιστών.

#### Είδη αρθρώσεων

Ανάλογα με την δυνατότητα κινήσεων που παρατηρείται μεταξύ των συναρθρούμενων οστών, οι αρθρώσεις χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

##### α) Είδος Συνάρθρωσης



α) στις **συναρθρώσεις**, είναι οι αρθρώσεις στις οποίες παρατηρείται ελάχιστη ή (συνήθως) καμία κίνηση μεταξύ των συναρθρούμενων οστών. Ο τύπος αυτός άρθρωσης συνεισφέρει σημαντικά στην σταθεροποίηση του σκελετικού συστήματος (βλ. άρθρωση κνήμης-περόνης).

##### β) Είδος Αμφιάρθωσης



β) στις **αμφιαρθρώσεις**, είναι οι αρθρώσεις στις οποίες παρατηρείται περιορισμένη κίνηση μεταξύ των δύο συναρθρούμενων οστών, ενώ ανάμεσα από τα δύο συναρθρούμενα οστά

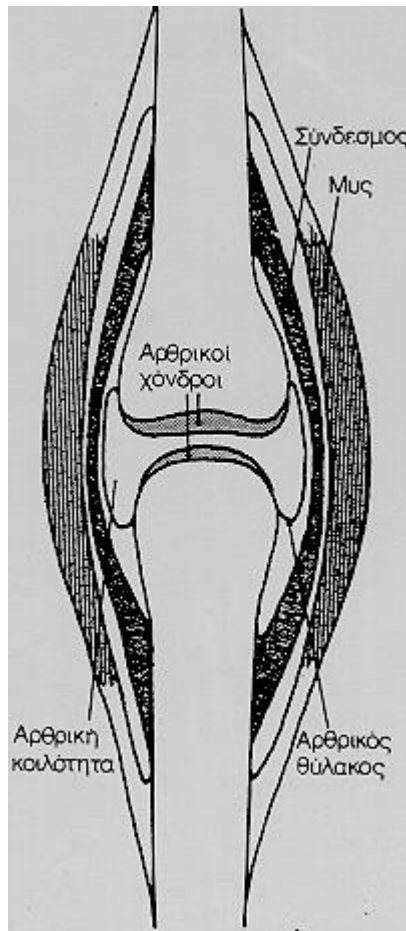
παρεμβάλλεται κολλαγόνου υφής υλικό (βλ. σπονδυλική στήλη).

γ) στις **διαρθρώσεις**, είναι οι αρθρώσεις στις οποίες παρατηρείται ευρύτητα κινήσεων μεταξύ των δύο συναρθρούμενων οστών και αποτελούν την πλειοψηφία του τύπου των αρθρώσεων του ανθρώπινου σώματος.



### Μορφολογία Διάρθρωσης

Οι επιφάνειες των δύο οστών που σχηματίζουν μια διάρθρωση είναι καλυμμένες με **υαλοειδή χόνδρο**. Ο χόνδρος αυτός στερείται νεύρων και αιμοφόρων αγγείων και παρουσιάζει αδυναμία στην ανάπλαση όπως οι άλλοι ιστοί του σώματος. Ο εμπλουτισμός του αρθρικού χόνδρου με θρεπτικά συστατικά πραγματοποιείται με τη διαδικασία της **διάχυσης** από το αρθρικό υγρό προς τον αρθρικό χόνδρο. Η διαδικασία της διάχυσης καθορίζεται από την κίνηση της άρθρωσης



(Zhou and Qu-Mianyu, 1991).

**Σχήμα 9.** Η άρθρωση περιβάλλεται από τον αρθρικό θύλακα τους συνδέσμους και τους μυς.

Κατά την παρατεταμένη ακινησία παρατηρείται εκφυλισμός του αρθρικού χόνδρου, με συνέπεια την σταδιακή καταστροφή χονδροκυττάρων και τον τραυματισμό του χόνδρου από τριβές, με παράλληλη εμφάνιση ρωγμών (Behfar *et al.*, 1987). Η διαμόρφωση του



πάχους του αρθρικού χόνδρου εξαρτάται από τον βαθμό πίεσης που δέχεται η αρθρική επιφάνεια.

Τα οστά της σχηματιζόμενης διάρθρωσης περιβάλλονται συνενωμένα μεταξύ τους από θύλακα που αποτελείται από συνδετικό ιστό. Η εσωτερική πλευρά του **αρθρικού θύλακα** εκκρίνει το αρθρικό υγρό, το οποίο χρησιμεύει στο να διατηρεί ολισθηρές τις αρθρικές επιφάνειες, παρέχοντας παράλληλα θρεπτικά συστατικά στους αρθρικούς χόνδρους (ηλεκτρολύτες, πρωτεΐνες, υαλορουνικό οξύ).

Επίσης **σύνδεσμοι** βρίσκονται μέσα στις αρθρώσεις με σκοπό τη συγκράτηση των συνενωμένων οστών, τη μείωση της υπέρμετρης κίνησης της άρθρωσης και της απορρόφησης των κραδασμών. Οι **μεσοσπονδύλιοι δίσκοι** (στις αμφιαρθρώσεις) και οι **μηνίσκοι** (στις διαρθρώσεις), που βρίσκονται ανάμεσα στα διαρθρώμενα οστά, λειτουργούν ως μηχανισμοί απορρόφησης των κραδασμών και ρύθμισης του εύρους της κίνησης των οστών.

Οι διαρθρώσεις αρθρώσεις ανάλογα με το σχήμα των αρθρικών επιφανειών μπορούν να χωριστούν σε Ολισθαίνουσες, Γίγγλυμες, Τροχοειδείς Κονδυλοειδείς, Σφαιροειδείς και Εφιπποειδείς.

### Παράγοντες που επηρεάζουν την λειτουργία των κολλαγόνων ιστών

Οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας επιδρούν καθοριστικά στην διάταση των κολλαγόνων ιστών. Η διάταση του συνδετικού ιστού, απαιτεί περισσότερο χρονικό διάστημα από τους μύες (15-20 λεπτά). Έχει ερευνητικά αποδειχθεί (Kennedy et al, 1976) ότι η γρήγορη φόρτιση του κολλαγόνου ιστού, έχει ως αποτέλεσμα την προβολή μεγαλύτερης αντίστασης (από τον κολλαγόνο ιστό) από ότι σε αντίστοιχες αργές φορτίσεις. Πρέπει να διευκρινισθεί ότι οι κολλαγόνες ίνες μπορούν να ανταποκριθούν ικανοποιητικά μόνο σε εφελκυστικές δυνάμεις, ενώ δεν είναι σε θέση να υποστηρίξουν σημαντικές συμπιεστικές ή δυνάμεις διάτμησης (Butler and Darling, 1990).

Το μέγεθος της αντοχής στις επιβαρύνσεις ενός κολλαγόνου ιστού είναι ανάλογο με την εγκάρσια διατομή του (Butler et al., 1978). Οσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κολλαγόνων ινών ενός ιστού που είναι προσανατολισμένες προς την κατεύθυνση φόρτισης και όσο παχύτερες είναι οι ίνες αυτές, τόσο μεγαλύτερο φορτίο μπορεί να υποβαστάξει ο ιστός. Επίσης ανάλογη είναι η σχέση αντοχής κολλαγόνου και



**μήκους.** Η δυνατότητα διάτασης κολλαγόνου ιστού με μεγαλύτερο μήκος κολλαγόνων ινών, είναι μεγαλύτερη και κατά συνέπεια έχει την δυνατότητα ανταπόκρισης σε μεγαλύτερες επιβαρύνσεις, απ' ότι ενός κολλαγόνου ιστού με μικρότερου μήκους κολλαγόνες ίνες (Stanish *et al.*, 2000).

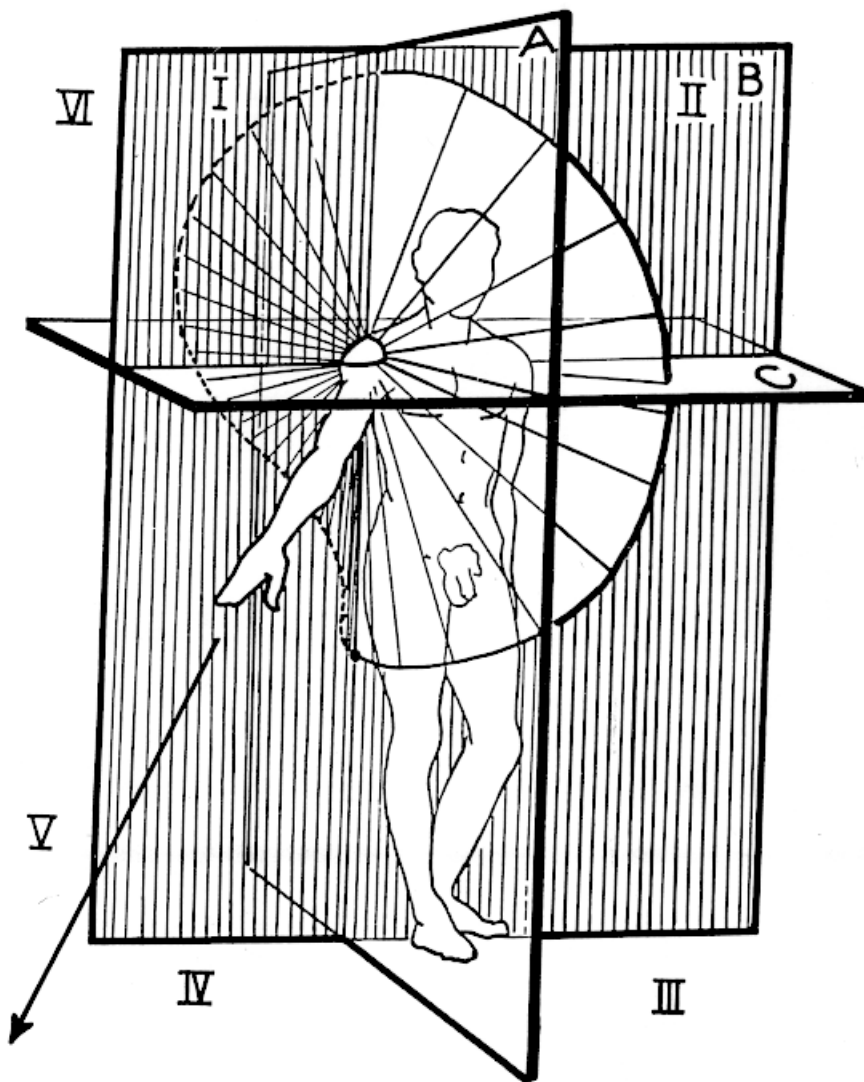
Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι η βασική προϋπόθεση για την καλή λειτουργία μιας άρθρωσης και κατά επέκταση της κίνησης του μέλους του σώματος, αποτελεί η σταθεροποίηση των οστών μέσα στην άρθρωση. Η παθητική σταθεροποίηση της άρθρωσης κατά την διάρκεια μιας επιβάρυνσης πραγματοποιείται κυρίως με τους συνδέσμους, ενώ η ενεργητική δια μέσου των μυών.

### ***Τένοντες***

Οι **τένοντες** που αποτελούνται από κολλαγόνες ίνες συνδετικού ιστού είναι μέρη των μυών, λειτουργούν σαν μια ενότητα και χρησιμοποιούνται για την πρόσφυση των μυών στα οστά και την μεταφορά της μυϊκής ενέργειας. Η έρευνα έδειξε ότι βασική βιομηχανική διαφορά μεταξύ τενόντων και συνδέσμων αποτελεί το μέγεθος της διάτασης που μπορούν να υποστούν χωρίς να διατμηθούν: οι τένοντες μπορούν να διαταθούν σε μικρότερο ποσοστό, σε σύγκριση με το αντίστοιχο ποσοστό διάτασης των συνδέσμων (Woo, 1986).

### ***Κινητικά πλαίσια των μελών του σώματος***

Η γωνιακή μετατόπιση του κινητού μέλους της άρθρωσης μεταξύ των δύο ακραίων θέσεων που δύναται να μετακινηθεί (εναρμονιζόμενο στους κανόνες που επιβάλλονται λόγω της κατασκευής του εριστικού συστήματος, της διαμόρφωσης της άρθρωσης, τους συνδέσμους που συγκρατούν την άρθρωση και τους μυς που βρίσκονται περί την άρθρωση) ονομάζεται **κινητικό πλάτος** και υπολογίζεται σε μοίρες. Το κινητικό πλάτος χαρακτηρίζει την δυνατότητα ευλυγισίας της άρθρωσης.



**Σχήμα 10.** Παρουσίαση του κινητικού κώνου της άρθρωσης του ώμου.

Ο χώρος που καλύπτεται από το κινητό μέλος, όταν αυτό κινηθεί προς όλες τις δυνατές κατευθύνσεις (άξονες) μπορεί να μορφοποιηθεί με τη μορφή ενός κώνου και ονομάζεται **κινητικός κώνος** (βλ. σχήμα 10).

Το κινητικό πλάτος και ο κινητικός κώνος μιας άρθρωσης αποτελούν τους βασικούς παράγοντες για τον καθορισμό της αθλητικής κίνησης, το βιοκινητικό σχεδιασμό και τη μορφοποίηση των τεχνικών εκτέλεσης των αθλητικών δραστηριοτήτων. Για την εκτέλεση των διαφόρων ασκήσεων ευλυγισίας, θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη οι ιδιαιτερότητες της κάθε άρθρωσης που λαμβάνει μέρος στις ασκήσεις και θα πρέπει να αποφεύγεται η υπέρμετρη επιβάρυνση στις ακραίες θέσεις του κινητικού κώνου (αιτία τραυματισμού-κακώσεων). Η





πρακτική εφαρμογή της γνώσης του κινητικού πλάτους και του κινητικού κώνου των μελών του ανθρώπινου σώματος, αντικατροπτίζεται στο σχεδιασμό και την υλοποίηση διαφόρων κατασκευών που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή, όπως στο εργονομικό σχεδιασμό και την κατάλληλη τοποθέτηση του συστήματος οδήγησης του αυτοκινήτου (η μορφή του τιμονιού, η θέση των οργάνων ελέγχου του αυτοκινήτου, η θέση του κιβωτίου ταχυτήτων, του γκαζιού, του χειρόφρενου, κτλ).

Η θεωρία της μείωσης του κινητικού πλάτους λόγω της μυϊκής ενδυνάμωσης αποτελεί μύθο. Ως χαρακτηριστικό παράδειγμα κατάρριψης της θεωρίας αυτής, αποτελεί η περίπτωση των αθλητών της ενόργανης γυμναστικής, των οποίων η μυϊκή ενδυνάμωση και η αύξηση του μυϊκού όγκου, δεν επιφέρει μείωση στην ευλυγισία των αρθρώσεων και του κινητικού πλάτους. Είναι έκδηλο φυσικά, όταν η μυϊκή ενδυνάμωση δεν συνοδεύεται με ασκήσεις ευλυγισίας, τότε το κινητικό πλάτος μπορεί να μειωθεί σημαντικά. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχουν ερευνητικά αποτελέσματα που να καταδεικνύουν μια εμφανή συσχέτιση μεταξύ της ευλυγισίας της άρθρωσης και της δυνατότητας ανταπόκρισης σε μεγάλες επιβαρύνσεις. Δηλαδή ή μείωση του κινητικού πλάτους μιας άρθρωσης δεν επιφέρει και ισχυροποίησή της. Αντίθετα, μια αύξηση του κινητικού πλάτους της άρθρωσης αποτελεί παράγοντα ελαχιστοποίησης των κινδύνων τραυματισμού της (Dauty, 1999)

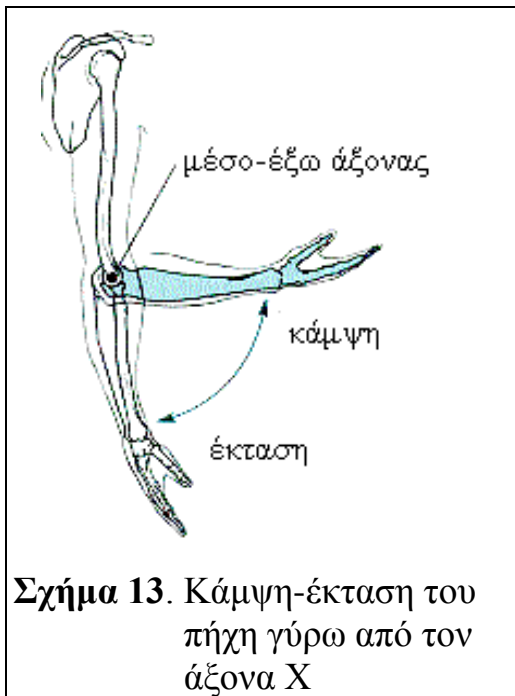
Κατά συνέπεια κρίνεται απαραίτητος η ένταξη στον καθημερινό προπονητικό σχεδιασμό, ασκήσεων ευκαμψίας, ως μια από τις πιο σημαντικές παραμέτρους μείωσης των πιθανοτήτων μυϊκών τραυματισμών και μεγιστοποίησης της απόδοσης.



## Ανατομικοί Ορισμοί Κίνησης

Οι κινήσεις αποκτούν την ονοματολογία τους ανάλογα: α) με το επίπεδο το οποίο λαμβάνουν χώρα όταν το σώμα βρίσκεται στην ανατομική του θέση (βλέπε σχήμα 12), β) το μέλος του σώματος που πραγματοποιεί την κίνηση και γ) την άρθρωση γύρω από την οποία πραγματοποιείται η κίνηση.

Η κίνηση για παράδειγμα της σύγκλισης του πήχη προς τον βραχίονα γύρω από την άρθρωση του αγκώνα, που επιτελείται στον



**Σχήμα 13.** Κάμψη-έκταση του πήχη γύρω από τον άξονα X

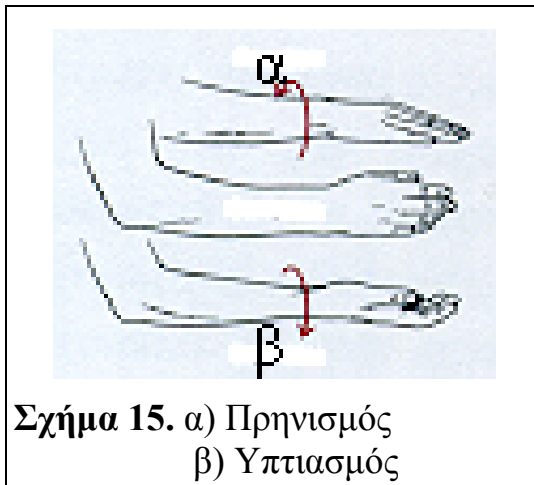
προσθιοπίσθιο επίπεδο (αν το σώμα βρισκόταν στην ανατομική θέση) ονομάζεται **κάμψη** του πήχη γύρω από την άρθρωση του αγκώνα (σχήμα 13). Αντίθετα η απόκλιση του πήχη από τον βραχίονα γύρω από την άρθρωση του αγκώνα, ονομάζεται **έκταση**. **Υπερέκταση** μπορεί να παρατηρηθεί όταν έχουμε κίνηση πέρα των ορίων που θέτει η αρχική ανατομική θέση του σώματος, όπως εμφανίζεται στο σχήμα 14, όπου έχουμε υπερέκταση του κεφαλιού στην ατλαντοϊνιακή άρθρωση.



**Σχήμα 14.** Κινήσεις κεφαλιού στο προσθιοπίσθιο επίπεδο

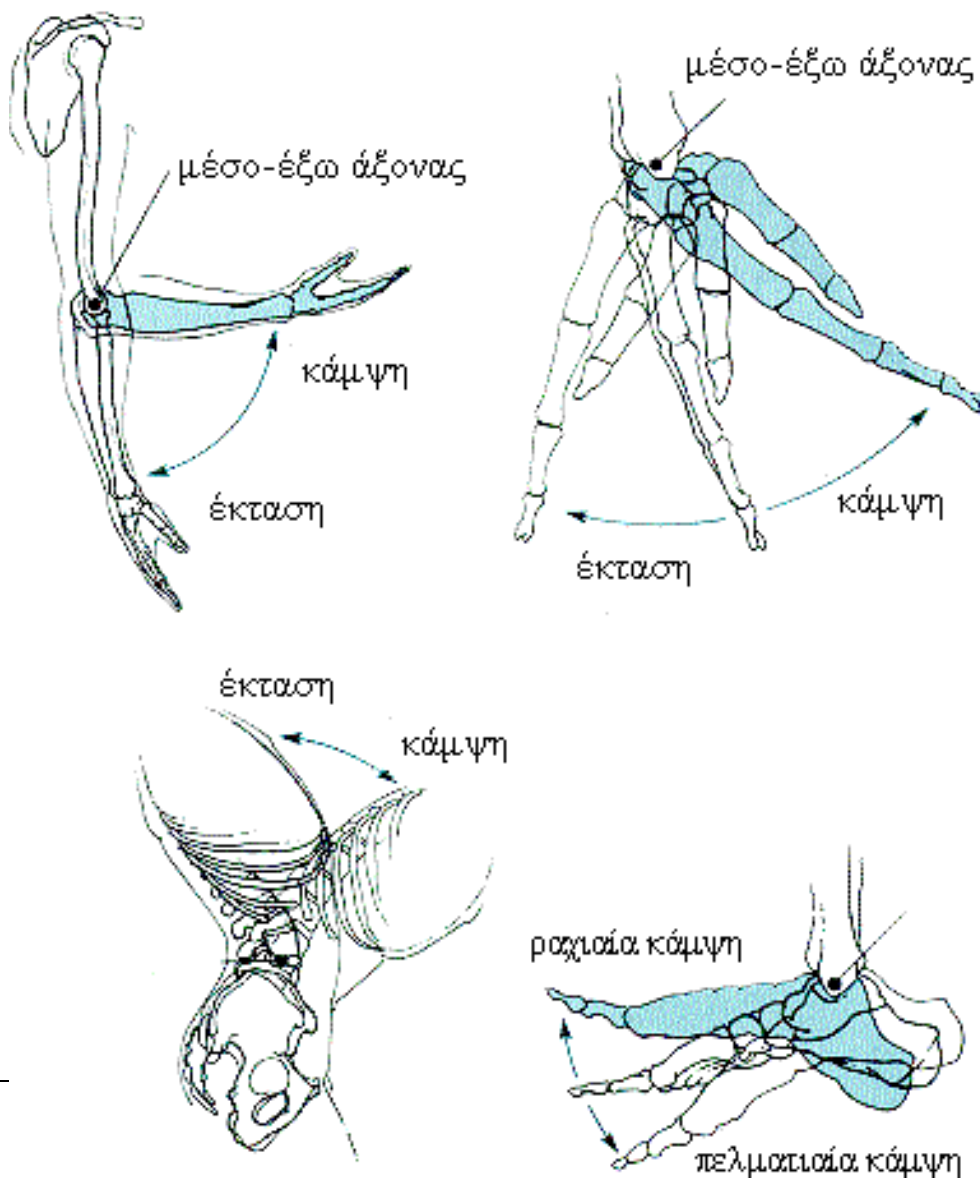


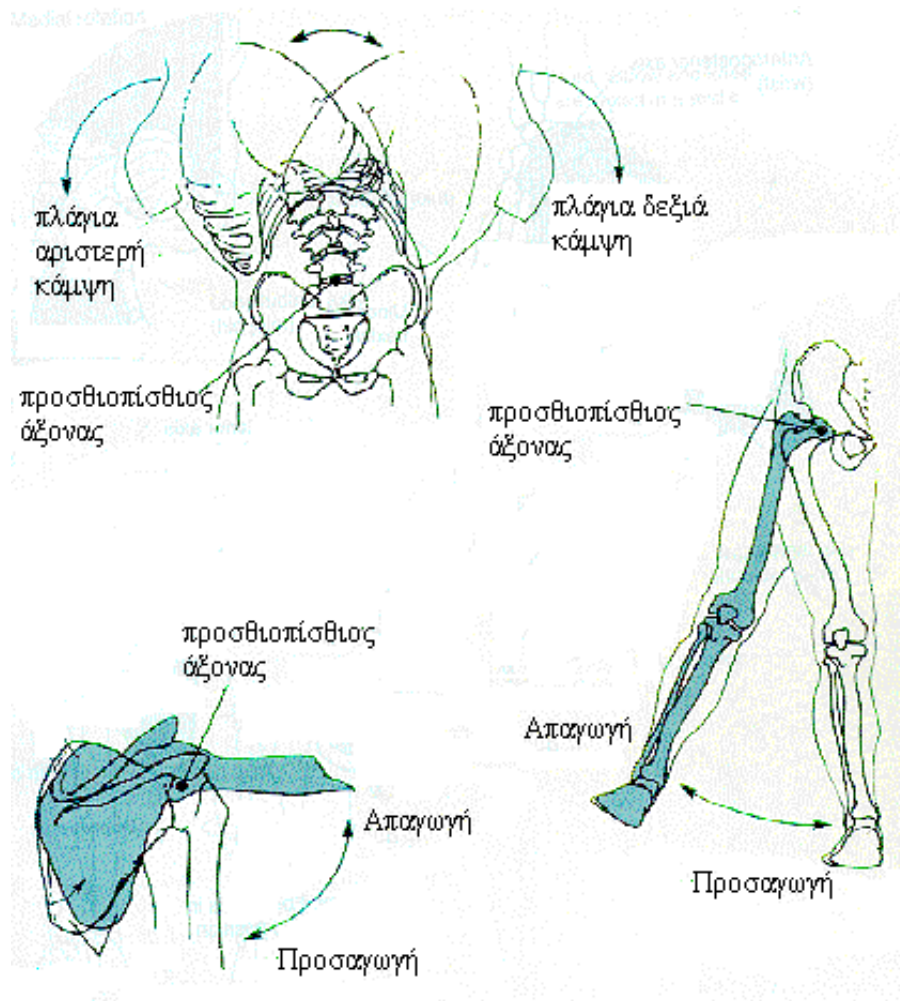
Η κίνηση κατά την οποία έχουμε απομάκρυνση του μέλους του σώματος από τον επιμήκη άξονα (Z) ονομάζεται **απαγωγή**, ενώ η σύγκλιση του μέλους προς τον Z άξονα ονομάζεται **προσαγωγή**. Οι **στροφικές** κινήσεις χωρίζονται σε δεξιόστροφες, αριστερόστροφες, έσω και έξω. Ειδικότερα για τα άνω και κάτω άκρα οι περιστροφές έχουν σαν αποτέλεσμα τον **πρηνισμό** (σχήμα 15α.) ή τον **υπτιασμό** (σχήμα 15β.) του μέλους.



**Σχήμα 15.** α) Πρηνισμός  
β) Υπτιασμός

Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι βασικές κινήσεις των μελών και οι ονομασίες τους όπως αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία





**ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Το εύρος κίνησης για κάθε άρθρωση ανά κατηγορία κίνησης**

<b>ΑΡΘΡΩΣΗ</b>	<b>ΚΙΝΗΣΗ ΑΡΘΡΩΣΗΣ</b>	<b>ΕΥΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ</b>
Ισχύον	Κάμψη	90-125
	Υπερέκταση	10-30
	Απαγωγή	40-45
	Προσαγωγή	10-30
	Εσωτερική στροφή	35-45
	Εξωτερική στροφή	45-50
Γόνατο	Κάμψη	120-150
Ποδοκνημική	Πελματική Κάμψη	20-45
	Ραχιαία κάμψη	15-30
Ώμου	Κάμψη	130-180
	Υπερέκταση	30-80



	<b>Απαγωγή Προσαγωγή Εσωτερική στροφή Εξωτερική στροφή Οριζόντια κάμψη Οριζόντια έκταση</b>	<b>170-180 50 60-90 70-90 135 45</b>
<b>Αγκώνας</b>	<b>Κάμψη</b>	<b>140-160</b>
<b>Κερκιδωλένια</b>	<b>Πρηνισμός Υπτιασμός</b>	<b>80-90 80-90</b>
<b>Αυχενική μοίρα</b>	<b>Κάμψη Υπερέκταση Πλάγια κάμψη Περιστροφή</b>	<b>40-60 40-75 40-45 50-80</b>
<b>Θωρακοσφυϊκή μοίρα</b>	<b>Κάμψη Υπερέκταση Πλάγια κάμψη Περιστροφή</b>	<b>45-75 20-35 25-35 30-45</b>



## **Μυϊκό σύστημα**

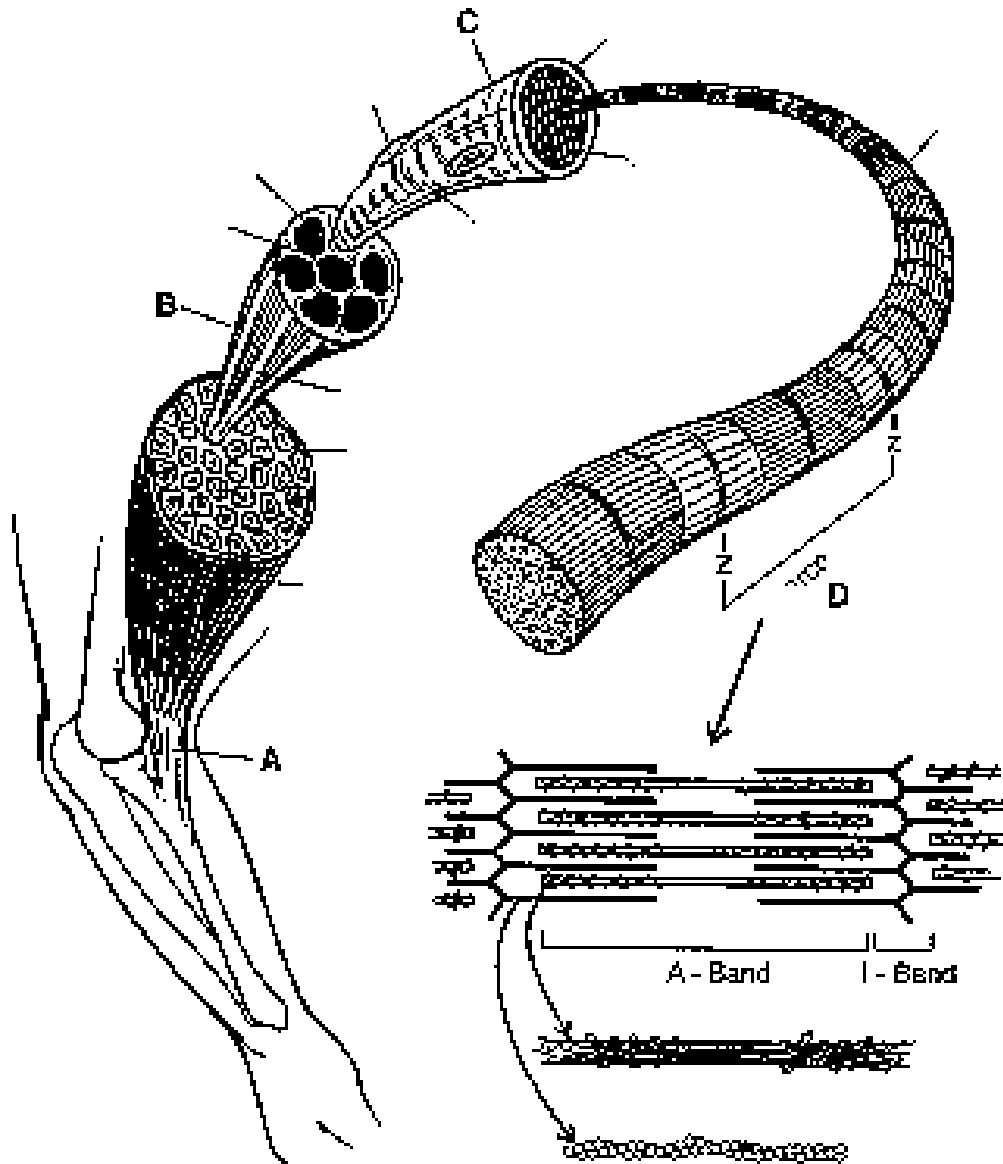
Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από 600 και πλέον σκελετικούς μύες. Οι μύες είναι μαλακά και συσταλτά όργανα με πρωτεϊνική σύσταση.

Στο ανθρώπινο σώμα ο μυϊκός ιστός εμφανίζεται με τρεις μορφές: την μορφή α) των **γραμμωτών μυϊκών ινών**, β) των **λείων μυϊκών ινών** και γ) των **μυϊκών ινών του μυοκαρδίου**.

Οι λείοι μύες είναι κυρίως μύες των εσωτερικών οργάνων του σώματος και νευρώνονται από το αυτόνομο νευρικό σύστημα. Οι γραμμωτοί ή σκελετικοί μύες είναι αυτοί που νευρώνονται από το νευρικό σύστημα, προσφύονται πάνω στα οστά και είναι οι κύριοι παράγοντες της κίνησης των μελών του σώματος.

Τα βασικά μέρη του γραμμωτού μυός είναι η **έκφυση**, η **κατάφυση** και η **γαστέρα**. Η έκφυση είναι το τμήμα εκείνο του μυός το οποίο προσφύεται στο ακίνητο μέρος του εριστικού συστήματος, ενώ η κατάφυση εκφύεται στο κινητό μέρος του εριστικού συστήματος. Η πρόσφυση του μυός στο εριστικό σύστημα πραγματοποιείται διαμέσου του εκφυτικού και καταφυτικού τένοντα (κολλαγόνες ίνες συνδετικού ιστού). Η γαστέρα αποτελεί το κυρίως συσταλτό μέρος του μυός το οποίο βρίσκεται μεταξύ της έκφυσης και της κατάφυσης

Η **γαστέρα** κάθε σκελετικού μυός περιβάλλεται από έναν συνδετικό ιστό, το **επίμυο**, που περικλείει χιλιάδες κυλινδρικά κύτταρα, τις μυϊκές ίνες (βλ. σχήμα 16). Οι ίνες αυτές είναι συγκροτημένες σε δέσμες μυϊκών ινών και κάθε δέσμη που περιλαμβάνει 150 περίπου ίνες, περιβάλλεται επίσης από έναν υμένα συνδετικού ιστού, το **περιμύιο**. Κάθε μυϊκή ίνα ξεχωρίζει από τις γειτονικές με έναν άλλο λεπτό υμένα, το **ενδομύιο** (βλ. σχήμα 16). Η μετάπλαση των μυϊκών κυττάρων σε μυϊκές ίνες, εξυπηρετεί τις βασικές λειτουργίες του μυϊκού ιστού και ειδικότερα τη μυϊκή συστολή.



Σχήμα 16. Η αρχιτεκτονική δομή γραμμωτού μυ και ο μηχανισμός μυϊκής συστολής.

Κάθε μυϊκή ίνα αποτελείται από **μυϊκά ινίδια**. Το μυοϊνίδιο αποτελείται από **σαρκομέρια**, που είναι διατεταγμένα στον επιμήκη άξονα και αποτελούν τη λειτουργική μονάδα του συσταλτικού συστήματος του μυός. Το σαρκομέριο αποτελείται από παχιά και λεπτά μυονημάτια. Τα παχιά νημάτια αποτελούνται από ινώδη πρωτεΐνη η οποία ονομάζεται **μυοσίνη** ενώ τα λεπτά από μια άλλη σφαιρική πρωτεΐνη η οποία ονομάζεται **ακτίνη**. Στις ζώνες του σαρκομέριου όπου υπάρχει επικάλυψη των μυονηματίων ακτίνης και μυοσίνης εμφανίζονται σκουρόχρωμες ζώνες, ενώ αντίθετα ανοιχτόχρωμες ζώνες εμφανίζονται



στις περιοχές μη επικάλυψης. Κατά τη μυϊκή συστολή τα νημάτια αυτά διολισθαίνουν με έναν συγχρονισμένο τρόπο μεταξύ τους βραχύνοντας το σαρκομέριο. Ο μηχανισμός της μυϊκής συστολής παρά τις κάποιες υποθέσεις που έχουν διατυπωθεί παραμένει άγνωστος και βρίσκεται μέχρι σήμερα στο ερευνητικό στάδιο. Σύμφωνα με την επικρατούσα υπόθεση η συστολή του μυός επιτελείται με την ολίσθηση των νηματίων και την δημιουργία **εγκάρσιων γεφυρών**.

### ***Διαδικασία μυϊκής λειτουργίας***

Η διαδικασία της μυϊκής λειτουργίας είναι περιληπτικά η ακόλουθη: Ερέθισμα - Εντολή έναρξης μυϊκής σύσπασης (εγκέφαλος-παραεγκεφαλίδα) - μεταφορά της εντολής δια μέσου του νωτιαίου μυελού στα κινητικά νεύρα και τους νευρικούς άξονες με τελικό αποδέκτη της εντολής το μυ και πιο συγκεκριμένα τα μυϊκά ινίδια που πρέπει να εκτελέσουν την κίνηση. Μια **κινητική μονάδα** αποτελείται από το νευρικό άξονα, τις νευρικές ίνες και τις μυϊκές ίνες που διεγείρονται από το συγκεκριμένο άξονα. Ο αριθμός των μυϊκών ινών μιας κινητικής μονάδας ποικίλει ανάλογα με το είδος των κινήσεων που εκτελούν. Οι μύες των δακτύλων ή των ματιών έχουν λιγότερες και βραχύτερες μυϊκές ίνες, ενώ μεγάλοι μύες όπως αυτοί των ποδιών, έχουν περισσότερες και με μεγαλύτερο μήκος.

Η επιστημονική έρευνα έχει αποδείξει ότι κατά την αύξηση της συχνότητας των ερεθισμάτων παρατηρείται μια ανάλογη αύξηση της μυϊκής τάσης, αν και το μέγεθος της αύξησης της τάσης εξαρτάται από τη συγκεκριμένη συχνότητα. Μυϊκές ίνες μικρότερου μεγέθους απαιτούν χαμηλότερης έντασης ερεθισμάτων για να συσταλθούν. Ανεξάρτητα με το αν το επίπεδο διεγερσιμότητας μιας κινητικής μονάδας είναι υψηλό ή χαμηλό, όταν το ερέθισμα ξεπεράσει το όριο (για την συγκεκριμένη κινητική μονάδα), τότε διεγείρονται όλες οι μυϊκές ίνες που απαρτίζουν την κινητική μονάδα. Εφαρμόζεται ο νόμος του «όλον ή ουδέν».

Ο έλεγχος του συγχρονισμού της συστολής των κινητικών μονάδων αποτελεί σημαντικό παράγοντα στο επίπεδο απόδοσης του ατόμου που εκτελεί τις αντίστοιχες κινήσεις. Κατά την εκτέλεση προγραμμάτων αύξησης της δύναμης έχει παρατηρηθεί αδυναμία συγχρονισμένης συστολής των κινητικών μονάδων. Η συνεχή εξάσκηση και η αθλητική δραστηριότητα αυξάνει σημαντικά την ικανότητα του συγχρονισμού των κινητικών μονάδων.





### **Μορφολογικός και λειτουργικός διαχωρισμός των μυών**

Μορφολογικός διαχωρισμός των μυών (με επίδραση στην λειτουργικότητα του μυός) πραγματοποιείται, ανάλογα με την κατανομή των μυϊκών ινών μέσα στο μυ. Οι μύες διαχωρίζονται σε: **ατρακτοειδείς, ημιπτεροειδείς, πτεροειδείς**. Οι ατρακτοειδείς συσπώνται σε μεγαλύτερο μήκος και είναι συνήθως υπεύθυνοι για κινήσεις μεγάλου εύρους και γρήγορες συσπάσεις, ενώ οι πτεροειδείς για κινήσεις μικρού εύρους αλλά μεγάλης δύναμης.

Ταξινόμηση επίσης μεταξύ των σκελετικών μυϊκών ινών πραγματοποιείται με βάση την ταχύτητα της συστολής (**βραδείας** και **ταχείας** συστολής) και τις μεταβολικές τους ιδιότητες (**Οξειδωτικές** ή τύπος **I**, **οξειδωγλυκολυτικές** ή τύπος **IIα**, και **γλυκολυτικές** ή τύπος **IIβ**). Η αναλογία των διαφόρων ινών (I, IIα, IIβ) διαφέρει για τον ίδιο μυ από άτομο σε άτομο καθώς και στο ίδιο άτομο από μυ σε μυ, οφειλόμενο σε καθαρά γενετικούς παράγοντες.

Είναι λοιπόν προφανές ότι μια μεγάλη αναλογία των οξειδωτικών-ερυθρών (I) μυϊκών ινών, οι οποίες προμηθεύονται ενέργεια χρησιμοποιώντας αερόβια γλυκόλυση, και οι οποίες είναι βραδείας συστολής αλλά μπορούν να δεχθούν ερεθίσματα για μεγάλο χρονικό διάστημα προσδίδουν στο μυ τη δυνατότητα-ιδιότητα αντοχής.

Οι οξειδωτικές ίνες διεγείρονται με ερεθίσματα μικρής έντασης. Αντίθετα μια μεγάλη αναλογία σε ταχείας-οξειδωγλυκολυτικές (IIα, παραγωγή ενέργειας κάτω από αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες) ή γλυκολυτικές (IIβ, παραγωγή ενέργειας κάτω από αναερόβιες διαδικασίες) προσδίδει στο μυ την ικανότητα-ιδιότητα ανταπόκρισης σε μεγάλες επιβαρύνσεις, βραχυπρόθεσμης διάρκειας. Η ενεργοποίηση των IIβ πραγματοποιείται με ερεθίσματα μεγάλης έντασης ενώ των IIα από εντάσεις που καλύπτουν το φάσμα μεταξύ I και IIβ.

Πραγματοποιώντας μυϊκή βιοψία μπορούμε να προσδιορίσουμε την αναλογία του μυός σε μυϊκές ίνες I, IIα, IIβ, και να διαπιστώσουμε τη δυνατότητα του μυός να παρέχει έργο που θα κυριαρχεί η αντοχή ή η δύναμη. Πρέπει να γίνει σαφές ότι η επιλογή των ταλέντων σε κάθε αθλητική δραστηριότητα, πρέπει να λαμβάνει σοβαρά υπόψη τον παράγοντα κατανομή - αναλογία των μυϊκών ινών, εκτός από τους παράγοντες που άπτονται των ψυχολογικών και πνευματικών δυνατοτήτων.

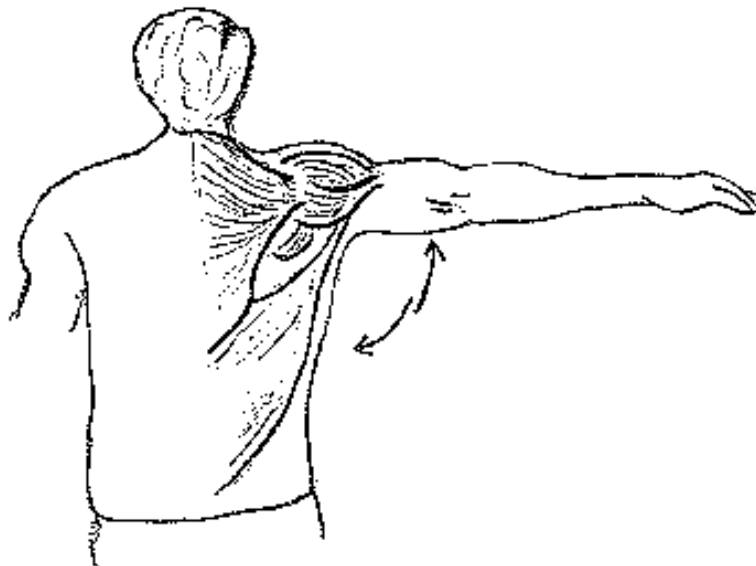


### Βασικές μηχανικές ιδιότητες των μυών

- α) η **ελαστικότητα**, η ιδιότητα του μυός να αυξάνει το μήκος του όταν δεχθεί διέγερση και η επαναφορά του μυός στο αρχικό του μήκος με την αναίρεση της διέγερσης.
- β) η **τονικότητα**, η ιδιότητα του μυός να βρίσκεται σε μερική σύσπαση κατά την φάση της ηρεμίας.
- γ) η **διεγερσιμότητα**, η ιδιότητα του μυός να αντιδρά (αυξομειώνοντας το μήκος του) σε κάθε νευρικό ερέθισμα, ανάλογα με την υφή του ερεθίσματος και τον βαθμό τονικότητας του μυός.
- δ) η **συσταλτικότητα**, η ιδιότητα του μυός να συστέλλεται όταν δεχθεί κάποιο νευρικό ερέθισμα.

### Κατηγοριοποίηση των μυών ανάλογα με την λειτουργία που επιτελούν

Ανάλογα με τα λειτουργικά αποτελέσματα που επιφέρει ένας μυς ή μια ομάδα μυών διακρίνονται σε **καμπτήρες** (π.χ. δικέφαλος βραχιόνιος-καμτήρας του πήχη) **εκτείνοντες** (π.χ. τρικέφαλος βραχιόνιος - εκτείνων τον πήχη), **προσαγωγούς** (π.χ. μέγας προσαγωγός - προσάγει τον μηρό), **απαγωγούς** (δελτοειδείς - απάγει το βραχίονα), **στροφεείς**, **πρηνιστές**, **υπτιαστές**, **ανελκτήρες**.



**Σχήμα 18.** Κατά την απαγωγή του βραχίονα ο Δελτοειδής και ο υπερακάνθιος μυς λειτουργούν ως πρωταγωνιστές της κίνησης, ο πλατύς ραχιαίος μυς λειτουργεί ως



ανταγωνιστής και οι μύες τραπεζοειδής και ελάσσων στρογγύλος ως σταθεροποιοί.

Ανάλογα με τον τρόπο συμμετοχής των μυών ή ομάδων μυών στην κινητική διαδικασία, οι μύες μπορούν να διακριθούν σε (βλ σχήμα 18):

α) **Αγωνιστές** μύες είναι οι κυρίως υπεύθυνοι μύες για τη συγκεκριμένη κίνηση,

β) **Ανταγωνιστές** μύες οι οποίοι κατά την διάρκεια της ενέργειας του αγωνιστή μυ ή της μυϊκής ομάδας χαλαρώνουν σχετικά (η μυϊκή λειτουργία είναι μεγαλύτερη από εκείνη της χαλάρωσης) επιτρέποντας την κίνηση του οστού καθ' όλο το καθορισμένο ανατομικά κινητικό πλάτος της άρθρωσης, ενώ παράλληλα λειτουργούν σαν επιβραδυντές και οριοθέτες της κίνησης.

γ) **Συναγωνιστές** μύες είναι οι συνενεργοί μύες που υποβοηθούν στην πραγμάτωση της κίνησης, και

δ) **Σταθεροποιούς** της άρθρωσης μύες οι οποίοι βοηθούν στο να αποφευχθεί οποιαδήποτε καταστροφή της άρθρωσης.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ III**

### **ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ**

#### **Είδη Μυϊκής λειτουργίας - Διαφοροποιήσεις (έργου-εφαρμογών)**

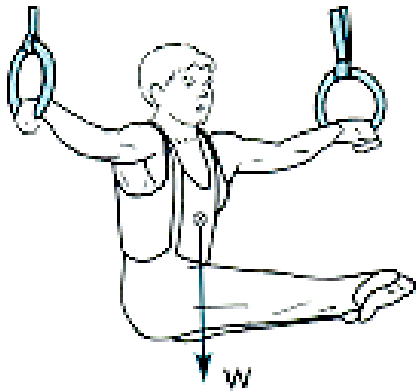
Η βασική λειτουργία των μυών, όπως έχει αναφερθεί, είναι να παράγει την απαιτούμενη δύναμη κίνησης των οστών. Οι δυνάμεις που εξασκούνται από μέλη του ανθρώπινου συστήματος χαρακτηρίζονται **εσωτερικές δυνάμεις**, ενώ οι δυνάμεις που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον (π.χ. δυνάμεις βαρύτητας, αντίδραση εδάφους, δυνάμεις προερχόμενες από άλλα σώματα κ.λ.π) ονομάζονται **εξωτερικές δυνάμεις**. Η εφαρμογή δύναμης από τους μύες στα διάφορα μέλη του σώματος κατά τη διάρκεια των κινήσεων, δεν επιφέρει κάθε φορά το ίδιο αποτέλεσμα καθώς αλλάζουν οι παράμετροι και οι επιβαρύνσεις που επιδρούν στη κίνηση. Έτσι η εφαρμογή μιας ελκτικής δύναμης από τους μύες δεν είναι απαραίτητο να επιφέρει κίνηση στο συγκεκριμένο οστό που εφαρμόζεται, αλλά μπορεί να λειτουργεί ως εξισορροπιστική δύναμη σε μια ίσου μέτρου αλλά αντίθετης φοράς εξωτερική δύναμη (συγκράτηση ενός βάρους). Ανάλογα με τη λειτουργία που πραγματοποιείται, η μυϊκή συστολή μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε: Στατική ή ισομετρική, ισοτονική πλειομετρική (έκκεντρη), ισοτονική μειομετρική (ομόκεντρη), ισοκινητική (έκκεντρη - ομόκεντρη).

#### **Ανάλυση ειδών μυϊκής συστολής :**

α) **Στατική ή ισομετρική** ονομάζεται η μυϊκή δραστηριότητα κατά την οποία η ένταση του μυός που αναπτύσσεται ισούται με την εξωτερική επιβάρυνση ενώ το μήκος του μυός δεν μεταβάλλεται. Κατά την ισομετρική παρατηρείται αύξηση της τάσης στα προσφυτικά σημεία. Το παραγόμενο έργο είναι μηδενικό, λόγω της μη μεταβολής του μήκους του μυός. Η σταθεροποίηση π.χ. του αθλητή της ενόργανης στους κρίκους (βλ. σχήμα 21α) απαιτεί την εφαρμογή ισομετρικής συστολής κυρίως



στις μυϊκές ομάδες που βρίσκονται γύρω από την ωμική ζώνη. Λόγω της απουσίας κίνησης κατά την ισομετρική συστολή, ασκήσεις ισομετρικής συστολής χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση τραυματισμών και την μυϊκή ενδυνάμωση μελών του σώματος που δεν ενδείκνυται η μετακίνησή τους.

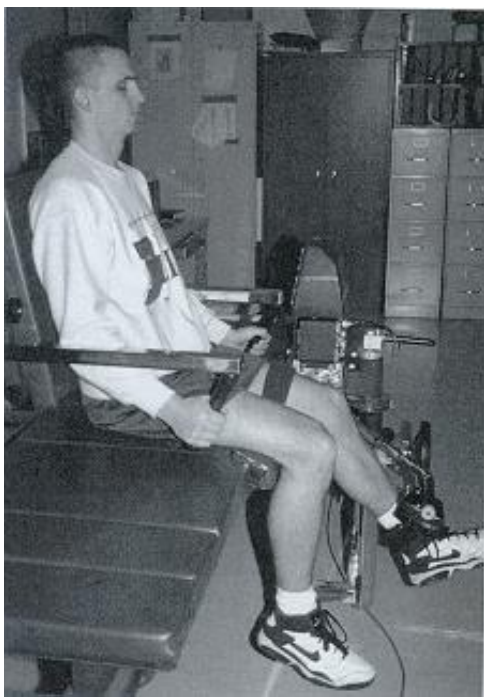


α)



β)

γ)



δ)

**Σχήμα 21.** Εφαρμογές των διαφορετικών μυϊκών λειτουργειών-συστολών : α) ισομετρική συστολή, β) ισοτονική μειομετρική, γ) ισοτονική πλειομετρική, δ) ισοκινητική.



β) **Ισοτονική πλειομετρική** ή έκκεντρη είναι η λειτουργία κατά την οποία η εξωτερική επιβάρυνση είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη η οποία εφαρμόζεται από το μυ (βλ. σχήμα 21γ). Το παραγόμενο έργο είναι αρνητικό, αλλά σε απόλυτους αριθμούς μεγαλύτερο από το παραγόμενο έργο σε οποιαδήποτε άλλο είδος μυϊκής λειτουργίας. Οι ασκήσεις πλειομετρικής επιβάρυνσης χρησιμοποιούνται για την αύξηση της δύναμης και της εκρηκτικής δύναμης. Κατά την πρώτη φάση της πτώσης ενός ατόμου από ένα ύψος, παρά την αντίσταση που προβάλλεται από τις μυϊκές ομάδες που είναι υπεύθυνες για την έκταση της κνήμης, δεν μπορεί να αποφευχθεί η κάμψη της κνήμης προς τον μηρό. Κατά την φάση αυτή, οι εκτείνοντες την κνήμη μύες ελέγχουν την κίνηση, αλλά δεν μπορούν να την αντιρροπίσουν.

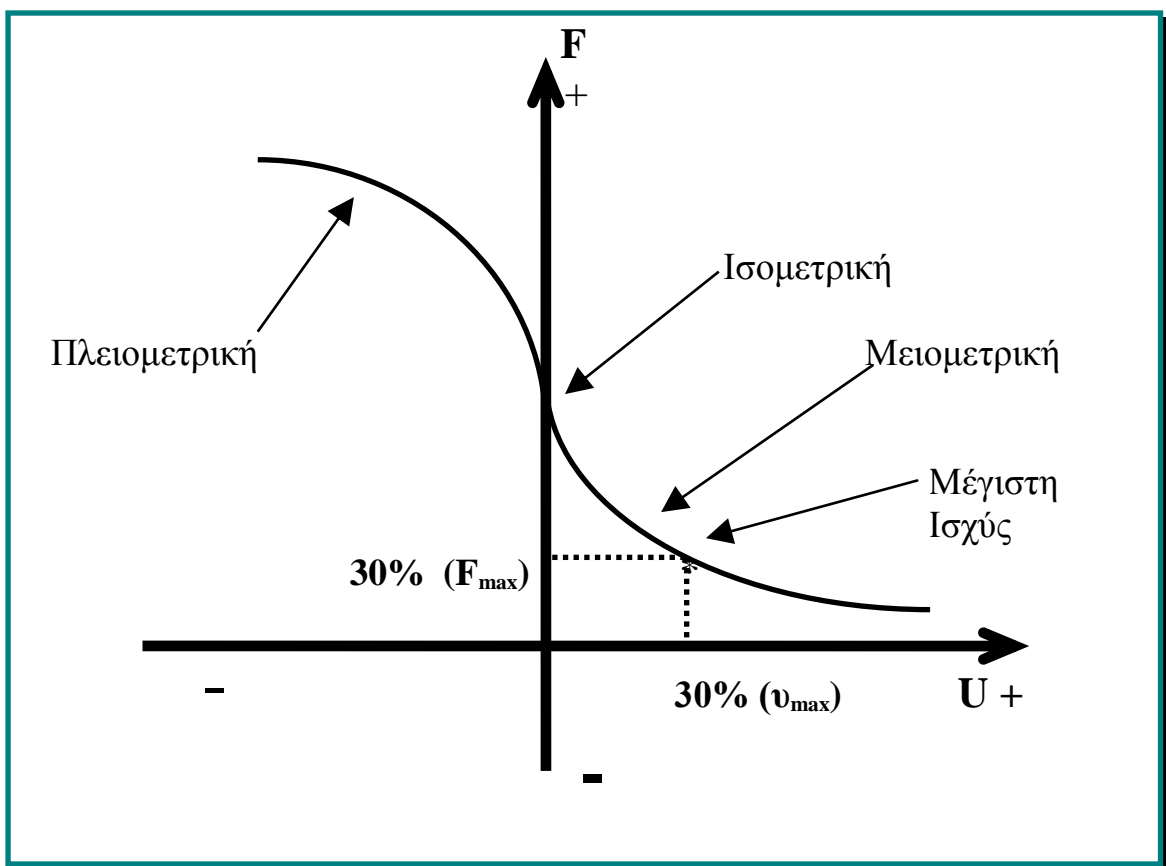
γ) **Ισοτονική μειομετρική** ή σύνκεντρη είναι η λειτουργία κατά την οποία η εξωτερική επιβάρυνση είναι μικρότερη από τη δύναμη η οποία εφαρμόζεται από το μυ (βλ. σχήμα 21β). Το παραγόμενο έργο είναι θετικό. Η ώθηση του σώματος κατά την εκτέλεση άλματος από τους εκτείνοντες την κνήμη και το άκρο πόδι είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μειομετρικής συστολής.

δ) **Ισοκινητική (μειομετρική ή πλειομετρική)** είναι η λειτουργία κατά την οποία το μέλος του σώματος κινείται με σταθερή ταχύτητα ανεξάρτητα της φοράς και του μεγέθους της δύναμης που εφαρμόζεται από το μυ (βλ. σχήμα 21δ). Ισοκινητικές κινήσεις παρατηρούνται με τη χρήση ειδικών μηχανημάτων, που παρουσιάζουν την ικανότητα αυξομείωσης της δύναμης που εφαρμόζουν στο μέλος του σώματος που έρχονται σε επαφή, με σκοπό να κινούν το μέλος αυτό με σταθερή ταχύτητα.

Η λειτουργία των ισοκινητικών μηχανημάτων στηρίζεται στον έλεγχο (μηχανικό ή ηλεκτρονικό) και την αντιρρόπηση της δύναμης που ασκείται από το μέλος του ανθρώπινου σώματος που έρχεται σε επαφή με τον κινητικό άξονα του ισοκινητικού μηχανήματος, με την εφαρμογή μιας ίσης και αντίθετης φοράς δύναμης (βλ. σχήμα 21δ). Κατά την ισοκινητική συστολή όταν η φορά της δύναμης που εφαρμόζεται από το μέλος του σώματος (εσωτερική δύναμη) είναι η ίδια με την φορά κίνησης του ισοκινητικού μηχανήματος, τότε η ισοκινητική συστολή είναι μειομετρική. Στην αντίθετη περίπτωση (φορά εσωτερικής δύναμης αντίθετης με της εξωτερικής), τότε η ισοκινητική συστολή είναι πλειομετρική.



Κατά την αθλητική δραστηριότητα οι διαφορετικές μορφές μυϊκής συστολής δεν παρουσιάζονται απομονωμένες, αλλά αντίθετα εφαρμόζονται συνδυαστικά προκειμένου να ικανοποιήσουν διαφορετικές λειτουργικές ανάγκες. Η εισαγωγή ισομετρικών συστολών σε ένα προπονητικό πρόγραμμα μπορεί να στοχεύει στην αύξηση των παραγόντων που συμβάλουν στην σταθεροποίηση ή στην αποκατάσταση μυϊκών ομάδων μετά από τραυματισμό (πχ. των αρθρώσεων), ενώ η εισαγωγή μειομετρικών και πλειομετρικών συστολών μπορεί να στοχεύει στην αύξηση της μυϊκής απόδοσης και στην ενεργειακή αποθήκευση.



**Σχήμα 22.** Είδη μυϊκής συστολής

### **Μυϊκή δύναμη**

**Μυϊκή δύναμη** ορίζεται το μέγεθος δύναμης που μπορεί να εφαρμόσει το σύστημα μυς-τένοντας σε μία προσπάθεια. Έχοντας σαν δεδομένο ότι μια κίνηση δεν πραγματοποιείται από ένα συγκεκριμένο μυ αλλά από μια ομάδα μυών, η μέτρηση της μυϊκής δύναμης



πραγματοποιείται για το σύνολο των μυών που λαμβάνουν χώρα στην κίνηση. Η μέτρηση της μυϊκής δύναμης για κάθε μυ ξεχωριστά, μπορεί να επιτευχθεί εργαστηριακά με την χρήση ηλεκτρομυογράφων ή μπορεί να εκτιμηθεί (κατά προσέγγιση) με την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και εξειδικευμένων προγραμμάτων.

Σημαντικός παράγοντας του μεγέθους της μετρούμενης μυϊκής δύναμης αποτελεί η γωνία κατά την οποία πραγματοποιείται η μέτρηση (βλ. σχ 20 Κεφ.Π), καθώς και αν οι μύες της μυϊκής ομάδας που πραγματοποιεί την κίνηση τείνει να μειώσει, αυξήσει ή να διατηρήσει το μήκος τους. Η μέγιστη δύναμη που μπορεί να εφαρμοστεί από το μυ είναι ανάλογη της εγκάρσιας τομής του αντίστοιχου μυός όταν βρίσκεται σε ηρεμία (Billeter και Hoppeler, 1996). Οι ασκήσεις δύναμης έχουν ως αποτέλεσμα στην αύξηση της διαμέτρου της εγκάρσιας τομής των μυϊκών ινών ή την υπερτροφία. Σε κάποιες ερευνητικές εργασίες έχει βρεθεί ότι με τις ασκήσεις δύναμης η μεγαλύτερη υπερτροφία παρατηρείται στις II (γρήγορης συστολής) μυϊκές ίνες (Staron et.al, 1989, Andersen and Aagaard, 2000).

### **Μυϊκή ισχύς**

**Μυϊκή ισχύς** ορίζεται η δυνατότητα ενός μυ να παράγει ένα συγκεκριμένο έργο σε κάποιο χρονικό διάστημα. Η ισχύς χρησιμοποιείται ως καθοριστικός δείκτης απόδοσης κυρίως στις δυναμικές αθλητικές δραστηριότητες που ολοκληρώνονται σε μικρά χρονικά διαστήματα, ενώ μειώνεται σημαντικά ο ρόλος που διαδραματίζει σε εκείνες τις δραστηριότητες που απαιτούν αντοχή. Η έρευνα έχει αποδείξει ότι ένας μυς μπορεί να παράγει τη μεγαλύτερη ισχύ, όταν κινηθεί με ταχύτητα που αγγίζει το 30% της μέγιστης ταχύτητας, που μπορεί να αναπτύξει χωρίς επιβάρυνση, εφαρμόζοντας δύναμη που αγγίζει το 30% της μέγιστης ισομετρικής του δύναμης (Astrand και Rodahl, 1977). Πρέπει να επισημανθεί ότι όλοι οι μυς δεν μπορούν να παράγουν το ίδιο μέγεθος μυϊκής ισχύος. Η δυνατότητα του μυός για παραγωγή ισχύος εξαρτάται άμεσα από το είδος των μυϊκών ινών που αποτελούνται και το μήκος του τένοντα του μυός.

Η μυϊκή ισχύς έχει εφαρμογή κυρίως σε αθλητικές δραστηριότητες που απαιτείται η παραγωγή μεγάλης δύναμης σε μικρό χρονικό διάστημα, όπως στο άλμα εις μήκος ή εις ύψος κατά την απογείωση, ή κατά την εκκίνηση δρομικών αγωνισμάτων.

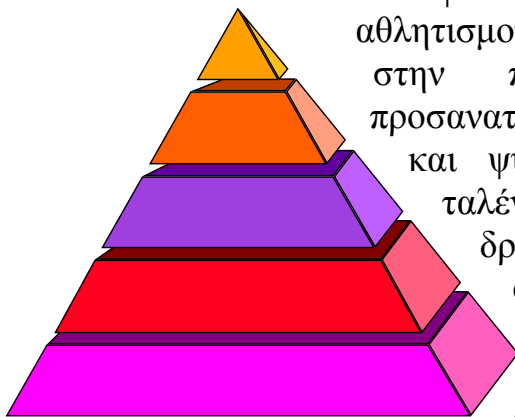




## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI**

### **ΒΙΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΤΑΛΕΝΤΩΝ**

#### **Εφαρμογή της Βιοκινητικής Υποστήριξης στον Προπονητικό Σχεδιασμό του Προγράμματος Ταλέντων**



Η φιλοσοφία των προγραμμάτων αναπτυξιακού αθλητισμού για τα άτομα ηλικίας 8-11 ετών, στοχεύει στην προετοιμασία και τον τεκμηριωμένο προσανατολισμό (βάση σωματομετρικών, βιολογικών και ψυχονοητικών παραμέτρων) των αθλητικών ταλέντων προς μια καθορισμένη αθλητική δραστηριότητα. Με γνώμονα τη βασική φιλοσοφία του αναπτυξιακού αθλητισμού η υλοποίηση της προπόνησης στις αναπτυξιακές ηλικίες των 8-11 ετών, θα πρέπει να περικλείει την πολύπλευρη και συστηματική διαδικασία που θα στοχεύει στη μύηση των αθλητικών επιδεξιοτήτων γύρω από την εκμάθηση βασικών τεχνικών και στη δόμηση μιας ολόπλευρης φυσικής κατάστασης.

Κατά την προπονητική διαδικασία ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί από τους προπονητές, στην εφαρμογή διευρυμένων προπονητικών ερεθισμάτων προερχόμενα από διαφορετικές αθλητικές δραστηριότητες με διαφορετικά ποιοτικά (τεχνικά) και ποσοτικά (μέγεθος επιβάρυνσης) χαρακτηριστικά. Η δημιουργία, για παράδειγμα, προγράμματος άσκησης που θα περιλαμβάνει εκγύμναση με παιγνιώδη μορφή όπως την ενασχόληση με το χάντμπολ (που θα στοχεύει στην αύξηση της δύναμης των κάτω άκρων αλλά παράλληλα περιλαμβάνει τα στοιχεία της κιναισθησης και της ισορροπίας), ή το μπάσκετ (με τα ίδια ποιοτικά χαρακτηριστικά). Επίσης η ένταξη της κολύμβησης στο πρόγραμμα άσκησης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μυϊκής δύναμης των άνω άκρων με παράλληλη αύξηση της ευλυγισίας στην άρθρωση του ώμου (βασική προϋπόθεση για την εκτέλεση αρτιότερης τεχνικής).

Η εφαρμογή μιας μονόπλευρης γύμνασης στους αθλητές της ηλικίας των 8-11 ετών με στόχο την εξειδίκευση, μπορεί να επιφέρει μια μονόπλευρη δόμηση του μυοσκελετικού συστήματος, με αποτέλεσμα την



αδυναμία προσέγγισης στο μέλλον της ανώτερης δυνατής απόδοσης, καθώς και μείωση του ενδιαφέροντος για μακρόχρονη ενασχόληση με την συγκεκριμένη αθλητική δραστηριότητα.

Η μεγιστοποίηση της αθλητικής απόδοσης αποτελεί το συγκερασμό διαφόρων παραγόντων, που μπορούν να διαφέρουν από αθλούμενο σε αθλούμενο, ακόμη και αν το τελικό αποτέλεσμα είναι ακριβώς το ίδιο. Η αντιστάθμιση για παράδειγμα της έλλειψης μυϊκής δύναμης μπορεί να πραγματοποιηθεί από την άρτια τεχνική. Γι' αυτό το λόγο, είναι πολύ σημαντικό να καθορίσουμε και να ενεργοποιήσουμε ολοκληρωτικά τις δυνατότητες κάθε ατόμου. Όσο πιο καθαρά αναγνωρίζονται τα προτερήματα, οι αδυναμίες και οι ιδιαιτερότητες ενός αθλητή, τόσο πιο εύκολα μπορούμε να επιτύχουμε το στόχο μας. Ειδικότερα τα παιδιά ηλικίας 8-11 ετών έχουν τη δυνατότητα να αφομοιώνουν και να προσαρμόζουν την εκτέλεση των κινήσεων ανάλογα με τις απαιτήσεις των αθλητικών δραστηριοτήτων που καλούνται να πραγματοποιήσουν.

Το φάσμα της βιοκινητικής παρέμβασης που καλείται να υλοποιήσει ο προπονητής σε συνεργασία με τον εξειδικευμένο Βιοκινητικό μπορεί να εστιασθεί:

### **Βιοκινητική παρέμβαση με στόχο την τεχνική βελτίωση ανάλογα με τις παρατηρούμενες ανατομικές ιδιαιτερότητες των παιδιών**

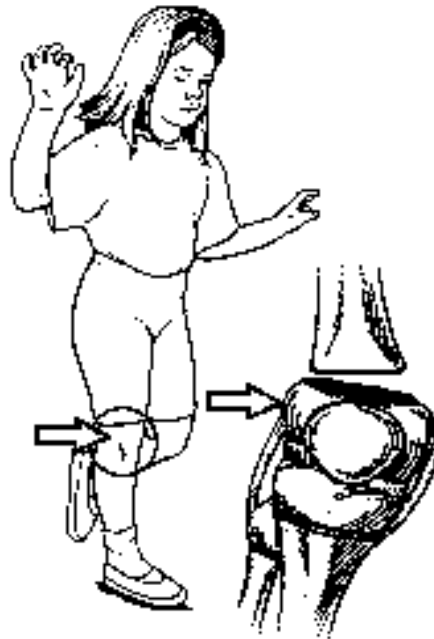
#### ***Διαφοροποιήσεις στο εριστικό σύστημα***

Με την πάροδο της ηλικίας τα οστά του σκελετού αλλάζουν σύσταση η οποία εξαρτάται από τις λειτουργικές επιβαρύνσεις, από τη διατροφή και από άλλους παράγοντες (κληρονομικοί, παθολογικοί κ.λ.π). Τα οστά των μικρών παιδιών, περιέχουν μεγαλύτερο ποσοστό οργανικών ουσιών και κατά συνέπεια είναι πιο ελαστικά, αλλά χαρακτηρίζονται από μικρότερη αντοχή σε σχέση με τα οστά των ηλικιωμένων (το αντίθετο συμβαίνει με τους ηλικιωμένους). Η διαδικασία της σκελετικής οστεοποίησης ολοκληρώνεται μεταξύ της ηλικίας των 22 και 28 ετών, καθορίζοντας και το τέλος της ανάπτυξης ενός ατόμου σε ύψος.

Το σχήμα των οστών καθώς και η κατασκευή τους είναι τέτοια ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στις διάφορες



λειτουργίες του σώματος (βλ. ΚΕΦ 2). Η αρχιτεκτονική των οστών της ωμικής ζώνης και των κάτω άκρων ενός πυγμάχου και ενός κολυμβητή είναι διαφορετική. Οι συνεχείς ποικιλότητες επιβαρύνσεις, κατά την διάρκεια της προπονητικής διαδικασίας, διαφορετικού μεγέθους επιβάρυνσης και διαφορετικής έμφασης (έμφαση στην εκγύμναση διαφορετικών μυϊκών ομάδων σε κάθε άθλημα, που παίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο), επιφέρουν ανάλογες μορφοποιήσεις στην αρχιτεκτονική των οστών. Είναι έκδηλος λοιπόν ο λόγος για τον οποίο η ενασχόληση με την αθλητική δραστηριότητα δεν θα πρέπει να ξεκινά μετά την ηλικία της μορφοποίησης της αρχιτεκτονικής των οστών του αθλουμένου (περίπου 14-15 ετών). Επίσης το γεγονός της διαφοροποίησης των επιβαρύνσεων παρέχει μια σαφή εξήγηση στο αν ενδείκνυται η μεταπήδηση ενός αθλητή π.χ κολύμβησης στο άθλημα της ποδηλασίας. Οι δύο προαναφερόμενες αθλητικές δραστηριότητες δεν επιβαρύνουν τις ίδιες μυϊκές ομάδες και κατά συνέπεια και τα ίδια μέλη του εριστικού συστήματος, με αποτέλεσμα να ενέχει η αλλαγή της αθλητικής δραστηριότητας τον κίνδυνο τραυματισμού ή και μη μεγιστοποίησης της απόδοσης του αθλητή.



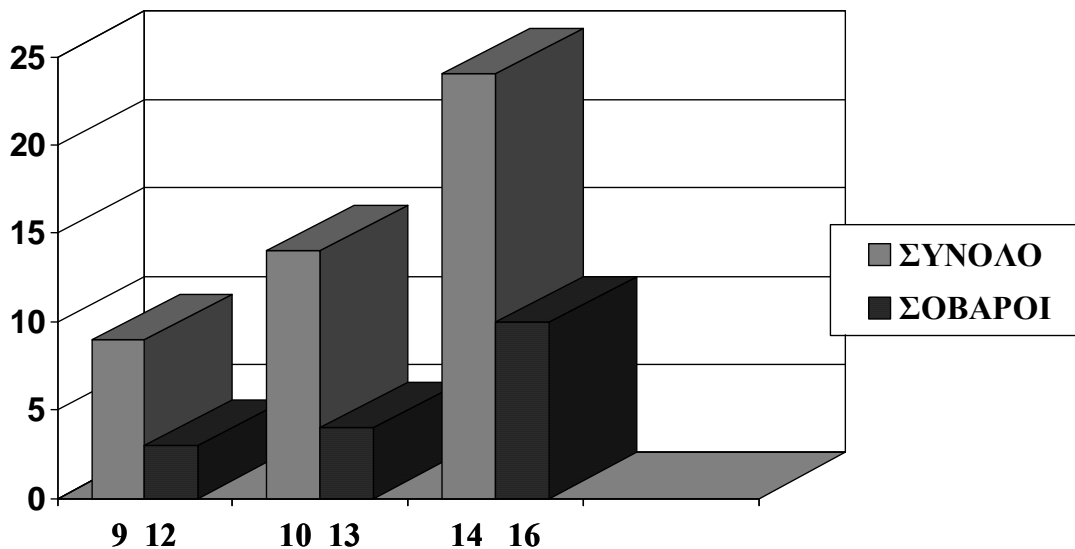
**Σχήμα 54.** Οι μεγάλες επιβαρύνσεις μπορεί να επιφέρουν σοβαρούς τραυματισμούς στο εριστικό σύστημα των παιδιών.

Ο βαθμός ανταπόκρισης του εριστικού συστήματος στις επιβαρύνσεις που δέχεται εκτός από τον παράγοντα της διαμόρφωσης της αρχιτεκτονικής του οστού και της αθλητικής δραστηριότητας,



καθορίζεται και από τους εξής παράγοντες: τη βιολογική ηλικία του ατόμου, τον τύπο του οστού, την ορμονική λειτουργία, το μέγεθος και τη διάρκεια της επιβάρυνσης. Υπογραμμίζεται ότι μεταξύ της συστηματικής επιβάρυνσης των οστών και του περιεχομένου τους σε άλατα ασβεστίου υπάρχει σημαντική σχέση. Αυτό σημαίνει ότι το περιεχόμενο του ασβεστίου στα οστά αυξάνεται με την ανάλογη αύξηση των επιβαρύνσεών τους από τις έντονες ασκήσεις.

### ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΑΝΑ ΗΛΙΚΙΑ



**Σχήμα 55.** Το ποσοστό των τραυματισμών λόγω της αθλητικής δραστηριότητας σε σύγκριση με το σύνολο των τραυματισμών στις τρεις ηλικιακές περιόδους

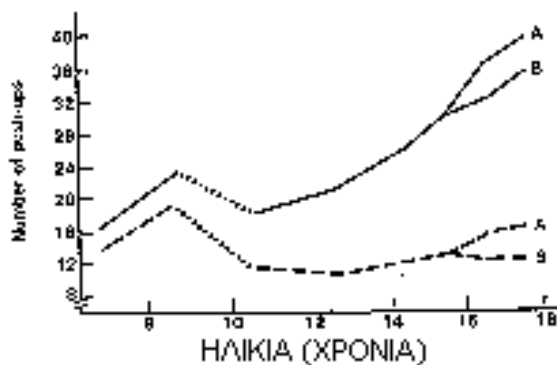
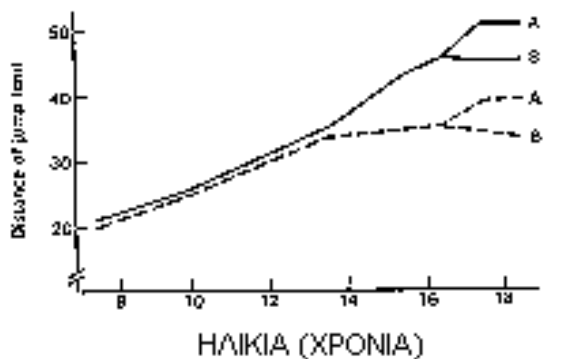
Κατά τη σχεδίαση της προπόνησης δεν θα πρέπει το παιδί να θεωρείται ένας μικρός ενήλικας διότι υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ της ωρίμανσης του εριστικού συστήματος ενός έφηβου ή ενήλικα με εκείνης των παιδιών ηλικίας 8 μέχρι 11 χρονών. Αυτό σημαίνει πως οι επιβαρύνσεις που εφαρμόζουμε στο παιδί πρέπει να είναι αντίστοιχες με τη δυνατότητα αποδοχής της επιβάρυνσης του εριστικού, μυϊκού συστήματος και των συνδετικών ιστών (Meyers, 1995). Σε αντίθετη περίπτωση (υπέρμετρα και παρατεταμένη επιβάρυνση), σε συνδυασμό με



τη μορφολογία του εδάφους (τσιμεντένιο δάπεδο, επιστρώσεις από χαλίκι), μπορεί να επιφέρει τραυματισμούς που θα αποτελέσουν ανασταλτικό παράγοντα στην περαιτέρω αναπτυξιακή πορεία του αθλητικού ταλέντου.

### Διαφοροποίηση της μυϊκής απόδοσης ανάλογα με το φύλο

Κατά τον σχεδιασμό των προγραμμάτων για τις αναπτυξιακές ηλικίες, ένα βασικό ερώτημα που γεννάται είναι κατά πόσο τόσο τα αγόρια όσο και τα κορίτσια μπορούν να ανταποκριθούν το ίδιο ικανοποιητικά σε προπονητικά ερεθίσματα-επιβαρύνσεις. Ποιο συγκεκριμένα τα ερωτήματα που τίθενται είναι: α) αν θα πρέπει οι επιβαρύνσεις σε ένα προπονητικό πρόγραμμα να είναι διαφορετικές για τα δύο φύλα και β) αν ναι σε ποιες περιπτώσεις; Πρόσφατες μελέτες (Crasselt, 1991) απέδειξαν ότι στις ηλικίες 8-12 (και σε πολλές περιπτώσεις μέχρι την ηλικία των 14 ετών) η μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων είναι σχεδόν του ίδιου μεγέθους και στα δύο φύλα (55α). Το ίδιο όμως δεν παρατηρείται για την μυϊκή δύναμη των άνω άκρων (Crasselt, 1991), όπου εκεί υπάρχει μια σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων (55β).



**Εικόνα 55.**

**Σχήμα (α):** Η μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων εμφανίζεται να έχει το ίδιο μέγεθος και στα δύο φύλα μέχρι την ηλικία των 14 χρονών (δοκιμασία κάθετου άλματος).

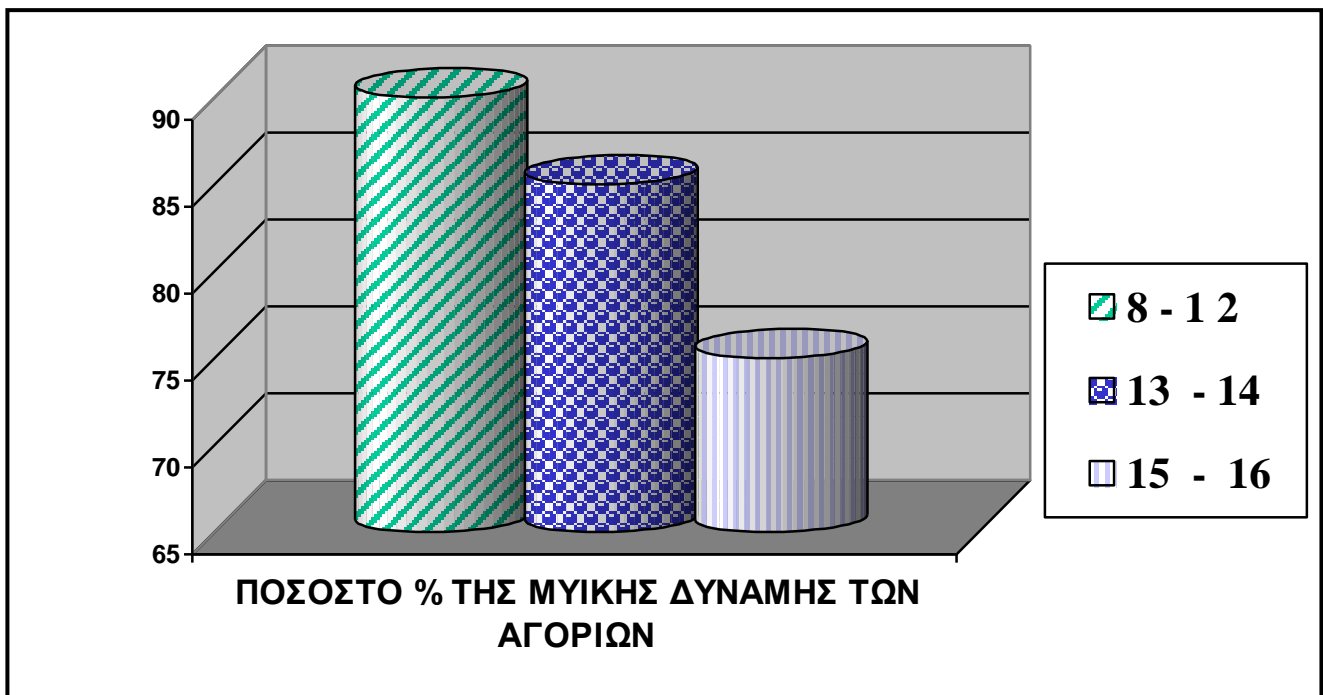
**Σχήμα (β):** Αντίθετα η μυϊκή δύναμη των άνω άκρων εμφανίζει σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων σε οποιαδήποτε ηλικία (δοκιμασία κάμψεων-εκτάσεων στην αρθρωση του αγκώνα).



Τα αποτελέσματα των ερευνών θα πρέπει να κατευθύνουν τον προπονητή, κατά την διαμόρφωση ενός προπονητικού προγράμματος αναπτυξιακών ηλικιών, σε κάθε περίπτωση όπου τα προπονητικά ερεθίσματα-επιβαρύνσεις εφαρμόζονται ή εστιάζονται κυρίως στα άνω άκρα θα πρέπει να υπάρχει σαφής διαφοροποίηση των επιβαρύνσεων για κάθε φύλο στον προπονητικό μικρόκυκλο.

Το αντίθετο σε κάθε περίπτωση που το προπονητικό ερέθισμα-επιβάρυνση εφαρμόζεται ή εστιάζεται κυρίως στα κάτω άκρα καμία ειδική μέριμνα δεν χρειάζεται για το μέγεθος της επιβάρυνσης που θα εφαρμόσουμε στον αθλούμενο ανεξαρτήτου φύλου

Η διαφοροποίηση της μυϊκής δύναμης στα δυο φύλα ανάλογα με την ηλικία εμφανίζεται στο σχήμα 56.



**Εικόνα 56.** Η μυϊκή δύναμη των κοριτσιών σε ποσοστιαία συσχέτιση με της αντίστοιχης των αγοριών σε διαφορετικές ηλικιακές περιόδους



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII**

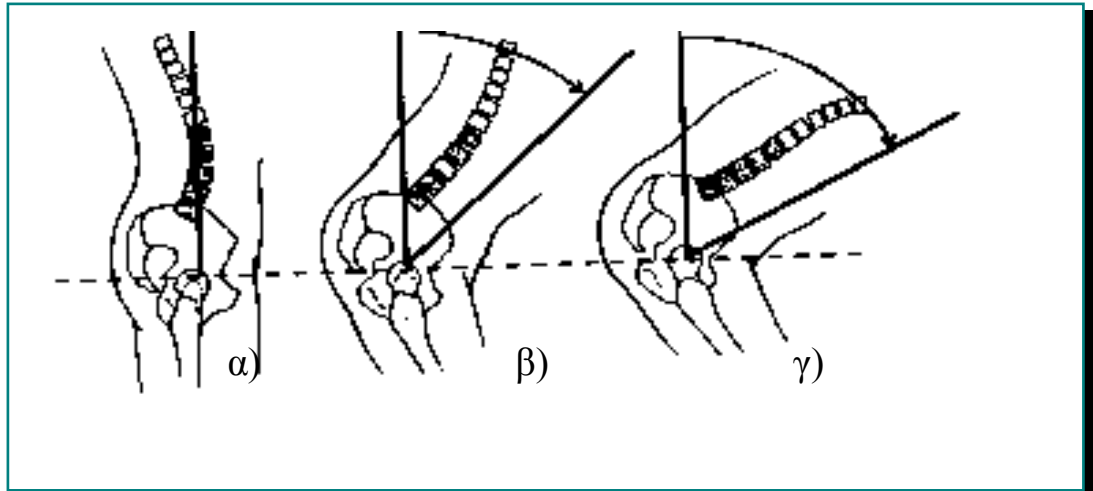
### **ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ**

Η επιλογή της μορφής των ασκήσεων που εφαρμόζονται στους αθλούμενους κατά την διάρκεια μιας προπονητικής μονάδας, που έχουν σαν στόχο είτε στην αύξηση της ταχοδύναμης, είτε σε αύξηση του εύρους των κινήσεων (ευκαμψίας), είτε στον έλεγχο της ισορροπίας του σώματος (σε συσχέτιση με την θέση του κέντρου βάρους του σώματος σε κάθε κίνηση) πρέπει να πραγματοποιείται λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη, εκτός από τις μυοσκελετικές ιδιαιτερότητες των παιδιών, τη λειτουργική ανατομική του μυοσκελετικού συστήματος και την κατάσταση των μυϊκών ομάδων κατά την εκτέλεση των ασκήσεων.

Ασκήσεις που περιέχουν κινήσεις που δεν εναρμονίζονται με τις ανατομική λειτουργία του μυοσκελετικού συστήματος ενέχουν τον κίνδυνο τραυματισμού και μείωσης της απόδοσης.

Επίσης η ενεργητική προθέρμανση όλων των μυϊκών ομάδων για χρονική περίοδο που καθορίζεται κάθε φορά από το είδος και το μέγεθος επιβάρυνσης της προπόνησης που ακολουθεί (και η οποία δεν θα είναι μικρότερη των δεκαπέντε λεπτών) μπορεί να περιλαμβάνει απλές ασκήσεις προοδευτικής έντασης ή και κάποιο παιχνίδι προσφιλές στους αθλητές.

Οι πιέσεις-επιβαρύνσεις που δέχονται οι οσφυϊκοί σπόνδυλοι κατά την κάμψη του κορμού από την όρθια στάση (ιδιαίτερα όταν πραγματοποιείται με τα πόδια τεντωμένα) αυξάνεται σημαντικά με την αύξηση της γωνίας ως προς τον κάθετο άξονα (βλέπε σχήμα 58.)



**Σχήμα 58.** Η επιβάρυνση στην Οσφυϊκή μοίρα αυξάνεται σημαντικά κατά την κάμψη του κορμού.



ποιοτικά αποτελέσματα.

Αν υποθέσουμε ότι σκοπός της άσκησης των κάμψεων του κορμού είναι η διάταση των καμπτηρών μυών των κάτω άκρων ή η αύξηση του κινητικού πλάτους της άρθρωσης του ισχίου, τότε η ίδια άσκηση μπορεί να πραγματοποιηθεί από την εδραία θέση (αρχική θέση: 90° κάμψη του κορμού) με τα ίδια

Η μείωση της επιβάρυνσης είναι σημαντική και συμβάλλει στην μείωση του κινδύνου τραυματισμού της οσφυϊκής μοίρας (διολίσθηση σπονδύλου με πίεση νωτιαίου μυελού ή νεύρων).

Εναλλακτικές ασκήσεις οι οποίες στοχεύουν κύρια στη διάταση των οπίσθιων καμπτήρων παρατίθενται στην συνέχεια:

