Τ.Ε.Φ.Α.Α. Α.Π.Θ.
Τομέας Αγωνιστικών Αθλημάτων

ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΩΝ ΗΛΙΚΙΩΝ

Κοτζαμανίδης Χ.
Συνεργαζόμενη Ομάδα: Μιχαηλίδης Χ, Χατζητάκη Β. , Παπαδοπούλου Σοφία, Χατζόπουλος Δ., Μπάσσα Ε, Πατίκας Δ,Παράσχος Η, Χατζηκωτούλας Κ., Τσιαδήμας Χ

Θεσσαλονίκη 2010

Κεφάλαιο 1	*Η Δύναμη*

Μπάσσα Ελένη Ph.D.

Δύναμη είναι η ικανότητα του μυϊκού συστήματος να συγκρατεί, να ξεπερνά ή να ανθίσταται σε εξωτερικές αντιστάσεις.

Η ικανότητα αυτή ανάλογα με την συμμετοχή των μυϊκών ομάδων διακρίνεται σε:

- *Πολυαρθρική* όταν η δύναμη που παράγεται είναι αποτέλεσμα συμμετοχής των μυών τουλάχιστον δύο αρθρώσεων.
- *Μονοαρθρική* όταν η δύναμη παράγεται από τους μυς μίας άρθρωσης.
- *Απλή μυϊκή* όταν η παραγόμενη δύναμη είναι αποτέλεσμα της σύσπασης ενός απομονωμένου μυός.

Στην προπονητική διαδικασία δυνατότητα άσκησης παρουσιάζει η πρώτη και η δεύτερη περίπτωση ενώ η τρίτη διερευνάται μόνο εργαστηριακά.

Ανάλογα με τον τύπο σύσπασης του μυός η δύναμη διακρίνεται σε:

- *Έκκεντρη* ή *Πλειομετρική*, όταν ο μυς συσπώμενος διατείνεται (αυξάνει το μήκος του), παρατηρείται κίνηση στην άρθρωση και ανθίσταται στις εξωτερικές αντιστάσεις.
- *Ισομετρική* ή *στατική*, όταν κατά τη διάρκεια της σύσπασης το μήκος του μυός δεν μεταβάλλεται, δεν παρατηρείται κίνηση στην άρθρωση και ο μυς μπορεί να συγκρατεί τις εξωτερικές αντιστάσεις.
- *Σύγκεντρη* ή *μειομετρική*, όταν ο μυς συσπώμενος μειώνει το μήκος του, παρατηρείται κίνηση στην άρθρωση και ο μυς ξεπερνά τις εξωτερικές αντιστάσεις.

Από τη σύγκριση των τριών τύπων σύσπασης διαπιστώθηκε ότι η παραγωγή δύναμης είναι μεγαλύτερη κατά την έκκεντρη σύσπαση σε σύγκριση με την ισομετρική. Η δε ισομετρική παραγωγή δύναμης είναι μεγαλύτερη της μειομετρικής παραγωγής δύναμης.

Η έκκεντρη δύναμη παράγεται μηχανικά, χωρίς τον βουλητικό σχεδιασμό του ασκούμενου. Αυτό παρατηρείται σε περιπτώσεις που οι εξωτερικές αντιστάσεις είναι μεγαλύτερες της μέγιστης βουλητικής δύναμης. Η ισομετρική και η μειομετρική δύναμη είναι αποτέλεσμα βουλητικής παρέμβασης και γι' αυτό μπορούν να ταξινομηθούν ως:

- Η Μέγιστη Ισομετρική Δύναμη
- Η Μέγιστη Μειομετρική ή Σύγκεντρη Δύναμη μπορεί να χαρακτηρισθεί ως *Μέγιστη Δυναμική Δύναμη* (ΜΔΔ) και υπολογίζεται με την αντίσταση (βάρος) που μπορεί ένα άτομο να ξεπεράσει σε μία μόνο ολοκληρωμένη επανάληψη. Επίσης συναντάται και ως 1 RM

Υπάρχει ακόμα μία κατηγορία δύναμης, η *ισοκινητική*. Κατά την ισοκινητική παραγωγή δύναμης η μυϊκή σύσπαση συνοδεύεται από σταθερή ταχύτητα κίνησης του μέλους γύρω από την άρθρωση. Η ισοκινητική δύναμη (ροπή) αξιολογείται μέσω ειδικών μηχανημάτων που λέγονται ισοκινητικά δυναμόμετρα. Διακρίνεται σε έκκεντρη και σύγκεντρη ισοκινητική δύναμη.

Μία άλλη ταξινόμηση της δύναμης είναι η έννοια της απόλυτης και σχετικής δύναμης. Η δύναμη εξαρτάται από τα ανθρωπομετρικά μεγέθη και ειδικότερα από τη μυϊκή μάζα. Για την ακριβέστερη αξιολόγησή της εκφράζεται ως προς κάποιο ανθρωπομετρικό μέγεθος (π.χ. ύψος, μάζα σώματος, άλιπη μάζα σώματος ή μυϊκή μάζα). Έτσι η δύναμη λέγεται

- *Απόλυτη* όταν δεν εκφράζεται ως προς κάποιο ανθρωπομετρικό μέγεθος.
- *Σχετική*, όταν εκφράζεται ως προς κάποιο ανθρωπομετρικό μέγεθος. Αυτό μπορεί να είναι το υψος,το βάρος, η αλιπη μυική μάζα, η μάζα μυός.

Ο πιο αντικειμενικός δείκτης για την αξιολόγηση της σχετικής δύναμης είναι η μυϊκή μάζα και ο μυικός ογκος που υπολογίζονται ή με μαγνητική τομογραφία ή με βιοψία.

Η δύναμη έχει κάποιες ιδιότητες οι οποίες σχετίζονται με εξωτερικούς παράγοντες:

- Σχέση δύναμης – χρόνου, η οποία καθορίζει και την εκρηκτικότητα. Η εκρηκτικότητα εκφράζει τον ρυθμό που αναπτύσσεται η δύναμη στη μονάδα του χρόνου και εκφράζεται σε Nt/sec ή kg/sec. Καθώς η

εκρηκτικότητα επηρεάζεται από την ταχύτητα σύσπασης του μυός, εκρηκτική κίνηση είναι αυτή η οποία εκτελείται πολύ γρήγορα.

- Η εκρηκτικότητα εξαρτάται από την ισχύ που παράγει ο μύς. Η μεγαλύτερη ισχύς παράγεται όταν ο μύς συσπάται στο 30% της ΜΒΔ κινούμενος με το 30% περίπου της μέγιστης ταχύτητας.
- Σχέση δύναμης – ταχύτητας: Κατά τη διάρκεια της μειομετρικής σύσπασης όσο αυξάνεται η ταχύτητα τόσο μειώνεται η δύναμη και αντίστροφα. Αντίθετα, στην πλειομετρική σύσπαση όσο αυξάνεται η ταχύτητα, αυξάνεται και η δύναμη. Αυτή η μεταβολή δεν ισχύει για συνεχείς μεταβολές της ταχύτητας γιατι μετα από κάποιο σημείο η αυξηση της δύναμης σταθεροποιείται.

1.2. Ανάπτυξη της δύναμης στην προεφηβική ηλικία

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη δύναμης είναι

- Ηλικία και φύλο
- Μέγεθος σώματος
- Ορμονικές επιρροές
- Γενετικό σύστημα
- Νευρομυϊκός μηχανισμός
- Αρχιτεκτονική του μυός
- Μηχανικές ιδιότητες του μυός

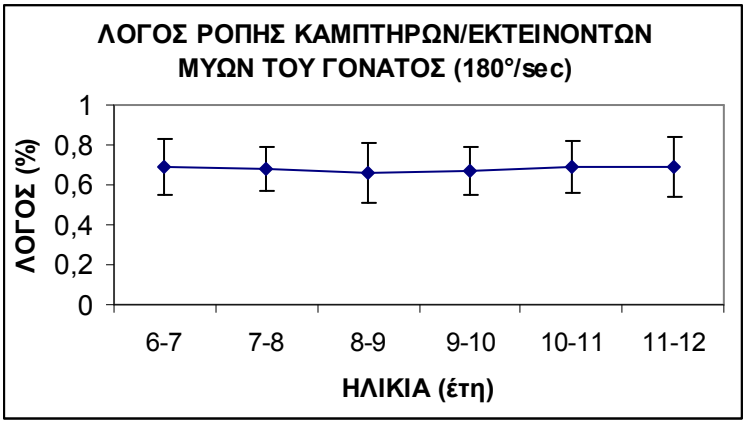
Ηλικία και φύλο

Έχει διαπιστωθεί ότι η δύναμη αυξάνεται προοδευτικά με την ηλικία μέχρι και την ενηλικίωση (Blimkie, 1989; Clarke & Degutis, 1962; Davies, 1985; Faust, 1977). Στα κορίτσια η δύναμη αυξάνεται γραμμικα μέχρι την εναρξη της εφηβείας και κατόπιν συνεχίζει να αναπτύσσεται λίγο μετα την εφηβεία χωρίς σαφείς ενδείξεις κορύφωσης της δύναμης (δηλ. αλματώδους βελτίωσης της δύναμης με την είσοδο στην εφηβεία) (Asmussen, 1973; Malina, 1986a; Parker et al., 1990). Αντίθετα, στα αγόρια η δύναμη αυξάνεται γραμμικά με την ηλικία μέχρι τα 13-14 χρόνια ενώ παρατηρείται μια κορύφωση μετά την είσοδο στην εφηβεία δηλ. λίγο μετά την αντίστοιχη

κορύφωση του ύψους (Asmussen, 1973; Faust, 1977; Jones, 1949; Kaneko et al., 1987; Malina 1975; Parker et al., 1990).

Κατά την παιδική ηλικία, τα αγόρια σε απόλυτες τιμές δύναμης υπερέχουν ελαφρά των κοριτσιών και η υπεροχή αυτή γίνεται σημαντική μετά το εφηβικό άλμα (Alexander & Molnar, 1973; Asmussen, 1973; Jones, 1949; Malina & Bouchard, 1991; Molnar & Alexander, 1973). Τα αγόρια μετά την είσοδο στην εφηβεία υπερέχουν των κοριτσιών στο μήκος μελών και στον όγκο της μυϊκής μάζας (Asmussen, 1973; Carron & Bailey, 1974) ιδιαίτερα των άνω άκρων, δεδομένο που εξηγεί και τις χαμηλότερες τιμές δύναμης των άνω άκρων στις γυναίκες σε σχέση με τους άνδρες και στη φάση της ενηλικίωσης (Beunen, 1988).

Τα κορίτσια έχει διαπιστωθεί ότι προσεγγίζουν σε απόλυτες τιμές το 50% της τελικής τους μέγιστης δύναμης (δηλ. της δύναμης τους ως ενήλικες) στην ηλικία των 10 ετών ενώ τα αγόρια στην ηλικία των 12 ετών. Για τα αγόρια έχει επίσης αναφερθεί (Bassa et al., 2000a) ότι στην ηλικία των 12 ετών, τόσο έκκεντρα όσο και σύγκεντρα, η ισοκινητική τους ροπή σε τρεις διαφορετικές ταχύτητες προσεγγίζει ένα ποσοστό 38-45% της ροπής των ενηλίκων.



Γράφημα 1.1: Λόγος ισοκινητικής ροπής καμπτήρων/εκτεινόντων μυών του γόνατος στη γωνιακή ταχύτητα των 180°/sec (Bassa et al 2005)

Διαφοροποίηση ανάπτυξης της δύναμης ανά μυϊκή άρθρωση

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ανάπτυξη της δύναμης ανά μυϊκή ομάδα. Έχει παρατηρηθεί ότι η δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων μυών

(Γαστροκνήμιοι, πελματιαίοι) της ποδοκνημικής άρθρωσης αναπτύσσεται με γρηγορότερους ρυθμούς σε σχέση με τους ραχιαίους εκτείνοντες της ίδιας άρθρωσης (Πρόσθιοι κνημιαίοι μύες) (Kanehisa et al., 1995b) και η δύναμη των καμπτήρων μυών του αγκώνα αυξάνεται με γρηγορότερους ρυθμούς από τη δύναμη των εκτεινόντων (Kanehisa et al., 1995a). Για τους ρυθμούς ανάπτυξης της δύναμης των μυών του γόνατος υπάρχουν διαφοροποιημένες αναφορές. Σύμφωνα με παλαιότερες μελέτες ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης των εκτεινόντων μυών είναι μεγαλύτερος από αυτόν των καμπτήρων μυών του γόνατος (Alexander & Molnar, 1973; Molnar & Alexander, 1973). Αντίθετα, πιο πρόσφατες έρευνες των Kanehisa et al. (1995a) και Μπάσσα (αδημοσίευτα δεδομένα), για αγόρια 7-18 και 6-12 ετών αντίστοιχα, (που έλαβαν υπ' όψιν τους τη βαρύτητα), δεν διαπίστωσαν καμιά διαφοροποίηση στον ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης των ανταγωνιστών μυών του γόνατος με την πρόοδο της ηλικίας.

Επίδραση μεγέθους σώματος

Τα ανθρωπομετρικά μεγέθη επηρεάζουν την παραγωγή δύναμης. Παρακάτω θα αναλυθεί η επίδραση του ύψους, της σωματικής μάζας, της συνολικής άλιπης μάζας σώματος και της μυϊκής μάζας στην παραγωγή της δύναμης**.**

Ύψος

Οι συσχετίσεις δύναμης και ύψους για τα αγόρια είναι γενικά σημαντικές αλλά χαμηλές στην παιδική ηλικία (Asmussen et al., 1959), αυξάνονται σε μέτριες στην προεφηβική περίοδο και χαμηλώνουν στην εφηβεία (Clarke, 1971). Στα κορίτσια η συσχέτιση είναι μέτρια στην παιδική ηλικία, αυξάνεται λίγο πριν την προεφηβεία, ενώ κατά την εφηβεία πέφτει σε χαμηλά ως ασήμαντα επίπεδα (Faust, 1977). Γενικά η κορύφωση της δύναμης εμφανίζεται μετά την κορύφωση του ύψους και για τα δύο φύλα (Froberg & Lammert, 1996) αλλά σε ένα μεγάλο ποσοστό κοριτσιών έχει παρατηρηθεί πριν την αντίστοιχη κορύφωση του ύψους τους (Faust, 1977).

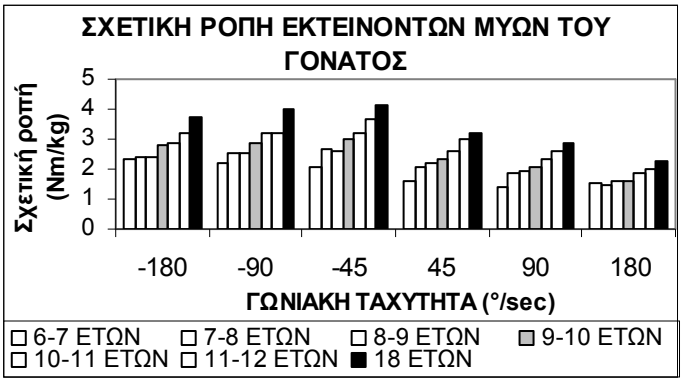
Σωματική Μάζα

Η σωματική μάζα εκφράζει έμμεσα και την αύξηση της μυϊκής μάζας. Δεν αποτελεί όμως αντικειμενικό δείκτη μυϊκής μάζας γιατί εμπεριέχει και αλλά συστατικά που δεν συμβάλουν στην παραγωγή δύναμης (λίπος, οστά, συνδετικό ιστό κλπ.). Συσχετίσεις ηλικίας, δύναμης και σωματικής μάζας είναι γενικά θετικές και χαμηλές ως μέτριες και για τα αγόρια (Clarke, 1971; Lammert et al., 1982) και για τα κορίτσια (Faust, 1977) στην παιδική ηλικία. Γενικά το μεγαλόσωμο παιδί τείνει να είναι και το δυνατότερο σε απόλυτες τιμές αλλά όχι σε σχετικές. Ακόμα φαίνεται ότι τα πιο μικρόσωμα αγόρια ηλικίας 6-12 ετών, τείνουν να είναι δυνατότερα ανά μονάδα σωματικής μάζας από τα μεγαλόσωμα κι έτσι να έχουν καλύτερες επιδόσεις στα διάφορα κινητικά τεστ (Malina, 1975).

Συνολική Άλιπη Σωματική Μάζα

Η άλιπη σωματική μάζα είναι πιο αντιπροσωπευτικός δείκτης, για την εκτίμηση της δύναμης, από τη σωματική μάζα γιατί εκφράζει την συνολική μάζα του ανθρωπίνου σώματος χωρίς το λίπος. Έχει διαπιστωθεί σημαντική θετική υψηλή συσχέτιση (r=0.91) της δύναμης και της άλιπης μάζας σε αγόρια ηλικίας 12-18 ετών (Forbes, 1965). Τα αγόρια φαίνεται να υπερέχουν των κοριτσιών στη δύναμη/άλιπη μάζα μόνο μετά την έναρξη της εφηβείας αλλά τόσο τα αγόρια όσο και τα κορίτσια παρουσιάζουν μια γραμμική σχέση μεταξύ δύναμης και άλιπης μάζας με την πρόοδο της ηλικίας (Davies, 1990). Οι διαφορές δύναμης μεταξύ των δύο φύλων με την είσοδο στην εφηβεία σχετίζονται εν μέρει με το υψηλότερο ποσοστό λίπους και το χαμηλότερο ποσοστό άλιπου ιστού στα κορίτσια (Faust, 1977; Malina, 1986a).

Γενικότερα είναι αποδεκτό ότι όταν η δύναμη εκφράζεται ως προς τη άλιπη μάζα δεν παρουσιάζονται διαφορές ως προς το φύλο κατά τη διάρκεια των αναπτυξιακών ηλικιών (Malina & Bouchard, 1991). Όσον αφορά την έκκεντρη και τη σύγκεντρη ισοκινητική ροπή των προεφήβων (6-12 ετών) έχει διαπιστωθεί ότι όταν αυτή εκφράζεται ως προς την άλιπη μάζα οι διαφορές μεταξύ των ανά έτος ηλικιακών ομάδων μειώνονται αλλά συνεχίζουν να υπάρχουν (Bassa et al., 2000a).



Γράφημα 1.2: Οι τιμές σύγκεντρης και έκκεντρης ισοκινητικής ροπής των εκτεινόντων μυών του γόνατος ως προς την άλιπη μάζα σώματος σε αγόρια ηλικίας 6-12 ετών και σε 18χρονους (Bassa et al., 2005)

Μυϊκή μάζα

Η δύναμη εξαρτάται από τη ποσότητα της μυϊκής μάζας (McDougal, 1986). Η μυϊκή μάζα διαφοροποιείται από τον αριθμό, το μήκος και την κάθετη διατομή των μυϊκών ινών που ο αριθμός τους παραμένει σταθερός σε όλη τη διάρκεια της ζωής (Lexell et al., 1992). Επομένως οι μεταβλητές παράμετροι της μυϊκής μάζας είναι η αύξηση του μήκους της μυϊκής ίνας με την προσθήκη νέων σαρκομερίων (των οποίων ο αριθμός είναι γενετικά προκαθορισμένος) καθώς και η αύξηση της μυϊκής μάζας όπως εκφράζεται μέσω της κάθετης διατομής ή της διαμέτρου του μυός (Hay, 1984; Malina, 1986b).

Η διάμετρος των μυϊκών ινών στην ηλικία του ενός και πέντε ετών έχει τιμές 30% και 50% αντίστοιχα, των τιμών των ενηλίκων (Colling and Saltin, 1980). Η μυϊκή μάζα αυξάνεται 5 φορές, από το 42% στο 53.6% της συνολικής σωματικής μάζας, σε αγόρια 5-17.5 ετών ενώ στα κορίτσια αυξάνεται 3.5 φορές από το 40.2% στο 42.5% της συνολικής σωματικής μάζας (Malina, 1969). Έχει παρατηρηθεί διαφοροποίηση της αύξησης της μυϊκής μάζας ανά μυϊκή ομάδα. Συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι η μυϊκή διάμετρος του μέσου πλατέος μυός αυξάνεται 10 φορές και του δελτοειδή 5 φορές, δεδομένο που μάλλον αποδίδεται και στη καθημερινή δραστηριοποίηση του κάθε μυός (Aherne et al., 1971).

Κατά την εφηβική περίοδο ο ρυθμός ανάπτυξης της μυϊκής μάζας των αγοριών είναι διπλάσιος του ρυθμού ανάπτυξης των κοριτσιών για τα άνω άκρα και ελαφρά μόνο μεγαλύτερος για τα κάτω άκρα (Beunen & Malina, 1988). Η διαφοροποίηση αυτή της μυϊκής μάζας μεταξύ αγοριών και κοριτσιών προκαλεί και τη διαφοροποίηση της δύναμής τους. Η κορύφωση της ανάπτυξης της δύναμης σε γενικές γραμμές επέρχεται μετά την κορύφωση της ανάπτυξης της μυϊκής μάζας που με τη σειρά της ακολουθεί την κορύφωση ανάπτυξης του ύψους (Kemper, 1986).

Τύποι μυϊκών ινών

Ο μυϊκός ιστός διακρίνεται για την υψηλή ικανότητα ανάπτυξής του. Η σύνθεση των μυϊκών ινών θεωρείται γενετικά προκαθορισμένη. Κατά το πρώτο έτος έχει σχεδόν αποκτηθεί το ποσοστό των ινών τύπου Ι των ενηλίκων ενώ στην ηλικία των 6 ετών το ιστοχημικό προφίλ των παιδιών είναι ίδιο με αυτό των ενηλίκων (Bell et al., 1980). Παρατηρούνται ελάχιστες διαφορές φύλου στη κατανομή των μυϊκών ινών κατά τη βρεφική και παιδική

ηλικία αλλά υπάρχουν στοιχεία ότι τα παιδιά έχουν υψηλότερο ποσοστό ινών τύπου Ι από τους ενήλικες (Lexell et al., 1992). Η ποσοστιαία κατανομή των ινών τύπου ΙΙ είναι χαμηλότερη κατά την παιδική ηλικία σε σύγκριση με την ενηλικίωση (Colling & Saltin, 1980) και παίρνει τιμές ενηλίκων κατά το τέλος της εφηβείας (Hedberg & Jansson, 1976).

Σχετική δύναμη

Η σχετική δύναμη συνήθως υπολογίζεται με το πηλίκο της παραγόμενης δύναμης προς κάποιο σωματικό μέγεθος. Σχετικές έρευνες ανέφεραν μέτριες έως υψηλές συσχετίσεις (r=0.60-0.90) της ισομετρικής δύναμης και του όγκου, της περιμέτρου και της κάθετης διατομής μυός, των άνω και κάτω άκρων για αγόρια και κορίτσια προεφηβικής ηλικίας με διαφοροποιήσεις όμως ανά μυϊκή ομάδα (Blimkie, 1989; Davies et al., 1983; Davies, 1985; Ikai & Fukunaga, 1968; Malina, 1975).

Διαφορές δύναμης λόγω ηλικίας και φύλου ελαχιστοποιήθηκαν όταν οι απόλυτες τιμές της δύναμης εκφράσθηκαν σε σχέση με την κάθετη διατομή (Ikai & Fukunaga, 1968), την περιφέρεια των μυών (Davies et al., 1983) ή ως προς τη σωματική μάζα (Seger & Thorstensson, 1994; 2000). Σε άλλες εργασίες διαπιστώθηκε (Kanehisa et al., 1994; 1995a) μεγαλύτερη σχετική δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος των εφήβων και ενηλίκων σε σύγκριση με τους προέφηβους και μικρότερη σχετική δύναμη των προεφήβων σε σύγκριση με τους ενήλικες για τους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής άρθρωσης μόνο για τα αγόρια, ενώ στα κορίτσια δεν παρουσιάσθηκε καμία διαφοροποίηση με την ηλικία (Kanehisa et al., 1995b). Αντίθετα, η σχετική δύναμη των ραχιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής έμεινε ανεπηρέαστη από την ηλικία και για τα δύο φύλα (Kanehisa et al., 1995b). Από πρόσφατα δεδομένα (Bassa et al., 2001) προέκυψε ότι οι προέφηβοι έχουν επίσης μικρότερη ισοκινητική ροπή των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του γόνατος σε σχέση με τους ενήλικες όταν αυτή εκφράζεται ως προς την συνολική άλιπη μάζα του σώματος. Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει ότι η σχετική δύναμη εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την εφαρμοζόμενη μέθοδο αξιολόγησης αλλά και από την εξεταζόμενη άρθρωση.

Γενικά φαίνεται ότι τα παιδιά παρουσιάζουν αδυναμία να παράγουν δύναμη αναλογική της μυϊκής τους μάζας λόγω πιθανά της μικρότερης αποτελεσματικότητας του νευρικού τους συστήματος να διεγείρει στον ίδιο βαθμό το μυϊκό ιστό (Kanehisa et al., 1995b). Η μικρότερη σχετική δύναμη των παιδιών μπορεί να αποδοθεί σε διαφορές στη συσσώρευση των μυϊκών ινών (myofibrillar packing), σε αλλαγές του συνδετικού ιστού καθώς και της κινητικότητας των σταυρωτών γεφυρών με την ηλικία (Sargeant, 1992).

Ορμονικό σύστημα

Διαφορές στην ανάπτυξη των μυών και στην ανάπτυξη της δύναμης μεταξύ των δύο φύλων έχουν συσχετισθεί με αλλαγές στην ενδοκρινολογική λειτουργία στα διάφορα στάδια της ανάπτυξης. Η αυξημένη ποσότητα των ανδρογόνων είναι αυτή που μάλλον διαφοροποιεί την δύναμη υπέρ των αγοριών στην έναρξη της εφηβείας (Preece, 1986). Η τεστοστερόνη φαίνεται να είναι ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την αναβολική δράση του μυός (Florini, 1987). Τα επίπεδα της τεστοστερόνης πριν την εφηβεία στα αγόρια είναι χαμηλά, αυξάνονται όμως με την πρόοδο της ηλικίας και φθάνουν στις ανώτατες τιμές κατά την ενηλικίωση. Η αυξητική ορμόνη, οι σωματομεδίνες, η ινσουλίνη και οι θυροειδικές ορμόνες επηρεάζουν επίσης σημαντικά τη φυσιολογική σωματική και μυϊκή ανάπτυξη (Florini, 1987).

Η σεξουαλική ωρίμανση είναι καλύτερος δείκτης πρόβλεψης της δύναμης (r=0,53) από τη χρονολογική ηλικία (Pratt, 1989). Έτσι οι Malina & Bouchard (1991) διαπίστωσαν για τη δύναμη λαβής ότι τα αγόρια πρώιμης ωρίμανσης σε σχέση με της μέσης και της καθυστερημένης ωρίμανσης παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές δύναμης ήδη από την περίοδο της προεφηβείας.

Γενικά η ικανότητα παραγωγής δύναμης φαίνεται να εξαρτάται περισσότερο από την αύξηση της μυϊκής μάζας, που επηρεάζεται σίγουρα από τη δράση των ανδρογόνων και όχι από την χρονολογική ηλικία τουλάχιστον κατά την παιδική ηλικία (Rowland, 1996).

Γενετικό σύστημα

Μελέτες που χρησιμοποίησαν μετρήσεις διδύμων (Malina, 1986b) παρατήρησαν μια μεγάλη ποικιλία αποτελεσμάτων στην επίδραση της κληρονομικότητας τουλάχιστον για την ισομετρική δύναμη. Τα ευρήματα είναι αντιφατικά και ο δείκτης κληρονομικότητας κυμαίνεται από 35-85% (Jones & Klissouras, 1986; Kovar, 1981). Έρευνες κατά την παιδική ηλικία έδειξαν άλλοτε μια μικρή ή άλλοτε ανύπαρκτη επίδραση του γενετικού παράγοντα στην ισομετρική δύναμη (Komi & Karlsson, 1979). Οι Thomis et al., (1998) ανέφεραν υψηλούς δείκτες κληρονομικότητας (66-78%) για τη γωνία άρθρωσης των 170° και υπέθεσαν ότι ο γενετικός παράγοντας συνεισφέρει μάλλον διαφορετικά στην παραγωγή δύναμης όταν αυτή αναπτύσσεται σε διαφορετικά μήκη μυός. Παρατηρήθηκε ακόμη (Thomis et al., 1998) υψηλότερη κληρονομικότητα για τις πλειομετρικές συσπάσεις (62-82%) σε σύγκριση με τις μειομετρικές (29-65%) δεδομένο που αποδόθηκε σε κληρονομικές διαφορές των συσταλτών και ελαστικών στοιχείων.

Η κληρονομικότητα της μυϊκής δύναμης θα μπορούσε να καθοριστεί τουλάχιστον κατά ένα μέρος από τον τύπο των μυϊκών ινών και την κατανομή τους στο μυ. Μετρήσεις διδύμων εντόπισαν εξαιρετικά υψηλό δείκτη κληρονομικότητας (92,2 και 99,6% σε γυναίκες και άνδρες αντίστοιχα) για το ποσοστό κατανομής των αργών μυϊκών ινών στον έξω πλατύ μηριαίο μυ (Komi & Karlsson, 1979) και αναφέρουν υψηλότερο βαθμό κληρονομικότητας στην κατανομή των ινών τύπου Ι στον έξω πλατύ μηριαίο (Bouchard and Lortie, 1984) στους μονοζυγωτικούς απ' ότι στους ετεροζυγωτικούς διδύμους, τονίζοντας έτσι τη γενετική επίδραση στη σύνθεση του μυός.

Νευρομυϊκός μηχανισμός

Η ανάπτυξη της δύναμης εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από δύο μηχανισμούς :

- Τον Μεταβολικό, που σχετίζεται με την παραγωγή της μυϊκής μάζας
- Τον Νευρομυϊκό, που εκφράζει την ικανότητα του νευρικού συστήματος να διεγείρει αποτελεσματικά τον μυ.

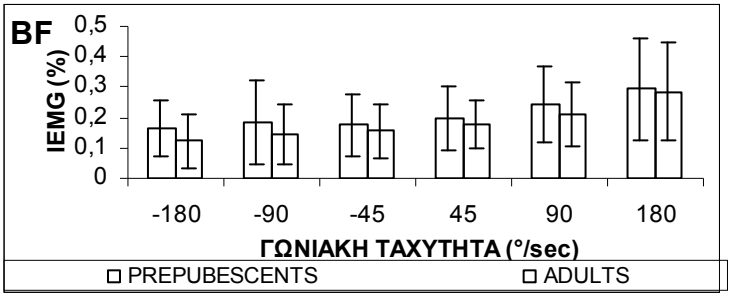
Η ποικιλία των αποτελεσμάτων που παρατηρείται στην απόδοση δύναμης κατά τη διάρκεια της προεφηβικής και παιδικής ηλικίας είναι πιθανό να οφείλεται στην ελλιπή ικανότητα ενεργοποίησης του μυός από το ΚΝΣ.

Ο νευρομυϊκός έλεγχος αρχίζει με την ωρίμανση του νευρικού συστήματος του οποίου οι σχετικοί ρυθμοί ανάπτυξης, με βάση το βάρος του εγκεφάλου, είναι ραγδαίοι στη διάρκεια της προεφηβείας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα και ιδιαίτερα τη σωματική μάζα (Rowland, 1996). Άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ωρίμανσης του νευρικού συστήματος είναι η αύξηση του μεγέθους του νευρικού κυττάρου, η μυελίνωση των νευραξόνων και η απόδοση της νευρομυϊκής σύναψης (Hay, 1984).

Η παρέμβαση του νευρικού συστήματος στη λειτουργία του μυός για την παραγωγή δύναμης εκφράζεται με τη διαδικασία διέγερσης των κινητικών μονάδων τόσο του αγωνιστή όσο και του ανταγωνιστή μυός (Sale, 1986). Κινητική μονάδα είναι το σύνολο των μυϊκών ινών που νευρώνει ένας κινητικός νευρώνας. Κάθε μυς αποτελείται από δεκάδες ή εκατοντάδες κινητικές μονάδες. Η παραγόμενη δύναμη εξαρτάται από τον αριθμό τον κινητικών μονάδων που μπορεί το νευρικό σύστημα να διεγείρει κατά τη διάρκεια μίας μυϊκής σύσπασης. Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι υπάρχει η δυνατότητα στα απροπόνητα άτομα, ανεξαρτήτως ηλικίας, να ενεργοποιούν πλήρως το σύνολο των κινητικών τους μονάδων (Carolan & Cafarelli, 1992; Sale, 1992) ενώ άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν το αντίθετο (Enoka, 1997). Η ίδια αντιφατικότητα παρατηρήθηκε και σε άτομα παιδικής ηλικίας. Συγκεκριμένα, εκτιμήθηκε η ικανότητα πλήρους ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων σε ομάδες παιδιών μέσου όρου ηλικίας 8 και 10 ετών και διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά παρουσιάζουν τη δυνατότητα πλήρους ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων των πελματιαίων εκτεινόντων μυών αλλά όχι των πελματιαίων καμπτήρων (Belanger & McComas, 1981; 1989). Ακόμα ο Blimkie (1989) μελέτησε τους καμπτήρες μυς του αγκώνα και στους εκτείνοντες μυς του γόνατος, σε αγόρια και κορίτσια ηλικίας 10 και 16 ετών, και παρατήρησε ότι τα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό ενεργοποίησης από τα άτομα μικρότερης ηλικίας ανεξαρτήτως άρθρωσης και φύλου, χωρίς όμως να παρουσιάζεται σε καμία ηλικιακή κατηγορία δυνατότητα πλήρους ενεργοποίησης των μυών. Σχετικές έρευνες, εξετάζοντας έμμεσα και με διαφορετική μεθοδολογία την

αποτελεσματικότητα διέγερσης του μυός, αναφέρουν ότι δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ εφήβων και ενηλίκων (Kellis & Unnithan, 1998) ενώ αντίθετα υπάρχουν διαφορές μεταξύ παιδιών και ενηλίκων (Seger & Thorstensson, 1994; Seger & Thorstensson, 2000; Bassa et al., 2000b).

Με τον όρο συνεργοποίηση εννοείται η ταυτόχρονη διέγερση αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών. Η παραγόμενη δύναμη των ανταγωνιστών μυών μειώνει την παραγωγή της δύναμης των αγωνιστών μυών συμβάλλοντας έτσι στη σταθεροποίηση της άρθρωσης. Έτσι μία πιθανή εξήγηση για τις χαμηλότερες τιμές δύναμης των παιδιών σε σύγκριση με τους ενήλικες θα μπορούσε να ήταν η αυξημένη δραστηριότητα των ανταγωνιστών τους μυών σε σύγκριση με τους ενήλικες. Οι εργασίες των Kellis & Unnithan (1998) και Bassa et al., (2000b) για έφηβους και προέφηβους αντίστοιχα, κατέληξαν ότι η συνδιέγερση των ανταγωνιστών μυών του γόνατος δεν διαφοροποιείται με την ηλικία και ότι αυτό ισχύει για αγόρια όλων των ηλικιών από 6-12 ετών (Μπάσσα, αδημοσίευτα δεδομένα), αποτέλεσμα που αποδεικνύει ότι η δράση των ανταγωνιστών μυών δεν είναι μάλλον ανασταλτικός παράγοντας για την παραγωγή τουλάχιστον της ισοκινητικής δύναμης του γόνατος κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας.



Γράφημα 1.3: Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην ανταγωνιστική δραστηριότητα της μακράς κεφαλής του δικεφάλου μηριαίου κατά την ισοκινητική έκταση δεν εντοπίστηκε μεταξύ προεφήβων και ενηλίκων (Bassa et al., 2005).

Άλλοι παράγοντες

Η αρχιτεκτονική του μυός επηρεάζει την παραγωγή της μέγιστης δύναμης (Roy & Edgerton, 1992) καθώς η δύναμη εξαρτάται και από την γωνία πρόσφυσης της μυϊκής ίνας στον τένοντα. Η αύξηση της γωνίας

πρόσφυσης προκαλεί αύξηση της παραγόμενης δύναμης (Roy & Edgerton, 1992) και η προπόνησης δύναμης έχει διαπιστωθεί ότι προκαλεί αύξηση της παραπάνω γωνίας (Narici et al., 1989). Οι Fukunaga & Kawakami (αδημοσίευτα δεδομένα απόBlimkie & Sale, 1998) ανέφεραν σταδιακή αύξηση της γωνίας πρόσφυσης κατά την παιδική ηλικία μέχρι τα πρώτα χρόνια της ενηλικίωσης για τον έξω πλατύ και την έσω κεφαλή του γαστροκνημίου. Το δεδομένο αυτό μπορεί πιθανά να προκαλείται για την εξοικονόμηση χώρου λόγω της αυξανόμενης μυϊκής μάζας. Η πιθανότητα αυτή μπορεί να στηριχθεί στο δεδομένο ότι οι γωνίες πρόσφυσης για τα κορίτσια, σύμφωνα με τους Fukunaga & Kawakami (αδημοσίευτα δεδομένα απόBlimkie & Sale, 1998), παρουσιάζουν ένα πλατό στο τέλος της εφηβείας τους, αλλά συνεχίζουν να αυξάνονται για τους άνδρες και κατά τα πρώτα χρόνια της ενηλικίωσης. Επομένως οι μεταβολές αυτές της γωνίας πρόσφυσης στα δύο φύλα εξηγούν πιθανά και τις διαφορές δύναμης που έχουν επισημανθεί μεταξύ των φύλων αλλά και μεταξύ των διαφόρων ηλικιακών κατηγοριών.

Μηχανικές ιδιότητες του μυός

Οι μελέτες για το ζήτημα αυτό είναι σχετικά περιορισμένες. Οι Belanger & McComas (1989) ανέφεραν ότι η ταχύτητα σύσπασης του μυός (Blimkie, 1989; McComas et al., 1973) και η παραγωγή απόλυτης (Asai & Aoki, 1996; Davies et al, 1983; Fuchimoto & Kaneko, 1981; Moritani et al., 1989) και σχετικής ισχύος (ισχύς ανά κάθετη διατομή μυός, Ferretti et al., 1994) είναι χαμηλότερη στις μικρότερες ηλικίες και σταδιακά αυξάνεται με την πρόοδο της ηλικίας. Οι Kaneko et al. (1987) μελετώντας την ανάπτυξη της ισχύος σε άτομα ηλικίας 5-17 ετών διαπίστωσαν ότι η ισχύς αναπτύσσεται παράλληλα με τη μέγιστη δύναμη μέχρι την έναρξη της εφηβείας και κατόπιν αναπτύσσεται με μεγαλύτερο ρυθμό.

Έρευνες σε ζώα κατέληξαν ότι η μέγιστη ισομετρική δύναμη που παράγει ένας μυς εξαρτάται από τον αριθμό των παράλληλων σαρκομερίων. Παρόμοια, η μέγιστη ταχύτητα σύσπασης, που είναι αποτέλεσμα δύναμης και ταχύτητας θα εξαρτάται από τον αριθμό των σαρκομερίων σε σειρά.

Οι παραπάνω πληροφορίες οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα παιδιά παρουσιάζουν μάλλον μικρή μηχανική αποτελεσματικότητα του μυός. Τα

δεδομένα αυτά μπορούν να αποδοθούν στα μικρότερα σε μήκος μυοϊνίδια, σε βιοχημικούς παράγοντες όπως στη χαμηλότερη δραστηριότητα της ATPάσης στα νεαρά άτομα (όπως έχει διαπιστωθεί από έρευνες σε ζώα, Drachman & Johnston, 1973) αλλά και στη μη ολοκλήρωση της ωρίμανσης του νευρικού συστήματος (Asai & Aoki, 1996).

Τελικά συμπεράσματα

Μέχρι σήμερα έχει γίνει εκτεταμένη δουλειά στον τομέα της ανάπτυξης της δύναμης κατά την παιδική ηλικία. Από τα αποτελέσματα των ερευνών προκύπτει ότι η δύναμη αυξάνεται με την πρόοδο της ηλικίας κατά την παιδική περίοδο και σε απόλυτες και σε σχετικές τιμές χωρίς διαφορές μεταξύ των δύο φύλων. Το γεγονός της μικρότερης σχετικής δύναμης των παιδιών σε σχέση με αυτή των ενηλίκων μπορεί να αποδοθεί στην αδυναμία των παιδιών να παράγουν δύναμη αναλογική της μυϊκής τους μάζας. Η αδυναμία αυτή μπορεί να δικαιολογηθεί από τις αλλαγές της αρχιτεκτονικής του μυός με την ηλικία, από τους ενεργειακούς παράγοντες καθώς και από τη μη ολοκλήρωση της λειτουργίας του νευρομυϊκού τους μηχανισμού.

Θεωρείται λοιπόν απαραίτητη η περαιτέρω διερεύνηση για να προσδιοριστούν η ποιότητα του μυός (μορφολογία, κατανομή μυϊκών ινών, βιοχημεία), το κινητικό πρόγραμμα σε διαφορετικού τύπου συσπάσεις (λειτουργία ανταγωνιστών) καθώς και η βιομηχανική διαφοροποίηση καθώς το παιδί ωριμάζει και σίγουρα η έρευνα δεν θα πρέπει να περιοριστεί μόνο στον υγιή πληθυσμό.

Λέξεις- κλειδιά: μυϊκή δύναμη, προεφηβεία, ωρίμανση, αγωνιστές – ανταγωνιστές μυς, νευρομυϊκός μηχανισμός.

Βιβλιογραφία

Aherne W., Ayyar D.R., Clarke P.A., Walton J.N. (1971) Muscle fibre size in normal infants, children and adolescents: An autopsy study. *J Neurolog Sci 14*: 171-182

Alexander J. & Molnar G.E. (1973) Muscular strength in children: preliminary report on objective standards. *ArchPhys Med Rehab 54*: 424-427

Asai H. & Aoki J. (1996) Force development of dynamic and static contractions in children and adults. *Int J Sports Med 17 (3):* 170-174

Asmussen E. (1973) *Growth in muscular strength and power*. In G.L. Rarick (ed.) Physical Activity Human Growth and Development. New York: Academic Press, 60-79

Asmussen, E. & Heeboll-Nielsen, K., Molbech, S.V. (1959) *Methods for evaluation of muscle strength.* Report No.5, 3-13. Communication, Testing and Observation Institute, Danish National Association for Infantile Paralysis. Cited in Molnar et al., 1979.

Bassa E., Kotzamanidis C., Patikas D., Paraschos I. (2001) The effect of age on isokinetic concentric and eccentric moment of knee extensors. *Isokinetics and Exercise Science 9:* 155-161

Bassa E., Patikas D., Tsakiraki S., Paraschos I., Kotzamanidis C. (2000a) "Development of isokinetic concentric and eccentric torque output of knee extensors in prepubescent boys" *5th Annual Congress of the European College of Sport Science,* Jyvaskula, Finland, 2000 Proceedings p. 150

Bassa E., Patikas D., Paraschos I., Alexiou S., Kotzamanidis C. (2000b) "Coactivation of antagonist muscles during isokinetic knee extension in prepubertal children and adults" *5th Annual Congress of the European College of Sport Science,* Jyvaskula, Finland, 2000 Proceedings p.

Belanger A. & McComas A. (1981) Extent of motor unit activation during effort. *J Appl Physiol, 51*: 1131-1135

Belanger, A. & McComas, A. (1989) Contractile properties of human skeletal muscle in childhood and adolescence. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 58(6):*563-7.

Bell RD, MacDougal JD,Billeter R et al. (1980) Muscle fibre types and morphometric analysis of skeletal muscle in six-year-old children. *Med Sci Sports Exerc.; 12*:28-31

Blimkie C.J.R. (1989) *Age- and sex- associated variation in strength during childhood: anthropometric, morphologic, neurologic and biomechanical correlates*. In C.V. Gisolfi & D.R. Lamb (eds) Perspective in Exercise Science and Sports Medicine Vol. 2. Youth, Exercise and Sport, 99-163. Benchmark Press, Indianapolis

Blimkie, C.J.R. & Sale, D.G. (1998)."*Strength Development and Trainability During Childhood".* In: Pediatric Anaerobic Performance. E. Van Praagh (Ed.). Champaign; Human Kinetics Publisher, pp. 193-224

Bouchard, C. & Lortie, G. (1984) Heredity and endurance performance. *Sports Med, 1*: 38-64

Carolan B. & Cafarelli E. (1992) Adaptations in coactivation after isometric resistance training. *J. Appl. Physiol. 73*(3): 911-917

Clarke H. (1971) *Physical and Motor Tests in the Medford Boys*' Growth Study. Eglewood Clift N.J.: Prentice-Hall

Colling A. & Saltin S. (1980) *Skeletal muscle development in the human fetus and during childhood.* In K. Berg and B.O. Eriksson (eds). children and Exercise. IX. Baltimore: Universal Park Press, 193-207

Costill DL, Daniels J, Evans W, et al. (1976) Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *J Appl Physiol 40*: 149-154

Davies C.T.M., White M.J., Young K. (1983) Muscle function in children. *Eur J Appl Physiol 52:* 111-114

Davies C. (1985) Strength and mechanical properties of muscle in children and young adults. *Scandinavian Journal of Sports Science 7*:11-15.

Davies B.N. (1990) The relationship of lean limb volume to performance in the handgrip and standing long jump tests in boys and girls, aged 11.6-13.2 years. *Eur J Appl Physiol, 60*: 139-143

Drachman D.B. & Johnston D.M. (1973) Development of a mammalian fast muscle: Dynamic and biochemical properties correlated. *J Physiol 234*: 29-42

Faust M. (1977) *Somatic development of adolescent girls*. Monograph. Society for Research in Child Development 42(1):1-90.

Ferretti G., Narici M., Binzoni T., Gariod L., LeBas J. , Reutenauer H. & Cerretelli P. (1994) Determinants of peak muscle power: effects of age and physical conditioning. *European J. Applied Physiology 68*: 111-115

Florini J.R. (1987) Hormonal control of muscle growth. Muscle and Nerve 10:577-598

Forbes, G.B. (1965) Toward a new dimension in human growth. *Pediatrics, 36*: 825-835

Froberg, K. & Lammert, O. (1996) *Development of muscle strength during childhood*. In:Bar-Or (ed), The child and adolescent athlete. Blackwell Science

Fuchimoto, T. & Kaneko, M. (1981) Force, velocity and power relationships in different age groups. *Jpn J Phys Educ, 25*: 273-279

Glenmark B., Hedberg G., Kaijser L., et al. (1994) Muscle strength from adolescence to adulthood-relationship to muscle fibre types. *Eur J Appl Physiol, 68*: 9-19

Griffin JW, Tooms RE, Zwaag RV, Bertorini TE, O' Toole ML (1993) Eccentric muscle performance of elbow and knee muscle groups in untrained men and women. *Med Sci Sports Exerc 25:* 936-944

Hedberg G. & Jansson E. (1976) Skeletal muscle fibre distribution, capacity and interest in different physical activities among students in high school. *Pedagogiska Rapporter 54*

Ikai M. & Fukunaga T. (1968) Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement. *Int Z Angew Physiol 26:*26-32

Jansson E. (1996) *Age-related fiber type changes in human skeletal muscle*. In: Maughan RJ, Shirrefs SM,editors. Biochemistry of exercise IX. Champaign (IL): Human Kinetics, 297-307

Jones H.E. (1949) *Motor Performance and Growth*. Berkley: University of California Press

Jones B. & Klissouras V. (1986) *Genetic variation in the force-velocity relation of human muscle.* In R.M. Malina & Bouchard (eds) Sports and Human Genetics, 23-58. Human Kinetics, Champaign, IL.

Kanehisa H., Ikegawa S., Tsunoda N., Fukunaga T. (1994) Strength and cross-sectional area of knee extensor muscles in children. *Eur J Appl Physiol 68*: 402-405

Kanehisa H., Ikegawa S., Tsunoda N., Fukunaga T. (1995a) Strength and cross-sectional areas of reciprocal muscle groups in the upper arm and thigh during adolescence. *Int J Sports Med 16*(1): 54-60

Kanehisa H., Yata H., Ikegawa S., Fukunaga T. (1995b) A cross-sectional study of the size and strength of the lower leg muscles during growth *Eur J Appl Physiol 72:* 150-156

Kaneko M., Sasaki S., Fuchimoto T. (1987) *Growth and development of muscular power and shortening velocity in single contraction of elbow flexors*. In Hillel Ruskin & Ariel Simkin (eds) “Physical Fitness and the ages of man. Academon Press, the Hebrew University, Jerusalem.

Kellis E. & Unnithan V.B. (1999) Coactivation of vastus lateralis and biceps femoris muscles in pubertal children and adults *Eur J Appl Physiol 79*: 504-511

Kemper H.C.G. (1986) *Health and fitness of Dutch teenagers: a review*. In J.A.p. Day (ed) Perspectives in kinanthropometry. Champaign, Il: Human Kinetics, 61-80

Komi P.V. & Karlsson J. (1979) Physical performance, skeletal muscle enzyme activities and fiber types in monozygous and dizygous twins of both sexes. *Acta Physiologica Scandinavica Supp. 462:*1-28

Kovar R. (1981) *Human Variation in Motor Abilities and its Genetic Analysis*, Prague: Charles University

Lammert O., Andersen B. & Froberg K. (1982) *The effect of training in relation to chronological age and development in children 9-17 years*. In P. Russo (ed.) Human Adaptation. A Workshop on Growth and Physical Activity, 17-29 Cumberland College of Health sciences, Sidney

Lexell J., Sjostrom M., Nordlund A., Taylor C.C (1992) Growth and development of human muscle: morphological study of whole vastus lateralis from childhood to adult age*. Muscle Nerve 15*: 404-409

Malina R. (1969). Quantification of fat muscle and bone in man. *Clinical Orthopaedics and Related Research 65*:9-38.

Malina R.M. (1975). Anthropometric correlates of performance. *Exerc Sport Sci Rev, 3:*249-274

Malina R.M. (1986a) *Growth of muscle tissue and muscle mass*. In F. Falkner and J. M. Tanner (eds.)Human Growth Vol. 2 Postnatal Growth. New York: Plenum Press 273-294

Malina, R.M.(1986b) *Genetics of motor development and performance*. In R.M. Malina & Bouchard (eds) Sports and Human Genetics, 23-58. Human Kinetics, Champaign, IL.

Malina R.M. & Bouchard C. (1991) *Growth, maturation and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics, 115-131,189-190.

McComas A.J., REP. Sica, P. Petito (1973) Muscle strength in boys of different ages. *J Neurol Neurosurg Psych 36*: 171-173

McDougal J. (1986) *Morphological changes in human skeletal muscle following strength training and immobilization*. In Jones N., McCartney N. & McComas A.(eds), Human Kinetics, Champaign.

Molnar G.E & Alexander J. (1973) Objective, quantitative muscle testing in children: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil 54*: 224-228

Moritani T., Oddsson L., Thorstensson a. & Astrand P.-O. (1989) Neural and biomechanical differences between men and young boys during a variety of motor tasks. *Acta Physiol. Scand. 137*: 347-355

Narici M., Roi G., Landoni L., Minetti A. & Cerretteli P. (1989) Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *Eur J Appl Physiol 59*: 310-319

Parker D.F., Round J.M., Sacco P. & Jones D.A. (1990) A cross sectional survey of upper and lower limb strength in boys and girls during childhood and adolescence. *Ann. Hum. Biol.17,*199-211

Pratt, M. (1989) Strength, flexibility, and maturity in adolescent athletes. *Am J Dis Child, 143:* 560-563

Preece, M.A. (1986) *Prepubertal and pubertal endocrinology*. In F. Falkner & J.M. Tanner (eds) Human Growth, Vol.2, Postnatal Growth Neurobiology, pp. 211-224. New York, Plenum Press

Rowland T. W. (1996) *The development of muscular strength*. In Rowland T. W. (ed.) Developmental Exercise Physiology. Human Kinetics, Champaign

Roy, R.R. & Edgerton, V.R. (1992) *Skeletal Muscle Architecture and Performance*. In Komi P. (ed) Strength and power in sport. Blackwell Scientific Publications, London.

Sale, D.G. (1986) *Neural adaptation in strength and power training*. In Jones, N.L., McCartney N.,McComas, A.J. (eds.) Human Muscle Power. Champaign, Ill.: Human Kinetics, 281-305

Sale, D.G., McDougall, J., Upton, A. (1982) Neuromuscular adaptation in human thenar muscles following strength training and immobilization. *J Appl Physiol, 53*: 419-424

Sargeant A.J. (1992) *Problems in, and approaches to, the measurement of short term power output in children and adolescents*. In: Van Praagh E. (eds) Pediatric work physiology. Paris: Masson; 11-18

Seger J.Y. & Thorstensson A. (1994) Muscle strength and myoelectric activity in prepubertal and adult males and females. *Eur J Appl Physiol, 69*: 81-87

Seger J.Y. & Thorstensson A. (2000) Muscle strength and electromyogram in boys and girls followed through puberty. *Eur J Appl Physiol 81*: 54-61

Thomis M.A.I., Beunen G.P., Van Leemputte M., Maes H.H., Blimkie C.J., Claessens A.L., Marschal G., Willems E. & Vlietinck R.F. (1998) Inheritance of static and dynamic arm strength and some of its determinants *Acta Physiol Scand, 163*: 59-71

Vogler C. & Bove KE (1985) Morphology of skeletal muscles in children *Arch Pathol Lab Med 109:* 238-242

Κεφάλαιο 2	*Προπόνηση Δύναμης*

Κοτζαμανίδης Χρήστος Ph.D. Αναπληρωτής Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. Α.Π.Θ.
Παράσχος Ηλίας M.Sc. Διδάσκων Τ.Ε.Φ.Α.Α. Α.Π.Θ.

Προπόνηση δύναμης

Η προπόνηση δύναμης σε πολύ σημαντικό βαθμό εξαρτάται από την ηλικία.

Σύγχρονες μελέτες έχουν δείξει ότι:

1. Η δύναμη μπορεί να αναπτυχθεί μέσο της προπόνησης και στη διάρκεια της προεφηβικής ηλικίας (Hasan 1989, Sale 1989, Blimkie 1993, Ramsay et al. 1990). Απλά δεν είναι απόλυτα διευκρινισμένο σε ποιο μηχανισμό οφείλεται περισσότερο η βελτίωση της δύναμης μέσω προπόνησης: στο νευρογενή ή στο μεταβολικό (υπερτροφία). Τείνει να γίνει αποδεκτό ότι κατά τη διάρκεια αυτής της ηλικίας δεν προκαλείται υπερτροφία και ότι η ανάπτυξη της δύναμης κύρια οφείλεται στην παρέμβαση του κεντρικού νευρικού συστήματος. Οι εργασίες του Hasan (1991), έδειξαν ότι η προπόνηση δύναμης μπορεί να αρχίσει από μικρή ηλικία. Συγκεκριμένα, μετά από δίμηνη προπόνηση σε ισοκινητικό μηχάνημα παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση δύναμης σε παιδία ηλικίας 6-12 χρόνων. Κατ' επέκταση δεν υπάρχει περιορισμός ηλικίας στην προπόνηση δύναμης, αλλά περιοριστικοί κανόνες στη χρήση μεθόδων και εντάσεων τέτοιων που να προλάβουν πιθανές κακώσεις, ιδιαίτερα στον αναπτυξιακό χόνδρο.

Σε σχέση με τους τραυματισμούς έχει ακόμη διαπιστωθεί ότι αθλητές που έκαναν προπόνηση ενδυνάμωσης στην προεφηβική ηλικία σε σχέση με αυτούς που δεν έκαναν προπόνηση:

- Παρουσίασαν μεγαλύτερη οστική πυκνότητα σε σχέση με τους άλλους (Conroy et al. 1993, Grimson et al. 1993).
- Είχαν ποσοστιαία μικρότερο αριθμό τραυματισμών (Blimkie 1992, Hegna and Rosenberg 1982).

- Είχαν μικρότερη περίοδο τραυματισμών (Blimkie 1992, Hegna and Rosenberg 1982).
- Είχαν μικρότερο χρόνο αποκατάστασης από τραυματισμούς (Blimkie 1992, Hegna and Rosenberg 1982).
- Δεν παρουσιάστηκε αναστολή στην ανάπτυξη του ύψους.

2. Τα κορίτσια της εφηβικής ηλικίας παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην προπόνηση με βάρη, γιατί η ωρίμανση του αναπτυξιακού χόνδρου γίνεται νωρίτερα σε αυτά σε σχέση με τα αγόρια (Hegna and Rosenberg 1982).

3. Η απόκτηση δύναμης που προκλήθηκε μετά από σχετική προπόνηση, αρχίζει να χάνεται αμέσως μετά την διακοπή της προπόνησης (Blimkie 1992).

Δεν έχει σταθεροποιηθεί ακόμη η αντίληψη εάν η αποτελεσματικότητα της προπόνησης είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη μεταξύ προεφήβων και ενηλίκων. Τα σχετικά ερευνητικά αποτελέσματα έδειξαν αντιφατικά αποτελέσματα (Sale 1989).

Μηχανισμοί υπεύθυνοι για τη βελτίωση της δύναμης

Υπάρχουν δύο κοινά αποδεκτοί μηχανισμοί στους οποίους μπορούν να αποδοθεί η βελτίωση της δύναμης μετά από προπόνηση: ο μορφολογικός και ο νευρομυϊκός. Η συνεισφορά τους στις προσαρμογές της προπόνησης δύναμης φαίνεται να διαφέρει σε παιδιά, εφήβους και ενήλικες.

Μορφολογικές προσαρμογές

Οι μορφολογικές προσαρμογές αφορούν στην αύξηση της μυϊκής μάζας ή αλλιώς στη μυϊκή υπερτροφία. Οι περισσότερες μελέτες σε παιδιά που υπολόγισαν τη μυϊκή μάζα με ανθρωπομετρικές τεχνικές δεν κατέληξαν σε ενδείξεις μυϊκής υπερτροφίας (Blimkie 1989; Ozmun et al. 1994; Ramsay et al. 1990) μετά από προπόνηση δύναμης. Αντίθετα δύο άλλες έρευνες χρησιμοποιώντας μαγνητική τομογραφία (Mersch and Stoboy, 1989) και υπερήχους (Fukunaga et al. 1992) έδειξαν αύξηση της κάθετης διατομής των μυών που γυμνάστηκαν με παράλληλη αύξηση της δύναμης. Παρόλο που οι προαναφερόμενες έρευνες παρουσιάζουν τη μυϊκή υπερτροφία ως πιθανό αποτέλεσμα της προπόνησης ενδυνάμωσης των παιδιών, το μικρό δείγμα (μόνο δύο παιδιά) που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα των Mersh and Stoboy

(1989) καθώς και τα αμφισβητήσιμα αποτελέσματα της έρευνας των Fukunaga et al. (1992) που διαπίστωσαν αύξηση της κάθετης διατομής όχι μόνο των εκτεινόντων μυών του αγκώνα που γυμνάστηκαν αλλά και των καμπτήρων, οδηγούν σε αδυναμία γενίκευσης των αποτελεσμάτων τους. Η πιθανότητα μορφολογικών προσαρμογών με τη χρήση άλλων προπονητικών προγραμμάτων -μεγαλύτερης διάρκειας, υψηλότερης έντασης καθώς και η αξιολόγησή τους με αξιόπιστες μεθόδους μεγαλύτερης ακρίβειας- χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Αυτή η ανάγκη ενισχύεται και από τα αποτελέσματα δύο πρόσφατων ερευνών (Baxter-Jones et al., 2008; Stenevi-Lundgren et al. (2009). Η μακρόχρονη έρευνα των Baxter-Jones et al., (2008) εξέτασε την επίδραση της καθημερινής φυσικής δραστηριότητας (όχι μόνο της αθλητικής) σε παιδιά και έφηβους (8-15ετών) και κατέληξε ότι η καθημερινή δραστηριότητα έχει σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη της άλιπης μάζας σώματος κατά τη διάρκεια της εφηβικής ηλικίας ακόμα και μετά από διόρθωση ως προς τη βιολογική ωρίμανση και το ανάστημα. Επιπρόσθετα η έρευνα των Stenevi-Lundgren et al. (2009) κατέληξε ότι η αύξηση της μέτριας έντασης άσκησης σε 3 φορές την εβδομάδα στο ωρολόγιο σχολικό πρόγραμμα προκαλεί αυξήσεις τόσο της δύναμης όσο και της άλιπης μάζας σώματος. Η άλιπη μάζα εκφράζει έμμεσα τη μυϊκή μάζα που συχνά χρησιμοποιείται ως δείκτης πρόβλεψης της μυϊκής δύναμης και η απόδειξη αύξησης της με την καθημερινή δραστηριότητα αυξάνει την πιθανότητα μεγαλύτερης αύξησής της με την προπόνηση δύναμης.

Νευρομυϊκές προσαρμογές

Στις έρευνες που πιθανολογήθηκε η μυϊκή υπερτροφία ως αποτέλεσμα της προπόνησης δύναμης, η αύξηση της κάθετης διατομής ήταν σημαντικά χαμηλότερη της αντίστοιχης αύξησης της δύναμης. Ως εκ τούτου οι μορφολογικές προσαρμογές, αν υφίστανται, θα μπορούσαν να εξηγήσουν μόνο ένα μέρος των προσαρμογών της προπόνησης δύναμης. Οι βελτιώσεις δύναμης που διαπιστώθηκαν μετά από προπόνηση με εξωτερικές αντιστάσεις σε παιδιά αποδόθηκαν κύρια σε πιθανές νευρομυϊκές προσαρμογές, όπως αύξηση της ενεργοποίησης, του συγχρονισμού ή του ρυθμού πυροδότησης των κινητικών μονάδων καθώς και στην κινητική μάθηση (Ramsay et al. ,1990; Ozmun et al. 1994). Με τη χρήση της παρεμβαλλόμενης διέγερσης οι

Ramsay et al. (1990) έδειξαν, μετά από προπόνησης δύναμης 10 εβδομάδων, αυξήσεις 9% και 12% στο επίπεδο ενεργοποίησης των καμπτήρων μυών του αγκώνα και των εκτεινόντων μυών του γόνατος αντίστοιχα. Σε αυξήσεις της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας των καμπτήρων μυών του αγκώνα αγοριών και κοριτσιών, μετά από προπόνηση δύναμης 8 εβδομάδων, κατέληξε και η έρευνα των Ozmun et al. (1994). Οι νευρομυϊκές προσαρμογές στους ενήλικες συμβαίνουν στις πρώιμες φάσεις της προπόνησης (Sale, 1992). Αυτό επιβεβαιώθηκε και στα παιδιά καθώς στην έρευνα των Ramsay et al. (1990) διαπιστώθηκε μεγαλύτερη αύξηση του επιπέδου ενεργοποίησης των αγωνιστών μυών τις πρώτες 10 εβδομάδες σε σύγκριση με τις 10 επόμενες. Καθώς οι νευρομυϊκές προσαρμογές που καταγράφηκαν ήταν μικρότερες των αντίστοιχων αυξήσεων της δύναμης, φαίνεται ότι και άλλοι παράγοντες συνεισφέρουν στα οφέλη δύναμης μετά από προπόνηση όπως ο μυϊκός συντονισμός, η μείωση της δράσης των ανταγωνιστών, η κινητική μάθηση. Περισσότερες έρευνες απαιτούνται για να διερευνηθεί η επίδραση προπονητικών πρωτοκόλλων δύναμης διαφορετικών παραμέτρων (διάρκειας, έντασης, διαλείμματος κ.λ.π.) στη δύναμη των παιδιών ελέγχοντας τόσο τις νευρομυϊκές όσο και τις πιθανές μορφολογικές προσαρμογές που μπορεί να τις συνοδεύουν.

Προϋποθέσεις προπόνησης δύναμης στην προεφηβική ηλικία

Βασική κατεύθυνση για την ηλικία αυτή όπως ειπώθηκε παραπάνω πρέπει να είναι η προστασία του μυοσκελετικού συστήματος και όχι η αγωνιστική τελειοποίηση. Έτσι, πριν την προπόνηση με αντιστάσεις θα πρέπει να προστατευθεί και να ισχυροποιηθεί το μυοσκελετικό σύστημα. Αυτό επιτυγχάνεται:

Αρχικά με προπόνηση επιδεξιότητας και δρομικής αντοχής που περιγράφεται στο αντίστοιχο κεφάλαιο αντοχής. Η φάση αυτή πρέπει να διαρκέσει τουλάχιστον δύο χρόνια. Κατόπιν θα ακολουθήσει προπόνηση δύναμης, με την παρακάτω διαδικασία:

Ασκήσεις όπου η αντίσταση είναι το βάρος του σώματος. Για παράδειγμα ανέβασμα σκαλοπατιών χωρίς αναπήδηση (σκίτσο 1).

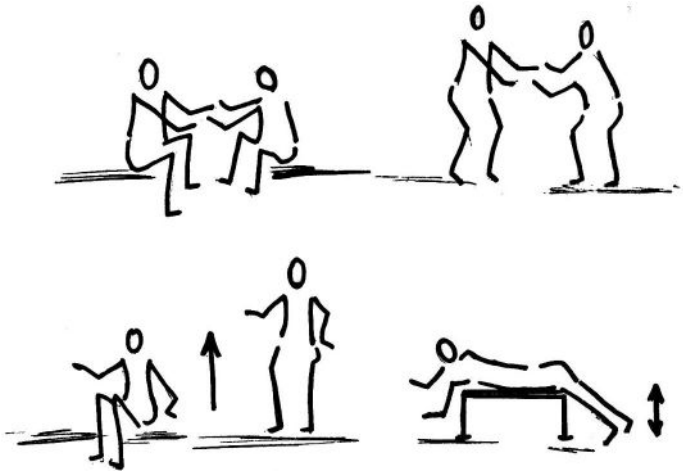
Ταυτόχρονη μάθηση της τεχνικής των ασκήσεων με βάρη που θα χρησιμοποιηθούν αργότερα, χωρίς βέβαια την χρήση αντιστάσεων (σκίτσο 2).

Σκίτσο 1

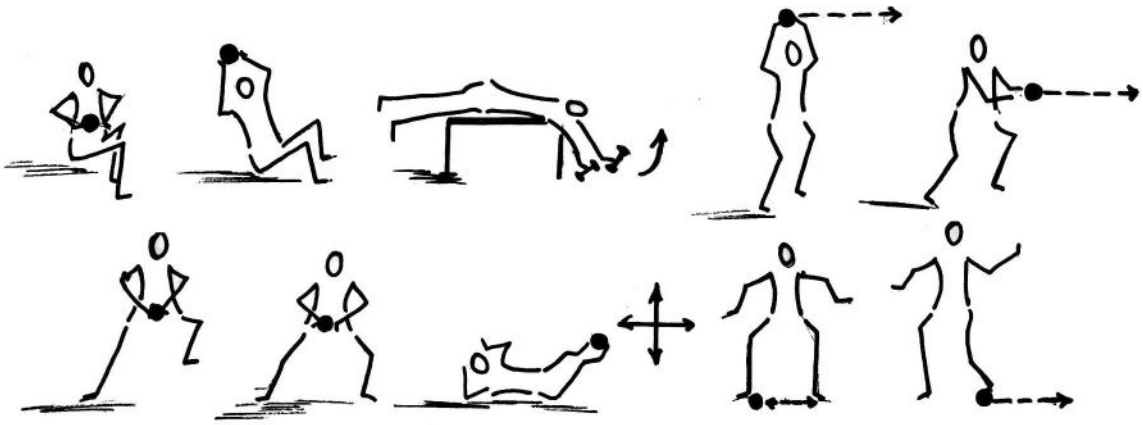
Σκίτσο 2

Κατόπιν γίνονται ασκήσεις ισομετρικού χαρακτήρα με παιγνιώδη μορφή. Οι ασκήσεις αυτές γίνονται ανά δύο, δε διαρκούν πάνω από 5-6 sec και

περιλαμβάνουν σχετικά μικρό αριθμό επαναλήψεων. Χρησιμοποιείται δε μεγάλη ποικιλία συνασκήσεων για όλες τις μυϊκές ομάδες. Παράδειγμα: Ο ένας αθλητής πιέζει προς τα κάτω τα χέρια ενός συναθλητή που τα έχει στην θέση της έκτασης. Ο πρώτος αθλητής γυμνάζει τους έσω στροφείς και τους καμπτήρες του ωμού, ενώ ο δεύτερος τους δελτοειδείς του. Αυτός ο σχεδιασμός προπόνησης εφαρμόζεται στις ηλικίες 9-10 χρόνων (σκίτσο 3). Θα ακολουθήσει προπόνηση αντοχής δύναμης με μικρές αντιστάσεις (αλτηράκια, μικρές medicine ball). Η φάση αυτή περιλαμβάνει τις ηλικίες 11-12 χρόνων (σκίτσο 4).

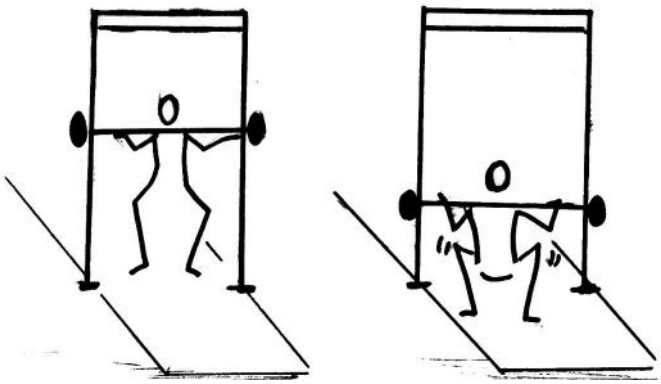


Σκίτσο 3



Σκίτσο 4

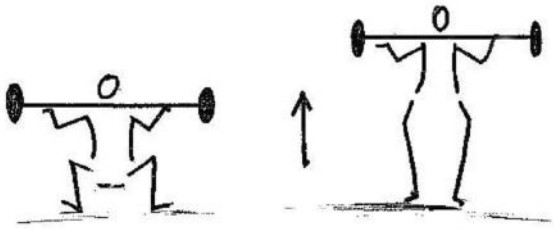
Σκίτσο 5



Η επόμενη φάση (ηλικίες 10-12 χ) θα περιλαμβάνει ασκήσεις σε μηχανήματα με αντιστάσεις 30-70% της ΜΔΔ με στόχο την αντοχή δύναμης (σκίτσο 5).

Κατόπιν θα ακολουθήσει η προπόνηση με ασκήσεις ελευθέρων βαρών (σκίτσο 6).

Σκίτσο 6



Η διαφορά μεταξύ των μηχανημάτων και των ελεύθερων βαρών συνίσταται στα εξής σημεία (Baechle 1994):

- Τα μηχανήματα έχουν προδιαγεγραμμένη τεχνική και έτσι προσφέρουν ασφάλεια στην εκτέλεση και αποφυγή πιθανότητας τραυματισμών.
- Οι ασκήσεις με ελεύθερα βάρη προσφέρουν μεγαλύτερα προπονητικά κέρδη, αλλά δεν έχουν προδιαγεγραμμένη εκτέλεση κίνησης. Κατ'

επέκταση στους αρχάριους μπορεί ευκολότερα να προκληθούν τραυματισμοί.

Προστατευτικός ακόμη παράγοντας στην προπόνηση με βάρη είναι η εφαρμογή καταλλήλων μεθόδων. Γι' αυτό στους προέφηβους θα πρέπει να εφαρμόζεται η κυκλική μέθοδος δηλαδή θα πρέπει ανά σετ να αλλάζει η άσκηση και κατ' επέκταση να μην εκτελούνται όλα τα σετ της ίδιας άσκησης.

Σε σχέση με την χρήση των ασκήσεων θα πρέπει να διακρίνονται από την μεγάλη τους ποικιλία και την συνεχή εναλλαγή τους. Σε τακτά χρονικά διαστήματα θα πρέπει για την ίδια μυϊκή ομάδα να χρησιμοποιούνται διαφορετικές ασκήσεις.

Με μεγάλη προσοχή θα πρέπει να γίνεται η πλειομετρική προπόνηση. Έχει προταθεί ότι για να αρχίσει ένα άτομο αλτική προπόνηση θα πρέπει να έχει ήδη ισχυροποιημένο μυοσκελετικό σύστημα. Συγκεκριμένα για τα κάτω άκρα θα πρέπει στο βαθύ κάθισμα ο αθλητής να είναι σε θέση να σηκώνει το 150% του βάρους του (Baehle 1994). Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι πριν την συστηματική αλτική προπόνηση θα πρέπει να προηγηθεί συστηματική προπόνηση ενδυνάμωσης με βάρη. Στους προέφηβους μπορεί να εφαρμοσθεί η πλειομετρική προπόνηση μόνο στις ηλικίες 11-12 χ. Η ποσοστιαία κατανομή χρόνου για την πλειομετρική προπόνηση θα είναι περιορισμένη και θα γίνεται με την μορφή μεγάλων διασκελισμών, χωρίς καμία αναπήδηση από ύψος.

Ένας παράγοντας ακόμη που μπορεί να προκαλέσει κακώσεις είναι ο υπερβολικός αριθμός επαναλήψεων. Το φαινόμενο αυτό καλείται υπέρχρηση (over use) και είναι βασικός παράγοντας κακώσεων (Dalton 1992).

Η προπόνηση δύναμης πρέπει να είναι ενιαίας κατεύθυνσης και για τους άνδρες και τις γυναίκες. Έχει αποδεχθεί ότι η προπόνηση τόσο νευρογενούς όσο και υπερτροφικού χαρακτήρα είναι εξίσου αποτελεσματική και για τους άντρες και τις γυναίκες (Staron et al. 1991). Οι διαφορές δύναμης μεταξύ αντρών και γυναικών κύρια εντοπίζονται στην εκ γενετής μεγαλύτερη ποσότητα μυϊκής μάζας στους άντρες (Holoway and Baechle 1990).

Ιδιαίτερα θα πρέπει να τονισθεί ότι τα κορίτσια της εφηβικής ηλικίας παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην προπόνηση με βάρη σε σχέση

με τα αγόρια της ίδιας ηλικίας. Ο βασικός παράγοντας γι' αυτό είναι το γεγονός ότι η οστεοποίηση του αναπτυξιακού χόνδρου γίνεται νωρίτερα στα κορίτσια σε σχέση με τα αγόρια της ίδιας ηλικίας λόγω της πρωιμότερης έναρξης της εφηβείας (Hegna and Rosenberg 1982).

Σύμφωνα με τους Siegel et al. (1989) τα κορίτσια και αγόρια της προεφηβικής ηλικίας παρουσιάζουν την **ίδια ανταπόκριση** στην προπόνηση.

Μέθοδοι για την βελτίωση της δύναμης στην προεφηβική ηλικία

Κυκλική προπόνηση

Η αντοχή στη δύναμη μπορεί να βελτιωθεί με τα παρακάτω πρωτόκολλα τα οποία χρησιμοποιούνται με μικρές αντιστάσεις ή το βάρος του σώματος (Sholich 1989).

Από μεθοδολογικής άποψης τα σημαντικότερα μεθοδολογικά ζητήματα είναι:

- Ο προσδιορισμός της έντασης. Για τον λόγο αυτό επιλέγονται για τους ενήλικες χρονικά διαστήματα από 30 έως 60 sec. Ζητείται από τους αθλητές στο χρονικό αυτό διάστημα να εκτελέσουν τον Μέγιστο Αριθμό Επαναλήψεων (ΜΑΕ) στο παραπάνω χρονικό διάστημα. Αυτό καθορίζει την Μέγιστη Ένταση π.χ. το 100% η το ΜΑΕ στους κοιλιακούς μπορεί να είναι 30. Κατ' επέκταση καθορίζεται το επιμέρους ποσοστό έντασης που σχεδιάζεται να εκτελεσθεί π.χ. το 50% στην παραπάνω περίπτωση θα είναι το 15.
- Κατόπιν επιλέγεται ο αριθμός ασκήσεων. Συνήθως είναι 8-12 ασκήσεις.
- Κατόπιν επιλέγονται οι ασκήσεις που θα εκτελεσθούν
- Η ολοκλήρωση της εκτέλεσης του επιλεγόμενου αριθμού ασκήσεων λέγεται περιφορά.
- Συνεχόμενα επαναλαμβανόμενες περιφορές διαμορφώνουν την περιστροφή.
- Για τους προέφηβους η επιβάρυνση ποικίλει. Για παράδειγμα η διάρκεια μπορεί να είναι αρχικά 10 sec και σταδιακά να αυξάνει. Με την

ίδια λογική καθορίζεται και ο αριθμός των ασκήσεων που μπορεί αρχικά να είναι 6-8.

- Στους αθλητές μικρής ηλικίας προηγείται η συνεχόμενη κυκλική προπόνηση, ακολουθεί η διαλειμματική και σταδιακά χρησιμοποιείται η σύνθετη διαλειμματική.

Η κυκλική προπόνηση παρουσιάζεται με τις παρακάτω μορφές:

1. Συνεχόμενη κυκλική προπόνηση:

Τα βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου αυτής είναι ότι

- ♦ Δεν δίνεται διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων. Σχετικός χρόνος διαλείμματος είναι ο χρόνος μετάβασης από άσκηση σε άσκηση.
- ♦ Το διάλειμμα δίνεται μεταξύ των κύκλων και κάθε κύκλος περιλαμβάνει από 3-6 περιστροφές.
- ♦ Δεν δίνεται ορισμένος χρόνος εκτέλεσης για την κάθε άσκηση.

Αναλυτικότερα το πρόγραμμα φαίνεται στον πίνακα.1

Πίνακας 1: Συνεχόμενη Κυκλική Προπόνηση.

Ένταση	50% του ΜΑΕ σε χρονική διάρκεια εκτέλεσης 30" ή 1'
Αριθμός ασκήσεων	8-12
Αριθμός Περιφορών	3-6
Αριθμός κύκλων	1-2
Δεν δίνεται διάλειμμα μεταξύ των περιφορών παρά μόνο μεταξύ των κύκλων που είναι 2-3 min.	
Παρατήρηση: Η επιβάρυνση που αναφέρεται παραπάνω προσαρμόζεται ανάλογα με την ηλικία	

2. Διαλειμματική κυκλική προπόνηση:

Στην διαλειμματική προπόνηση:

- Δίνεται διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων.

- Η εκτέλεση της κάθε άσκησης έχει συγκεκριμένη διάρκεια.
- Περιφορά και κύκλος ταυτίζονται.

Παράδειγμα τέτοιου προγράμματος φαίνεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: Διαλειμματική Κυκλική Προπόνηση.

Ένταση	50% του ΜΑΕ σε 30"
Αριθμός ασκήσεων	8-12
Διάλειμμα μετά από κάθε άσκηση	30"
Αριθμός περιφορών	2-3
Διάλειμμα μετά από περιφορά	2-3'

Παρατήρηση: Στους αθλητές προεφηβικής ηλικίας:

- Η Ένταση μπορεί να είναι μικρότερη του 50% του ΜΑΕ
- Η διάρκεια της κάθε άσκησης μπορεί να είναι επίσης μικρότερη των 30 sec.
- Αν επιλεγεί μικρότερο χρονικό διάστημα, τότε και ο ΜΑΕ προσαρμόζεται στον μέγιστο αριθμό επαναλήψεων που αντιστοιχεί στην παραπάνω περίοδο.

3. Σύνθετη κυκλική προπόνηση:

Χαρακτηριστικά της άσκησης αυτής είναι ότι:

- Συνεχόμενη εκτέλεση χωρίς διάλειμμα από άσκηση σε άσκηση.
- Με την υψηλότερη δυνατή ένταση.
- Συνδυάζει τακτική και φυσική κατάσταση.
- Καλλιεργεί εκτός από την αντοχή και την επιδεξιότητα.
- Η διάρκεια αρχικά της κάθε περιφοράς είναι 5-6 sec και σταδιακά θα φθάσει στα 15-20 sec.

Πυραμιδική μέθοδος για την προπόνηση αντοχής δύναμης

Η μέθοδος αυτή κύρια εφαρμόζεται στα παιδιά ηλικίας 12χ και αφού έχουν προηγηθεί όλες οι προηγούμενες μέθοδοι προπόνησης. Οι επιλεγόμενες αντιστάσεις είναι από 30-70% της ΜΔΔ. Βασική προϋπόθεση είναι να βρεθεί ο μέγιστος αριθμός επαναλήψεων που αντιστοιχεί σε κάθε ένταση.

Για να γίνει αυτό θα πρέπει να προηγηθεί προσδιορισμός της ΜΔΔ (Μέγιστης Δύναμης) δηλαδή του βάρους που μπορεί να εκτελεσθεί σε μία μόνο επανάληψη (1 RM).

Στις αρχικές φάσεις προπόνησης δεν είναι απαραίτητο να εκτελείται ο μέγιστος αριθμός επαναλήψεων, αλλά το 1/2 ή το 1/3 από αυτές. Αναλυτικότερα το πρωτόκολλο προπόνησης φαίνεται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3: Πρόγραμμα αντοχής δύναμης με πυραμιδική μέθοδο.

Ένταση	30-70% της ΜΔΔ
Αριθμός επαναλήψεων	1/2 - 2/3 του μέγιστου αριθμού επαναλήψεων ανά ένταση
Σετ	4-6
Εντάσεις	30-70%. Τα σετ εκτελούνται σε πυραμιδική μορφή π.χ. 30 %, 40%, 50%, 60%, 70%.
Διάλειμμα μεταξύ των σετ	1,5 min
Συχνότητα προπόνησης	2-3 φορές την εβδομάδα

Βιβλιογραφία

Adams, K., C. Snow-Harter, A. Shelley, P. O'Shea, and M. Debeliso (1993). Weightlifters exhibit greater bone density and muscle strength than non-weightlifters [Abstract]. *Med. Sci. Sports Exerc. 25*(4): S188.

Ainsworth. J. (1970). The effects of isometric-resistive exercises with the Exer-Genie on strength and speed in swimming. *Doctoral disser*. , Univ. of Arkansas.

American Academy of Pediatrics. (1990) Strength training, weight and power lifting and bodybuilding by children and adolescents. *Pediatr. 86*:801-803.

Bailey. D., and A. Martin (1994) Physical activity and skeletal health on adolescents. *Pediatr. Exer. Sci. 6:*330-347.

Benton. J. (1984) Epiphyseal fractures in sports. *Phys. Sportsmen. 10*:63-71.

Blanksby. B., and K. Gregor (1981). Anthropometric, strength, and physiological changers in male and female swimmers with progressive resistance training. *Austral. J. Sport Sci. 1*:3-6.

Blimkie C. (1989). Age- and sex- associated variation in strength during childhood: Anthropometric, morphologic, neurologic, biomechanical, endocrinologic, genetic, and physical activity correlates. In: *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, Vol. 2:Youth. Exercise and Sport*. C.V. Gisolfi and D.R. Lamb, eds. Indianapolis: Benchmark.pp. 99-163.

Blimkie. C (1993). Benefits and risks of resistance training in youth. In: *Participation in Children's Sports.* B. Cahill and A. Pearl, eds. Champaign, IL: Human Kinetics. Pp. 133-167.

Blimkie. C. (1992) Resistance training during pre- and early puberty: Efficacy, trainability, mechanisms, and persistence. *Can. J. Sport Sci. 17*:264-279.

Blimkie. C. (1993) Resistance training during preadolescence. Issues and controversies. *Sports Med. 15*:389-407.

Blimkie. C., J. Martin, D. Ramsay. D. Sale, and D. Mac-Dougall (1989).The effects of detraining and strength development in prepubertal boys [Abstract]. *Can. J. Sport Sci. 14*:104P.

Blimkie. C., S. Rise, C. Webber, J. Martin, D. Levy, and C. Gordon (1993). Effects of resistance training on bone mass and density in adolescent females. *Med. Sci. Sports Exerc. 25 (Suppl.):* S48.

Brady, T., B. Cahill, and L. Bodnar (1982) Weight training related injuries in the high school athlete. *Am. J. Sports Med. 10*:1-5.

Bright. R., A. Burstein, and S. Elmore (1974). Epiphyseal-plate cartilage. *J. Bone Joint Surg. 56-A:* 688-703.

Brown. E., and R. Kimball (1983)Medical history associated with adolescent power lifting. *Pediatr. 72*:636-644.

Brown. E., W. Lillegard, R. Henderson. D. Wilson, E. Lewis, D. Hough, and K. Stringer (1992). Efficacy and safety of strength training with free weights in prepubescents to early post pubescents [Abstract]. *Med. Sci. Sports Exerc. 24:*S82.

Bulgakova.N., A. Vorontsov, and T. Fomichenko (1990). Improving the technical preparedness of young swimmers by using strength training. *Sov. Sports Rev. 25*:102-104.

Cahill, B., and E. Griffith (1978) Effect of preseason conditioning on the incidence and severity of high school football knee injuries. *Am. J. Sports Med. 6:*180-184.

Calfas, K., and W. Taylor (1994). Effects of physical activity on psychological variables in adolescents. *Pediatr. Exer. Sci. 6*:406-424.

Chandler, T., and W. Kibler (1995) Muscle training in injury prevention. In: *The Olympic Book of Sports Medicine: Sports Injuries and Their Prevention*. P. Renstron. ed. Oxford: Blackwell. Pp.252-261.

Colliander, E.B., & Tesch, P.A. (1988) Blood pressure in resistance-trained athletes. *Canadian Journal of Sports Sciences, 13*, 31-34.

Conroy, B., W. Kraemer, C. Maresh, and G. Dalsky (1992). Adaptive responses of bone to physical activity. *J. Med., Exer., Nutr. Health 1(2)*: 64-74.

Conroy, B., W. Kraemer. C. Maresh. S. Fleck, M. Stone, A. Fry, P. Miller, and G. Dalsky (1993) Bone mineral density in elite junior Olympic weightlifters. *Med. Sci. Sports Exerc. 25:*1103-1109.

De Renne, C., R. Hetzler, B. Buxton, and K. Ho (1996) Effects of training frequency on strength maintenance in pubescent baseball players. *J. Strength and Cond. Res. 10*:8-14.

Docherty, D., H. Wenger, M. Collis, and H. Quinney(1987) The effects of variable speed resistance training on strength development in prepubertal boys. *J. Hum. Mumt. Stud. 13*:377-382.

Dominguez, R. (1978) Shoulder pain in age group swimmers. In: *Swimming Medicine IV.* B. Erikkson, B. Furberg, eds. Baltimore: University Park Press. Pp. 105-109.

Dudley, G.A., & Fleck, S.J. (1987) Strength and endurance training. Are they mutually exclusive? *Sports Medicine, 4*, 79-85.

Duffner, B. (1984). Die Trainierbarkeit der Maximalkraft im Kindesalte [The trainability of maximal strength during childhood]. Zulassungsarbeit fur das Lehramt, Sportwissenschaftliches Institut der Universitat Freiburg. (Cited in Mersch and Stoboy,1989)

Ewart, C (1989) Psychological effects of resistive weight training: Implications of cardiac patients. *Med. Sci. Sports Exerc. 21*:683-688.

Fahey, T.D., Akka, L., & Rolph, R. (1975) Body composition and VO_2max of exceptional weight-trained athletes. *Journal of Applied Physiology, 39*, 559-561.

Faigenbaum A; Zaichkowsky L; Westcott W; Long C; La Rosaloud R; Micheli L; Outerbridge A. (1997) Psychological effects of strength training on children. *Journal of sport behavior.* 164-175 10.

Faigenbaum, A. (1995) Psychosocial benefits of prepubescent strength training. *Strength and Cond. 17*(2): 28-32.

Faigenbaum, A., L. Zaichkowsky, W. Westcott, L. Micheli, and A. Fehlandt (1993).The effects of a twice per week strength training program on children. *Pediatr. Exer. Sci. 5*:339-346.

Faigenbaum, A., W. Westcott, L. Micheli, A. Outerbridge, C. Long, R. LaRosa-Loud, and L. Zaichkowsky (1996) The effects of strength training and detraining on children. L. *Strength and Cond. Res. 10*:109-114.

Falk, B., and G. Mor (1996) The effects of resistance and martial arts training in 6 to 8-year-old boys. *Pediatr. Exer. Sci. 8*:48-56.

Fleck S.J., & Dean, L.S. (1987) Resistance training experience and the pressor response during resistance training. *Journal of Applied Physiology, 63*,116-120.

Fleck, S. (1994) Detraining: Its effects on endurance and strength. *National Strength and Conditioning Association Journal, 16*(1), 22-28.

Fleck, S., and W. Kraemer (1987) *Designing Resistance Training Programs*. Champaign, IL: Human Kinetics

Ford, H., and J. Puckett (1983) Comparative effects of prescribed weight training and basketball programs on basketball skill test scores of ninth grade boys. *Percep. Mot. Skills 56:*23-26.

Fripp, R., and J. Hodgson (1987) Effect of resistive training on plasma lipid and lipoprotein levels in male adolescents. *J. Pediatr. 111*:926-931.

Fukunaga, T., K. Funato, and S. Ikegawa (1992). The effects of resistance training on muscle area and strength in prepubescent age. *Ann. Physiol. Anthropol. 11:*357-364.

Garrett, W., M. Safran. A. Seaber, R. Blisson, and B. Ribbeck (1987) Biomechanical comparison of stimulated and non-stimulated skeletal muscle pulled to failure. *Am. J. Sports Med. 15:*448-454.

Godin, G., P. Valois, R. Shephard, and R. Desharnais (1987). Prediction of leisure-time exercise behavior: A path analysis (LISREL V). *J. Beh. Med. 10*:145-158.

Goldberg, L., Elliot, D.L., Schutz, R.W., & kloster, F.E (1984) Changes in lipid and lipoprotein levels after weight training. *Journal of the American Medical Association, 252*, 504-506.

Gould, D. (1993) Intensive sport participation and the prepubescent athlete: Competitive stress and burnout. In: *Intensive Participation in Children's Sports*. B. Cahill and A. Pearl. Eds. Champaign. IL: Human Kinetics. Pp.19-38.

Gumbs. V., D. Segal, J. Halligan, and G. Lower (1982). Bilateral distal radious and ulnar fractures in adolescent weight lifters. *Am. J. Sports Med. 10*:375-379.

Gutin. B., and M. Kasper (1992). Can vigorous exercise play a role in osteoporosis prevention? A review. *Osteopor. Intern. 2(2):* 55-69.

Hakkinen, K., A. Mero, and H. Kavhanen (1989). Specificity of endurance, sprint, and strength training on physical performance capacity in young athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitn. 29*:27-35.

Hamill. B. (1994). Relative safety of weight lifting and weight training. *J. Strength and Cord. Res. 8:*53-57.

Harberg, J., A. Ehsani, D. Goldring, A. Hernandez. D. Sinacore, and J. Holloszy (1984). Effect of weight training on blood pressure and hemodynamics in hypertensive adolescents. *J. Pediatr. 104*:147-151.

Hassan SEA. (1991) *Die Trainierbarkeit der Maximalkraft bei 7- bis 13 jahrigen Kindern*. Leistungssport 5: 17-24.

Hawkins, R., and J. Kennedy (1980). Impingement syndrome in athletes. *Am. J. Sports Med. 8:*151-158.

Heiser. T., J. Weber. G. Sullivan, P. Clare, and P. Jacobs (1984). Prophylaxis and management of hamstring muscle injuries in intercollegiate football. *Am. J. Sports Med. 12*:368-370.

Hejna, W., A. Rosenberg, D. Buturusis, and A. Krieger (1982). The prevention of sports injuries in high school students through strength training. *NSCA Journal 4(1):*28-31.

Hettinger TH (1958). Die Trainierbarkeit menschlicher Muskeln in Abhangigkeit vom. Alter und Geschlecht. Internationale Zeitschrift fur angewandte *Physioligie einschliesslich Arbeitsphysiologie 17*: 371-377.

Holloway, J., A. Beuter, and J. Duta (1988). Self –efficacy and training in adolescent girls. *J. Appl. Soc. Psych. 18*:699-719.

Isaacs, L., R. Pohlman, and Craig (1994). Effects of resistance training on strength development in prepubescent females [Abstract]. *Med. Sci. Sports Exerc. 26:*S210.

Jackson, D., L. Wiltse, R. Dingeman, and M. Hayes (1981). Stress reactions involving the pars interarticularis in young athletes. *.Am. J. Sports Med. 9*:304-312.

Jacobson, S. (1963) Sequence of myelization in the brain of albino rat. A. Cerebral cortex, thalamus and related structures*. Journal of Composite Neurology, 121*, 5-29.

Jenkins, N., and W. Mintowt-Czyz (1986) Bilateral fracture separations of the distal radial epiphyses during weight-lifting. *Br. Sports MED. 20*:72-73.

Jesse, J. P. (1979) Olympic lifting movements endanger adolescents. *The Physician and Sportsmedicine, 5*, 60-67.

Jesse, J.P. (1979) Misuse of strength development programs in athletic training. *The Physician and Sports medicine, 7*, 46-52.

Kato, S., & Ishiko, T. (1964) Obstructed growth of children's bones due to excessive labor in remote comers. In S. Kato (Ed.), *Proceedings of the International Congress of Sport Sciences.* Tokyo: Japanese Union of Sport Sciences. pp. 476

Kirsten. G (1963). Der Einfluss isometrischen Muskeltrainings auf die Entwicklung der Muskekraft. Jugendlicher Internationale Zeitschrift fur Angewandte Physiologie E *Inschliesslich Arbeits- Physiologie 19*: 387-402.

Kraemer W, Fleck (1994). *Ανάπτυξη δύναμης σε παιδιά και εφήβους*. Ελληνική έκδοση. Salto σελ. 20.

Kraemer, W. (1988) Endocrine response to resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc. 20(Suppl):* 152-157.

Kraemer, W., A. Fry, P. Frykman, B. Conroy, and J. Hoffman (1989). Resistance training and youth. *Pediatr. Exer Sci. 1*:336-350.

Kraemer, W., and Fleck, S. (1993) *Strength Training For Youth Athletes*. Champaign, IL. Human Kinetics.

Kraemer, W., and Fleck, S. (1997) *Designing Resistance Training Programs*. Champaign, IL. Human Kinetics.

Lehnhard, R., H. Lehnhard, R Young, and S. Butterfield (1996). Monitoring injuries on a college soccer team: the effect of strength training. *J. Strength and Cond. Res. 10*:115-119.

Longhurst, J.C., Kelly, A.R., Gonyea, W.J., & Mitchell, J.H. (1980) Echocardiographic left ventricular masses in distance runners and weight lifters. *Journal of Applied Physiology, 48,* 154-162.

Loucks, A. (1988) Osteoporosis prevention begins in childhood. In: *competitive Sports for Children and Youth.* E. Brown and C. Brown, eds. Champaign, IL: Human Kinetics. Pp. 213-223.

Lowery, G. (1973). *Growth and Development of Children.* Chicago: Yearbook Medical Publ.,

Luthi, J., Howald, H., Iaassen, H. (1986) Structural changes in skeletal muscle tissue with heavy resistance exercise. *International Journal of Sports Medicine, 7*, 123-127.

Mac Dougall JD, Tuxen D, Sale D, Moroz J, Sutton J (1995). Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *Journal of Applied Physiology 58*: 785-790.

Maffulli, N., and Pintore, E. (1990) Intensive training in young athletes. *British Journal of Sports Medicine, 24,* 237-239.

Malina, R. M., and Bouchard, C. (1991) *Strength and motor performance during growth. Growth, Maturation, and Physical Activity*, Champaign, IL.: Human Kinetics.

Mason, T. (1977) Is weight lifting deleterious to the spines of young people? *Br. J. Sports Med. 5:61*.

Mc Govern. M.B. (1984) Effects of circuit weight training on the physical fitness of prepubescent children. *Dissertation Abstracts International, 45*(2), 452A-453A.

Mersch, F., and H. Stoboy. (1989) Strength training and muscle hypertrophy in children. In: *children and Exercise XIII*. S. Oseid and K. Carlsen, eds. Champaign, IL: Human Kinetics. Pp. 165-182.

Metcalf, J., and S. Roberts (1993) Strength training and the immature athlete: An overview. *Pediatr. Nurs. 19*:325-332.

Micheli, L (1988) Strength training in the young athlete. In: *Competitive Sports For Children and Youth.* E. Brown and C. Brada, eds. Champaign, IL: Human Kinetics. Pp. 99-105.

National Strength and Conditioning Association. (1986) Youth resistance training: Position statement paper and literature review. *National Strength Journal, 18(6)*, 62-75.

National Strength and Conditioning Association. (1985) Position paper on prepubescent strength training. *NSCA Journal 7*(4):27-31.

Nau, K., Katch, R. Beekman, and M. Dick (1990). Acute intra-arterial blood pressure response to bench press weight lifting in children. *Pediatr. Exer. Sci. 2*:37-45.

Nielsen, B., K. Nielsen, M. Behrendt-Hansen, and E. Asmussen (1980). Training of "functional muscular strength" in girls 7-19 years old. In:

Children and Exercise IX. K. Berg and B. Eriksson, eds. Baltimore: University Park Press. Pp. 69-77.

Ozmun, J., A. Mikesky, and P. Surburg (1994). Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med. Sci. Spotrs Exerc. 26*:510-514.

Pfeiffer, R.D., and Francis, R.S. (1986) Effects of strength training on muscle development in prepubescent, pubescent, and post pubescent males. *Phys. Sportsmed. 14*:134-143.

Queary, J., and L. Laubach (1992). The effects of muscular strength / endurance training. *Technique 12*:9-11.

Ramsay, J., C. Blimkie, K. Smith, S. Garner, J. Mac- Dougall, and D. Sale (1990). Strength training effects in prepubescent boys. *Med. Sci. Sports Exerc. 22*:605-614.

Rians, C., A. Weltman, B. Cahill, C. Janney, S. Tippet, and F. Katch (1987). Strength training for prepubescent males: Is it safe? *Am. J. Sports Med. 15*:483-489.

Risser, W., J. Risser, and D. Preston (1990). Weight-training injuries in adolescents. *Am. J. Dis. Child. 144*:1015-1017.

Roberts, S. (1996) *Developing Strength in Children: A Comprehensive Guide*. Reston, VA. The American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance.

Rohmert, W. (1968) Rechts-Links-Vergleich bei isometrichen Armmuskeltraining mit verschiedenem Trainingsreiz bei achtjarigen Kindern. [right-left comparison of isometric arm muscle training with different training incentives with 8- year- old children]. *Int. Z. angew. Physiol. Rinschl. Arbeitsphysiol. 26*:363-393.

Rooks, D., and L. Micheli (1988) Musculoskeletal assessment and training: The young athlete. *Clin. Sports Med. 7*:641-677.

Rowe, P.H. (1979). Cartilage fracture due to weight lifting. *Br. J. Sports Med. 13*:130-131.

Rowland, T. (1990). *Exercise and Children's Health*. Champaign, IL: Human Kinitics,

Ryan. J., and G. Salciccioli (1976). Fractures of the distal radial epiphysis in adolescent weight lifters. *Am. J. Sports Med. 4*:26-27.

Sage, G. (1984). Neural transmission. In Wm. C. Brown (eds.). *Motor Learning and Control – A Neuropsychological Approach (5*), 71-86. Dubugue, IA: Wm. C. Brown.

Sailors. M., and K. Berg (1987). Comparison of responses to weight training in pubescent boys and men. *J. Sports Med. 27*:30-37.

Sale, D. (1988) Neural adaptation to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 20(suppl.)*, S135-S145.

Sale, D. (1989). Strength training in children. In: *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine.* G. V. Gisolfi and D.R. Lamb, eds. Indianapolis: Benchmark, Pp. 165-216.

Sallis, J., and K. Patrick (1994). Physical activity guidelines for adolescents: Consensus statement. *Pediatr. Exer. Sci. 6:*302-313.

Schafer J. (1991) Prepubescent and adolescent weight training: It is safe? It is beneficial? *National Strength and conditioning Association Journal. 13*(1) 39-45.

Servedio, F., Bartels, R., Hamlin, R., Teske, D., Shaffer, T., and Servedio, A. (1985) The effects of weight training using Olympic style lifts, on various physiological variables in prepubescent boys. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 17,* 288 (Abstract).

Servedio, F., R. Bartels, R. Hamlin, D. Teske, T. Shaffer, and A. Servedio (1985). The effects of weight training, using Olympic style lifts, on various physiological variables in pre-pubescent boys [Abstract]. *Med. Sci. Sports Exerc. 17*:288.

Sewall, L., and L. Micheli (1986). Strength training for children. *J Pediatr. Orthop. 6:*143-146.

Shepard, R. (1982). *Physical Activity and Growth*. Chicago: Yearbook Med. Publ.

Siegal, J., D. Camaione, and T. Manfredi (1989). The effects of upper body resistance training in prepubescent children. *Pediatr. Exerc. Sci. 1*:145-154.

Singer, K. (1984) Injuries and disorders of the epiphyses in young athletes. In: *Sport for Children and Youths.* M. Weiss and D. Gould, eds. Champaign, IL: Human Kinetics. Pp. 141-150.

Snow-Harter, C., and R. Marcus (1991). Exercise, bone mineral density and osteoporosis. In: *Exercise and Sport Science Reviews (Vol. 19*). J. Holloszy. Ed. Philadelphia: Williams & Wilkins. Pp. 351-388.

Snow-Harter, C., M. Bouxsein, B. Lewis, D. Carter, and R. Marcus (1992). Effects of resistance and endurance exercise on bone mineral status of young women: A randomized exercise intervention trial. *J. Bone Min. Res. 7*:761-769.

Staff P. (1982). The effect of physical activity on joints, cartilage, tendons and ligaments. *Scand. J. Soc. Med. 29 (Suppl.)*: 59-63.

Staron, R.S, Murray, T.F., Gilders, R.M., Hagetrman, F.C., Hikida, R.S. & Ragg, K.E. Influence of resistance training on serum lipid and lipoprotein concentrations in young men and women. *J. Strength Cond. Res. 14*:1 37-44.

Stone, M., H. O'Bryant. and J. Garhammer (1981). A hypothetical model for strength training. *J. Sports Med. Phys. Fitn. 21*:342-351

Tanner JM. (1962) *Growth at adolescent*. Blackwell Scientific Publications, Oxford

Tipton, C., S. James, W. Mergner, and T. Tcheng (1970). Influence of exercise on strength of medial collateral knee ligaments of dogs. *Am. J. Physiol. 218:*894-902.

Virvidakis, K., E. Georgiu, A. Korkotsidis, K. Ntalles, and C. Proukakis (1990). Bone mineral content of junior competitive weightlifters. *Int. J. Sports Med. 11*:244-246.

Vrijens, F. (1978). Muscle strength development in the pre- and post-pubescent age. *Med. Sport 11*:152-158.

Webb, D. (1990) Strength training in children and adolescents. *Pediatr. Clin. North Am. 37:*1187-1210.

Weltman, A., C. Janney. C. Rians, K. Strand, and F. Katch (1987). Effects of hydraulic-resistance strength training on serum lipid levels in prebubertal boys. *Am.J. Dis. Child. 141*:777-780.

Weltman, A., C. Janney. C. Rians, K. Strand, B. Berg, S. Tippit, J. Wise, B. Cahill, and F. Katch (1986). The effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males. *Med. Sci. Sports Exerc. 18*:629-638.

Westcott, W. (1992). A new look at youth fitness. *Am. Fitn. Quar. 11*(1): 16-19.

Westcott, W. (1979). Female response to weight lifting. *J. Phys. Ed. 77*:31-33.

Williams, D. (1991). The effect of weight training on performance in selected motor activities for preadolescent males [Abstract]. *J. Appl. Sport Sci. Res. 5*:170.

Wolohan, M., and L. Micheli (1990). Strength training in children. *J. Musculosket. Med. 7*(7): 37-52.

Zaricznyj, B., L. Shattuck. T. Mast, R. Robertson, and G. D'Elia (1980). Sports-related injuries in school-aged children. *Am. J. Sports Med. 8:*318-324.

Zatsiorsky, V. (1995). *Science and Practice of Strength Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Κεφάλαιο 3	*Ταχύτητα - αλτικότητα*

Μιχαηλίδης Χαράλαμπος Ph.D.
Τσιαδήμας Χρήστος M. Sc., Κοτζαμανίδης Χ

Α. Προπόνηση Δρομικής Ταχύτητας(ΔΤ)

Η ταχύτητα είναι μια σύνθετη κινητική ιδιότητα που αποτελείται από τις παρακάτω μορφές (Godik and Zatziorski 1965):

α. Ταχύτητα αντίδρασης

β. Ταχύτητα της εκτελούμενης κίνησης

Ταχύτητα αντίδρασης

Ως ταχύτητα αντίδρασης εννοείται ο χρόνος που παρεμβάλλεται από την εκδήλωση του εξωτερικού ερεθίσματος μέχρι την έναρξη της κίνησης.Διακρίνεται σε δύο φάσεις τον λανθάνοντα χρόνο και την Ηλεκτρομηχανική καθυστέρηση. Ο λανθάνων χρόνος είναι η χρονική διάρκεια από την εναρξη του σήματος εως την ενεργοποίηση του μυός ενώ η Ηλεκτρομηχανική καθυστέρηση είναι ο χρόνος που παρεμβάλλεται από την ενεργοποίηση του μυός εως και την εναρξη της κίνησης η σύσπασης. Από τις δύο αναφερόμενες φάσεις από την προπόνηση φαίνεται να επιρεάζεται μόνο η Φάση της Ηλεκτρομηχανικής καθυστέρησης

Διακρίνονται τρεις περιπτώσεις ταχύτητας αντίδρασης: Αντίδραση σε ακουστικά, οπτικά και σωματοαισθητικά ερεθίσματα. Από τις αναφερόμενες περιπτώσεις οι μικρότεροι χρόνοι ταχύτητας αντίδρασης ανιχνεύθηκαν σε σωματοαισθητικά, κατόπιν στα ακουστικά και μετά στα οπτικά ερεθίσματα (Grosser et al. 1980, Zatziorski 1970, Weihert 1979)

Η οπτική αντίδραση (Ο.Α.) με τη σειρά της χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: την απλή οπτική αντίδραση (Α.Ο.Α.) και τη σύνθετη οπτική αντίδραση (Σ.Ο.Α.). Οι διαφορές των δύο αυτών κατηγοριών οφείλονται στην ποιότητα του ερεθίσματος.

Στην Α.Ο.Α., που ο χρόνος της κυμαίνεται περίπου στα 150 msec, το ερέθισμα είναι εκ των προτέρων γνωστό, π.χ. το να ανάβει ένα λαμπάκι (Demeter 1972). Βρέθηκε ότι τα άνω άκρα είναι πιο γρήγορα από τα κάτω μέχρι και 25%, ενώ τα μη επικρατούντα μέλη υστερούν κατά 5-8% από τα επικρατούντα (Zeiers 1984).

Στη Σ.Ο.Α. όμως, το ερέθισμα είναι ασταθές, απρόβλεπτο και μη αναμενόμενο. Συνήθως είναι κινούμενο αντικείμενο με μη καθορισμένη αυστηρά αφετηρία, κατεύθυνση, τροχιά και ταχύτητα. Μπορεί να είναι δηλαδή κινούμενος άνθρωπος ή υλικό αντικείμενο, που συνήθως είναι η μπάλα. Οι χρόνοι που ανιχνεύθηκαν κυμάνθηκαν από 300 msec μέχρι και 1'' (Singer 1974, Weihert 1979, Williams and MaFarlain 1975, Zeliaskov 1986).

Ο μηχανισμός της Σ.Ο.Α. σύμφωνα με τον Zatziorski (1970), έχει τις παρακάτω 5 φάσεις:

1. Την κίνηση του βλέμματος για τη συνάντηση της μπάλας.
2. Διοπτρική προσαρμογή: τελική προσαρμογή των ματιών στο κινούμενο αντικείμενο.
3. Λήψη απόφασης για την επιλογή της κίνησης.
4. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την διέγερση του μυός (Λανθάνων χρόνος) μετά την λήψη της απόφασης.

Για μία σειρά αθλήματα γίνεται φανερό ότι κυρίαρχη επιλογή είναι η Σ.Ο.Α., γιατί είναι σπάνιες, αν όχι ανύπαρκτες, οι περιπτώσεις που στη διάρκεια του αγώνα θα χρειαστεί Α.Ο.Α..

Παράγοντες που επηρεάζουν την Σ.Ο.Α. είναι:

1. Ο χρόνος πτήσης της μπάλας

Έχει διαπιστωθεί ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος πτήσης της μπάλας, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα οπτικής προσαρμογής και ταχύτητας απόκρουσης (McGillivary 1979, Nessler 1973, Whiting 1970, Zatziorski et al. 1981). Οι εργασίες των Whiting et al. (1973), έδειξαν ότι ο χρόνος παρατήρησης η πτήσης ενός ριπτόμενου αντικειμένου γύρω στα 300 msec θεωρείται χρόνος επαρκής για μία αποτελεσματική αντίδραση. Μια

σχετική μείωση του χρόνου παρατήρησης από 300 msec στα 225 msec προκαλεί σημαντικότατες μειώσεις στην αποτελεσματικότητα απόκρουσης. Χρόνοι γύρω στα 100-150 msec (Kaziev et al. 1986, Whiting et al. 1973) θεωρούνται χρόνοι που δεν μπορεί αντικειμενικά να αντιδράσει σε καμία περίπτωση ο παίκτης. Το διάστημα πτήσης 150-200 msec είναι το σημείο της σημαντικής διαφοροποίησης των ταλέντων στην απόκρουση και ενδεχόμενα ένα δεδομένο επιλογής του καλού τερματοφύλακα.

Διαπιστώθηκε ακόμη ότι ο χρόνος πτήσης που θεωρείται επαρκής για μία πετυχημένη απόκρουση ελαττώνεται με την εξειδικευμένη προπόνηση (Whilliams and McFarlain 1975).

Για μία σειρά αθλήματα όπως είναι το χάντμπολ έχουν καταγραφεί χρόνοι πτήσης από 150-300 msec (Kornexl 1970). Ο χρόνος αυτός είναι δεν είναι επαρκής για την επιλογή και εκτέλεση της κίνησης. Η Σ.Ο.Α. κρίνεται απαραίτητη για την καταλληλότερη απόκρουση σε ρίψεις που διενεργούνται στην διάρκεια του αγώνα όπου δεν υπάρχει σταθερότητα απόστασης και ρίψης. Οι εργασίες του Kornexl (1970), επιβεβαίωσαν την άποψη αυτή, ότι δηλαδή δεν υπάρχουν σταθεροί χρόνοι πτήσης της μπάλας. Διαπίστωσαν δε ότι ο χρόνος πτήσης εξαρτάται τόσο από την ταχύτητα όσο και από την απόσταση ρίψης.

2. Η συνδυαστική κίνηση του κεφαλιού με την κίνηση του ματιού

Στη φάση παρακολούθησης της μπάλας η συνδυαστική αυτή κίνηση δίνει τη δυνατότητα για μικρότερο χρόνο προσαρμογής του ματιού στη μπάλα σε σχέση με τις περιπτώσεις που το κεφάλι κρατιέται σταθερό και κινείται μόνο το μάτι (Gippaireiter 1971).

3. Η ικανότητα σταθεροποίησης του ματιού

Έχει αποδειχθεί ότι όταν ένας άνθρωπος παρατηρεί ή τείνει να παρατηρήσει κάτι τότε το μάτι, σύμφωνα με τον Marx (1989), χρησιμοποιεί πέντε τρόπους παρατήρησης. Ένας από τους τρόπους αυτούς και ειδικότερα στις αθλοπαιδιές (Basslikov 1989) είναι ο τρόπος των σακαδικών αλμάτων. Συγκεκριμένα για να στραφεί το μάτι στο υπό παρατήρηση αντικείμενο δεν ακολουθεί μια γραμμική πορεία πάντα, αλλά μια αλματική (saccadic jumps,

Sage 1977). Θεωρείται ότι όμως μεταξύ των σακαδικών αλμάτων το μάτι μένει σταθερό και ότι όσο πιο συχνά σταθεροποιείται το μάτι, τόσο μεγαλύτερη αξία απαιτεί η προσλαμβανόμενη πληροφορία (Basslikov 1989) και κατ' επέκταση μειώνεται περισσότερο και η Σ.Ο.Α.. Βρέθηκε ακόμη ότι οι εμπειρότεροι αθλητές έχουν κατά πολύ μικρότερο αριθμό σταθεροποιήσεων σε σχέση με τους αρχάριους (Bard and Fleury 1976).

4. Από την εξειδίκευση

Διαπιστώθηκε ότι η Σ.Ο.Α. μικραίνει ανάλογα με την ειδική αγωνιστική θέση. Από το (Kaziev and Basslikov 1985) διαπιστώθηκε ότι οι Τ/Φ έχουν για κάθε περίπτωση μικρότερη Σ.Ο.Α. από όλους τους άλλους παίκτες διαφορετικών αγωνισμάτων(γράφημα 3.1)

5. Από το μέγεθος της οπτικής εικόνας

Έχει τεκμηριωθεί ότι όσο μεγαλύτερη είναι η κινητική επιφάνεια ανάλυσης του επιλεγόμενου στοιχείου, τόσο περισσότερο μεγαλώνει και η πρόβλεψη και κατ' επέκταση μειώνεται η Σ.Ο.Α.. Σε πειράματα Τ/Φ ποδοσφαίρου βρέθηκε ότι το ποσοστό απόκρουσης μεγάλωνε ακόμη και σε πέναλτι όταν ο Τ/Φ έπαιρνε εικόνες και από άλλα μέρη του σώματος του εκτελούντος σε σχέση με την περίπτωση που έβλεπε μόνο τη μπάλα ή κάποιο μεμονωμένο σημείο του σώματος (Curkov 1982, Puny and Curkov 1974).

5. Από την ικανότητα πρόβλεψης

Ο χρόνος της Σ.Ο.Α. μειώνεται όταν προβλέπεται η κατεύθυνση της ρίψης. Η πρόβλεψη επιτυγχάνεται:

- Με την συγκέντρωση του βλέμματος στο χέρι της ρίψης. Συγκεκριμένα το βλέμμα πρέπει να συγκεντρώνεται μετά την χρονική φάση που το χέρι αιωρείται προς τα πίσω, πάνω στο χέρι και όχι στα αλλά μέρη του σώματος.
- Με την καταγραφή των κινήσεων που επιλέγει ανά αγωνιστική φάση ο Τ/Φ.

6. Το μέγεθος της μπάλας

Διαπιστώθηκε ακόμη ότι και το μέγεθος της μπάλας είναι επίσης ένας παράγοντας που επηρεάζει την Σ.Ο.Α.. Συγκεκριμένα η Σ.Ο.Α. μειώνεται όσο αυξάνει το μέγεθος της μπάλας και αντίστροφα.

7. Από την κόπωση

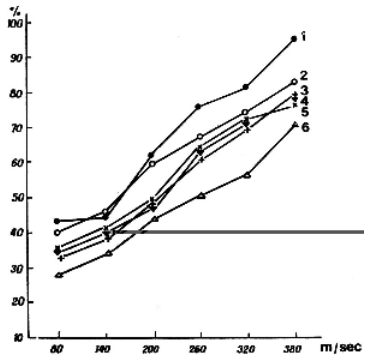
Το φαινόμενο αυτό έχει καταγραφεί σε καταστάσεις υποξαιμίας και υπογλυκαιμίας (Verhosianski 1988), δεδομένο που πρέπει να αποδοθεί στον αρνητικό επηρεασμό των διαδικασιών που επέρχονται είτε σε επίπεδο κεντρικού νευρικού συστήματος είτε σε επίπεδο νευρομυϊκής λειτουργίας.

8. Από την κατεύθυνση της ρίψης

Έχει διαπιστωθεί ότι η Σ.Ο.Α. επηρεάζεται από την κατεύθυνση της ρίψης (Kaziev and Basslikov 1985). Ο χρόνος μειώνεται για παράδειγμα όταν η μπάλα κατευθύνεται έξω από το σώμα παρά όταν κατευθύνεται πάνω σε αυτό.

Από τα παραπάνω εξάγονται οι παρακάτω προπονητικές κατευθύνσεις για την προπόνηση της Σ.Ο.Α.:

- Απαιτείται ξεκούραστο Κ.Ν.Σ. γι' αυτό και η προπόνηση της Σ.Ο.Α. πρέπει να τοποθετείται στην αρχή της Π.Μ. ή σε ξεκούραστες Π.Μ. του μικρόκυκλου.
- Η προπόνηση κύρια θα πρέπει να βασίζεται στον παράγοντα διοπτρικής προσαρμογής και όχι στη βελτίωση της ταχύτητας Α.Ο.Α.. Το δεδομένο αυτό δείχνει ότι η κυρίαρχη τάση είναι να μπορεί ο παίκτης να συναντά οπτικά τη μπάλα στο μικρότερο δυνατό χρόνο.
- Η κατεύθυνση της μπάλας στη διάρκεια των ρίψεων πρέπει να είναι μεταβλητή και όχι σταθερή.
- Οι κινήσεις του σώματος του ρίπτη δεν πρέπει να είναι στερεότυπες αλλά και μεταβαλλόμενες καθώς και οι χρησιμοποιούμενες ρίψεις.



Γράφημα 3.1: Επίδραση της αγωνιστικής εξειδίκευσης στην απόκρουση μπάλας
[1: Τερματοφύλακες, 2: Μπασκετμπολίστες, 3: Τενίστες, 4: Μποξέρ, 5: Χαντμπολίστες, 6: Γυναίκες] (Kaziev and Basslikov 1985).

Ταχύτητα κίνησης

Ως δείκτης ανάλυσης για την αξιολόγηση της ταχύτητας υπολογίζονται διάφορες δρομικές αποστάσεις από 10-100 μ. Στην περίπτωση αυτή η ταχύτητα λέγεται δρομική ταχύτητα. Είναι γνωστό ότι σε μία δρομική απόσταση η ταχύτητα έχει διάφορες επιμέρους φάσεις. Η αρχική προσέγγιση διαχώριζε την ταχύτητα σε δύο φάσεις: την επιτάχυνση όπου η ταχύτητα συνεχώς αύξανε και τη φάση μεγιστοποίησης της ταχύτητας όπου προσεγγιζόταν η μέγιστη ταχύτητα και επιδιωκόταν η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη χρονική επιμήκυνσή της (Van Ingen Scenau, De Coning and De Groot, 1994). Ο διαχωρισμός αυτός γινόταν με υπολογισμό χρόνου ανά 10μ (Murase, Hoshikawa, Yasuda, Ikegami and Matsui, 1976). Με τη χρήση της παραγοντικής μεθόδου και με υπολογισμό μεταβολής χρόνου ανά 2μ, η δρομική ταχύτητα κατανεμήθηκε σε τρεις φάσεις με τα παρακάτω ποσοτικά χαρακτηριστικά (Delecluse 1997; Delecluse et al., 1995):

- Την αρχική επιτάχυνση από 0-10μ
- Την ενδιάμεση επιτάχυνση έως τα 36 μ
- Τη σταθεροποίησης της ταχύτητας μετά τα 36μ.

Η επιτάχυνση γενικότερα, ανάλογα με την ηλικία και το επίπεδο απόδοσης, όπως στους σπρίντερς υψηλής απόδοσης διαρκεί μέχρι 50-60μ και κατόπιν ακολουθεί η φάση σταθεροποίησης. Έτσι οι συνήθως λαμβανόμενες αποστάσεις -έως και 30μ.- ως δείκτες δρομικής ταχύτητας ουσιαστικά αντιστοιχούν στις φάσεις της επιτάχυνσης (Delecluse 1997; Brugemman and Glad, 1990)

Η δρομική ταχύτητα είναι ένα τελικό αποτέλεσμα του μήκους διασκελισμού και της συχνότητας διασκελισμού. Το μήκος του διασκελισμού είναι κυρίως υπόθεση δύναμης, ελαστικότητας και τεχνικής ενώ η συχνότητα διασκελισμού υπόθεση του νευρικού συστήματος (Mero et al., 1981). Ο ευνοϊκός συνδυασμός αυτών των δύο παραμέτρων προκαλεί τη μεγιστοποίηση της δρομικής ταχύτητας (Mero et al., 1981). Έχει ακόμη αναφερθεί ότι η ταχύτητα βελτιώνεται μέσω της παράλληλης αύξησης του μήκους και της συχνότητας του διασκελισμού, όταν τα επίπεδα της ταχύτητας είναι χαμηλά. Σε υψηλά επίπεδα η ταχύτητα (πάνω από 7m/s) βελτιώνεται κυρίως μέσω της αύξησης της συχνότητας και λιγότερο μέσω της αύξησης του διασκελισμού. Ουσιαστικά δηλ. σε μέγιστες σταθερές ταχύτητες η συχνότητα διασκελισμού είναι πιο καθοριστικός παράγοντας δρομικής ταχύτητας σε σχέση με το μήκος διασκελισμού

Διαφορές στην μεταβολή της επιτάχυνσης και της δρομικής ταχύτητας 0-30μ μεταξύ αγοριών και κοριτσιών.

που παραμένει αμετάβλητο (Kyrolainen, Komi, Belli 1999; Luchtanen and Komi, 1978; Mero and Komi, 1986; Mero et al., 1981; Tabatschnic et al., 1987).

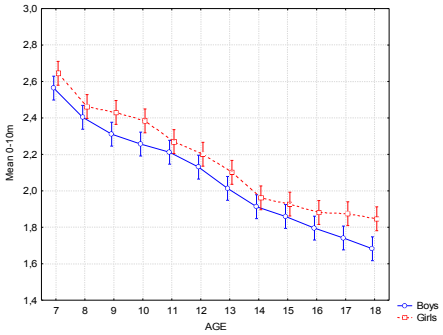
Παράγοντες δρομικής ταχύτητας(ΔΤ)

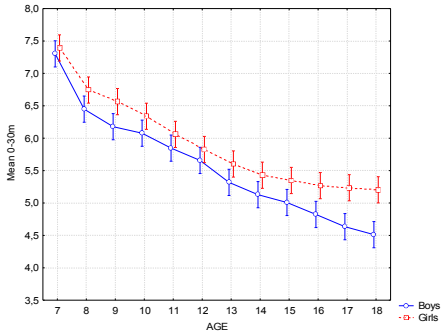
Η δρομική ταχύτητα με τη σειρά της επηρεάζεται από μία σειρά παραγόντων (Dietz et al., 1979; Mero et al. 1981; Horita et al. 1996; Mero et al. 1983; Mero and Komi, 1990) όπως:

Η ηλικία και το φύλο

Όλες οι ιδιότητες της ταχύτητας εξαρτώνται από το επίπεδο λειτουργικότητας των νευρικών διαδικασιών που εξελίσσονται κατά τη φάση της παιδικής ηλικίας και της προεφηβείας (Rowland, 1996). Στη διάρκεια της περιόδου αυτής η λειτουργικότητα του νευρικού συστήματος έχει αποδειχθεί ότι δεν έχει ολοκληρωθεί (Sinclair, 1989) τουλάχιστον όσον αφορά την αγωγιμότητα του νευρικού ερεθίσματος, τη μυελίνωση των κινητικών και αισθητηριακών νεύρων αλλά και τη λειτουργικότητα της νευρομυϊκής σύναψης. Φαίνεται ότι η διαδικασία αυτή ωρίμανσης του νευρικού συστήματος επηρεάζει και τη δρομική ταχύτητα. Η δρομική ταχύτητα διαπιστώθηκε ότι βελτιώνεται ραγδαία χωρίς την παρέμβαση της προπόνησης και για τα δύο φύλα μέχρι την ηλικία των 12 ετών. Μετά την ηλικία των 12 ετών οι ετήσιοι ρυθμοί μειώνονται με καταληκτική ηλικία περίπου τα 15-17 χρόνια (Branda et al., 1984; Grosser et al., 1994; Hahn, 1982).

Συγκριτικά με τα δύο φύλα έχει διαπιστωθεί ότι τα αγόρια υπερέχουν ελαφρά των κοριτσιών στη δρομική ταχύτητα χωρίς η διαφορά αυτή να είναι στατιστικά σημαντική, πριν την εφηβεία (Rowland 1996). Μετά την εφηβεία η διαφορά είναι σαφής υπέρ των αγοριών. Ουσιαστικα η δρομική ταχύτητα δεν βελτιώνεται στα κορίτσια μετα την εφηβεία. Η διαφοροποίηση αυτή κυρίως οφείλεται στο μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης που παρατηρείται στα αγόρια στη διάρκεια της εφηβείας (γράφ 3.2 Καλοπίσης 2005).





Γράφημα 3.2 Διαφορές στην μεταβολή της επιτάχυνσης και της δρομικής ταχύτητας 0-30μ μεταξύ αγοριών και κοριτσιών

Για περιόδους μέχρι την έναρξη της παιδικής ηλικίας η ταχύτητα βελτιώνεται κυρίως μέσω του παράγοντα κινητικής μάθησης. Αναλυτικότερα έχει αναφερθεί ότι μεταβάλλονται τα κινηματικά χαρακτηριστικά της δρομικής τεχνικής είτε αυτά αναφέρονται στις κινήσεις των άνω και κάτω άκρων καθώς και του σώματος (Tittel, 1992). Η ανάπτυξη της δρομικής ταχύτητας μετά την παιδική ηλικία οφείλεται αφενός στην αύξηση της συχνότητας διασκελισμού και αφετέρου στην αύξηση του μήκους διασκελισμού (Mero, 1998). Η αύξηση της συχνότητας είναι ένα νευρογενές κυρίως χαρακτηριστικό που οι υψηλότεροι ρυθμοί του μάλλον εντοπίζονται στην ηλικία των 9-12 χρόνων (Farfel, 1975; Branda et al., 1984).

Αντίθετα η αύξηση του μήκους διασκελισμού οφείλεται στην παράλληλη ανάπτυξη της δύναμης των κάτω άκρων η οποία με τη σειρά της προκαλεί και μείωση του χρόνου της στηρικτικής φάσης λόγω του ότι αυξάνεται η δύναμη ώθησης των κάτω άκρων (Jushkevitch, 1992; Branda et al., 1984). Παράλληλα με την επίδραση της ανάπτυξης της δύναμης στη δρομική ταχύτητα άλλοι παράγοντες που πιθανά επηρεάζουν τη δρομική ταχύτητα στη

διάρκεια της παιδικής ηλικίας είναι η παράλληλη βελτίωση της ισχύος (Kaneko, Sasaki and Fuchimoto, 1987), η αύξηση των αποθεμάτων φωσφορικών ενώσεων στον μυ και ο χρόνος χρήσης τους (Wadley and Le Rossignol, 1998).

Ο νευρομυϊκός συντονισμός

Η έννοια του νευρομυϊκού συντονισμού είναι σχετικά ασαφής για τη δρομική ταχύτητα. Θεωρείται δεδομένο ότι στη φάση της μεγιστοποίησης της ταχύτητας απαιτείται μία υψηλή συχνότητα διέγερσης των κινητικών μονάδων αλλά και παράλληλη ενεργοποίηση τόσο των αργών όσο και των γρήγορων κινητικών μονάδων όπου όμως ο ρόλος των γρήγορων κινητικών μονάδων θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικός (Sleivert, Backus and Wenger, 1995). Υποστηρίχθηκε ότι για τις πολύ γρήγορες και εκρηκτικές κινήσεις παρατηρήθηκε μία αντιστροφή της αρχής του μεγέθους του Henneman et al., (1965) κατά τη διάρκεια εκτέλεσης κίνησης με μέγιστη ταχύτητα. Παρατηρήθηκε δηλαδή διέγερση πρώτα των γρήγορων κινητικών μονάδων και κατόπιν των αργών αντί να συμβαίνει το αντίθετο. Ακόμη παρατηρήθηκε αναστολή της δράσης των αργών κινητικών μονάδων προκειμένου η κίνηση να γίνει ακόμη πιο γρήγορη (Sale 1988).

Πιο συγκεκριμένα έχει αναφερθεί

- Ότι στη διάρκεια της μεγιστοποίησης της ταχύτητας παρατηρείται μία υψηλότερη ενεργοποίηση της ηλεκτρικής δραστηριότητας των μυών σε σχέση με αυτή που παρατηρείται στη διάρκεια της μέγιστης ισομετρικής σύσπασης που θεωρείται και ως η μέγιστη βουλητική σύσπαση (Dietz et al., 1979).
- Σχετικές ακόμη έρευνες έχουν δείξει ότι η προπόνηση ταχύτητας βελτιώνει και την ταχύτητα κινητικής αγωγιμότητας των κάτω άκρων (Sleivert, Backus and Wenger, 1995)
- Απαιτείται υψηλή ικανότητα συντονισμού και εναλλαγής κίνησης άνω και κάτω άκρων με μεγάλη ταχύτητα (Radford, 1990)
- Ο τύπος της μυϊκής ίνας. Πλήθος ερευνών έχουν δείξει ότι γενικότερα οι αθλητές των εκρηκτικών αγωνισμάτων όπως πολύ καλοί δρομείς ταχύτητας, άλτες και αρσιβαρίστες κατέχουν μεγαλύτερο ποσοστό γρήγορων

κινητικών μονάδων στα κάτω άκρα σε σχέση με τα απροπόνητα άτομα ή ακόμη και σε σχέση με αθλητές άλλων αθλημάτων (Mero et al., 1981). Διαφορετική κατανομή μυϊκών ινών παρατηρήθηκε επίσης σε αγόρια και κορίτσια που συμμετείχαν σε διαφορετικά αγωνίσματα. Συγκεκριμένα, στους μικρούς δρομείς ταχύτητας βρέθηκε ένα ποσοστό 56% γρήγορων μυϊκών ινών ενώ στους δρομείς αντοχής 45% (Mero et al., 1990).

- Επίδραση της προπόνησης στην κατανομή των μυϊκών ινών. Ο Mero (1992) εξέτασε τη διαφοροποίηση της κατανομής των μυϊκών ινών σε μικρούς αθλητές (12,6-14,6 ετών) μετά από αναερόβια προπόνηση διάρκειας δύο ετών. Μετά τα 2 χρόνια ούτε η πειραματική ομάδα ούτε η ομάδα ελέγχου βελτίωσε την αναερόβια ικανότητα αλλά η πειραματική ομάδα αύξησε την κάθετη διατομή των γρήγορων μυϊκών ινών.

Αυτό το αποτέλεσμα δείχνει ότι η τακτική και συστηματική αναερόβια προπόνηση αυξάνει τη σχετική κάθετη διατομή των γρήγορων μυϊκών ινών σε έφηβα αγόρια. Ακόμα έρευνα του Mero (1993) εξέτασε τη νευρομυϊκή απόδοση και τα χαρακτηριστικά των μυϊκών ινών σε έφηβους αθλητές ισχύος (δρομείς ταχύτητας και άλτες). Η προπόνηση περιελάμβανε ασκήσεις δύναμης και ταχύτητας. Μετά από τα δύο χρόνια προπόνησης 4,6±1.3 φορές την εβδομάδα τα αγόρια παρουσίασαν αύξηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των κάτω άκρων (7,8%), αύξηση του κάθετου άλματος (10,5%) και αύξηση της ισχύος στο άλμα (12%). Η διατομή των μυϊκών ινών βρέθηκε να συσχετίζεται θετικά με τη μέγιστη ταχύτητα ($r=0,64$, $p<0,01$). Αυτά τα δεδομένα δείχνουν ότι η νευρομυϊκή απόδοση των αθλητών ισχύος βελτιώνεται κατά την εφηβεία. Πληροφορίες για μικρότερα παιδιά δεν είναι διαθέσιμες στη βιβλιογραφία.

Αρχιτεκτονική μυός

Έχει αναφερθεί ότι οι σπρίντερς έχουν μικρότερη γωνία πτέρωσης σε σχέση με τους αθλητές άλλων αθλημάτων και ειδικότερα με τους απροπόνητους (Kumagai et al., 2000). Η ιδιότητα αυτή προφανώς είναι αποτέλεσμα της μακρόχρονης προετοιμασίας και δίνει μηχανικά αποτελέσματα στους αθλητές ταχύτητας διότι αυτή η προσαρμογή ευνοεί την παραγωγή μεγαλύτερης σχετικής δύναμης, ισχύος και μηχανικής αποτελεσματικότητας (Kawakami, 1998). Παράλληλα βρέθηκε ότι (Kumagai et

al., 2000) οι σπρίντερς έχουν μεγαλύτερο μήκος μυϊκών ινών στους μυς των κάτω άκρων, ενώ το εύρος ποικίλει ανά μυϊκή ομάδα ή τμήμα μυός. Τα παραπάνω δεδομένα μπορούν να αποδοθούν είτε σε γενετικούς παράγοντες είτε στη χρόνια προπόνηση.

Η ταχύτητα περιλαμβάνει στη διάρκεια της στηρικτικής φάσης τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης ο οποίος, όπως είναι γνωστό, προκαλεί την αποθήκευση ελαστικής ενέργειας στους τένοντες κατά τη διάρκεια της διάτασης (έκκεντρης φάσης) η οποία κατόπιν απελευθερώνεται στην επικείμενη σύγκεντρη φάση (βράχυνση) (Cavagna et al., 1977). Η ικανότητα αυτή, κατ' επέκταση, θα έπρεπε να ήταν ιδιαίτερα αναπτυγμένη στους σπρίντερς όπως και στους αθλητές εκρηκτικών αθλημάτων. Σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι η εκρηκτική και υψηλής έντασης προπόνηση, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, βελτιώνει την ικανότητα αυτή (Pousson et al., 1990). Δεν υπάρχει μεγάλος αριθμός μελετών για την επίδραση της προπόνησης ταχύτητας στην ελαστικότητα των αρθρώσεων. Πρόσφατη έρευνα έχει δείξει ότι οι σπρίντερς έχουν σε σχέση με τους απροπόνητους μεγαλύτερη ελαστικότητα στον τένοντα του τετρακέφαλου μυός, ενώ ιδίου επιπέδου ελαστικότητας στον τένοντα του γαστροκνημίου. Το δεδομένο αυτό δείχνει ότι οι τένοντες των σπρίντερς δεν έχουν υψηλότερη ικανότητα αποθήκευσης ελαστικής ενέργειας από ότι οι απροπόνητοι σε όλες τους τις αρθρώσεις.

Μεταβολικοί παράγοντες

Η ταχύτητα απαιτεί υψηλή ισχύ και κατ' επέκταση γρήγορη παραγωγή ισχύος (Ward -Smith and Radford 2000; Bogdanis et al., 1998; Wadley and Le Rossignol, 1998). Για τον παραπάνω λόγο ο μηχανισμός της φωσφοκρεατίνης θεωρείται ότι είναι η βασικότερη πηγή ενέργειας για τη δρομική ταχύτητα.

Η δύναμη

Η επίδραση της δύναμης θεωρείται ότι είναι ένας έμμεσος παράγοντας επίδρασης στη δρομική ταχύτητα. Σύμφωνα με τον Delecluse (1997) στόχος του σχεδιασμού της προπόνησης είναι αρχικά η αύξηση της δύναμης και σταδιακά η χρησιμοποίησή της στη δρομική τεχνική. Παρόλα αυτά η σχετική βιβλιογραφία για την επίδραση της δύναμης στη δρομική ταχύτητα είναι

αντιφατική. Κάνοντας μία ανάλυση της κίνησης διαπιστώθηκε ότι οι βασικοί μυς που συνεισφέρουν στη δρομική ταχύτητα είναι οι εκτείνοντες μύες του ισχίου, οι εκτείνοντες και οι καμπτήρες μύες του γόνατος και οι πελματιαίοι καμπτήρες μύες της ποδοκνημικής άρθρωσης (Alexander 1989; Delecluse et al. 1995; Dowson et al., 1998; Sleivert et al. 1995; Nesser et al., 1996).

Παρόλα αυτά, η συσχέτιση της δύναμης των επιμέρους μυϊκών ομάδων στη δρομική ταχύτητα είναι αντιφατική. Υπάρχουν αναφορές που υποστηρίζουν ότι η μέγιστη ισοκινητική ροπή των κάτω άκρων δεν συσχετίζεται με τη δρομική ταχύτητα (Kukolj et al 1999; Alexander 1989; Farar and Thorland, 1987) ενώ άλλες αναφορές υποστηρίζουν το αντίθετο (Dowson et al., 1998). Ο Alexander (1989) υποστήριξε ότι η συσχέτιση της ισοκινητικής ροπής των πελματιαίων μυών με τη δρομική ταχύτητα εξαρτάται από το επίπεδο απόδοσης των αθλητών. Διαπιστώθηκε επίσης σε απροπόνητα άτομα υψηλή συσχέτιση της δρομικής ταχύτητας με την ισοκινητική ροπή των εκτεινόντων μυών του γόνατος σε υψηλές γωνιακές ταχύτητες (Dowson et al., 1998; Alexander, 1989) καθώς και με την ισοκινητική ροπή των ραχιαίων καμπτήρων μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης σε γρήγορες ταχύτητες (Alexander, 1989). Χαμηλότερες συσχετίσεις βρέθηκαν με την ισοκινητική έκκεντρη και σύγκεντρη ροπή των πελματιαίων καμπτήρων μυών (Alexander, 1989). Συσχετίσεις ακόμη αναφέρθηκαν μεταξύ ισοκινητικής ροπής των πελματιαίων καμπτήρων και καμπτήρων του γόνατος σε διάφορες φάσεις της δρομικής ταχύτητας (Dowson et al., 1998; Delecluse 1997).

Ένα ενδιαφέρον δεδομένο ακόμη είναι η επίδραση της δύναμης των άνω άκρων (Hinrichs, 1987; Luchtanen and Komi, 1978). Η συνεισφορά τους έγκειται στην παραγωγή της κάθετης ώθησης του κέντρου μάζας και κατ' επέκταση έμμεσα στην οριζόντια μετατόπιση του ποδιού αιώρησης.

Οι σχετικές αναφοράς για τη συσχέτιση δύναμης και δρομικής ταχύτητας στη διάρκεια της προεφηβικής ηλικίας είναι σχετικά περιορισμένες (Berg, Miller & Stefans 1986). Από την παραπάνω έρευνα (Berg, Miller & Stefans 1986) διαπιστώθηκε ότι παρουσιάσθηκαν συσχετίσεις μεταξύ της ταχύτητας και της ροπής των εκτεινόντων μυών του γόνατος σε αργές και γρήγορες ταχύτητες καθώς και με το λόγο ροπής των καμπτήρων / εκτεινόντων μυών.

Η μυϊκή ισχύς

Το βασικότερο στοιχείο της αποτελεσματικότητας της δρομικής ταχύτητας είναι η δρομική ισχύς και η αντιδραστική ικανότητα (Hakkinen 1989; Nesser, Latin, Berg and Prentick, 1996) δηλαδή η μετάβαση στη διάρκεια της στηρικτικής φάσης από την έκκεντρη φάση στην σύγκεντρη (Delecluse, 1997).

Ικανότητα μεταφοράς ενέργειας

Η δρομική ταχύτητα είναι μία σύνθετη πολυαρθρική κίνηση που έχει ως τελικό αποτέλεσμα τη μεταφορά ενέργειας από την άρθρωση της λεκάνης μέσω της άρθρωσης του γόνατος στην ποδοκνημική άρθρωση (Jacobs and Van Ingen Shenau, 1992; Novachec, 2000). Σύμφωνα με τους παραπάνω συγγραφείς (Jacobs and Van Ingen Shenau, 1992) οι μονοαρθρικοί μύες των αρθρώσεων των κάτω άκρων στέλνουν την παραγόμενη θετική ενέργεια και οι διαρθρικοί μυς την μεταφέρουν από άρθρωση σε άρθρωση. Σύμφωνα με τους Kraemer and Newton (1994) η παραγόμενη ενέργεια της ποδοκνημικής άρθρωσης ξεπερνά πάνω από τρεις φορές την ενέργεια που παράγει η άρθρωση σε μεμονωμένη σύσπαση. Το στοιχείο αυτό ενισχύεται από τα δεδομένα ότι τελικά η απόδοση στο σπριντ συσχετίζεται σίγουρα με τις αναπτυσσόμενες στηρικτικές δυνάμεις ενώ οι συσχετίσεις με τις ροπές των επιμέρους μυών και την απόδοση στην ταχύτητα δεν είναι σταθερές (Weynand et al., 2000).

Οι προαναφερόμενοι παράγοντες δεν επιδρούν ενιαία στις διάφορες φάσεις της επιτάχυνσης. Έχει διαπιστωθεί ότι στη διάρκεια της επιτάχυνσης η ενεργοποίηση των μυών είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τη φάση μεγιστοποίησης (Mero et al., 1992). Σε σχέση με τους ενεργειακούς μηχανισμούς, η συσταλτή ενέργεια συμβάλει κυρίως στη φάση σταθεροποίησης της ταχύτητας και λιγότερο στη φάση επιτάχυνσης όπου κύριος μηχανισμός ενέργειας είναι ο συσταλτός (Chelly et al., 2001; Nesser et al., 1996). Στη φάση επιτάχυνσης είναι ακόμη σημαντικότερη η συνεισφορά της δύναμης σε σχέση με την ισχύ που απαιτείται στη διάρκεια της μεγιστοποίησης της ταχύτητας (Chelly et al., 2001).

Σε σχέση με τα δυναμικά και κινηματικά χαρακτηριστικά στη φάση επιτάχυνσης η κλίση του σώματος και η στηρικτική φάση είναι μεγαλύτερες

ενώ είναι μικρότερη η συχνότητα της κίνησης και το μήκος διασκελισμού, δεδομένα που σταδιακά τείνουν να αυξάνουν μέχρι τη φάση της μεγιστοποίησης της ταχύτητας (Mero and Komi, 1989; Kyrolainen, 1999; Luchtanen and Komi, 1978).

Ακόμη παρατηρήθηκε διαφοροποιημένη επίδραση της δύναμης στις διάφορες φάσεις της δρομικής ταχύτητας (Young et al., 1995; Delecluse, 1997; Dowson et al., 1998) Ο Young et al. (1995) διαπίστωσε ότι η σχετική δύναμη συσχετίζεται διαφοροποιημένα με τις διάφορες φάσεις της δρομικής ταχύτητας. Ο Delecluse (1997) ανέφερε ότι οι συσχετίσεις της ροπής των εκτεινόντων μυών του γόνατος και της ταχύτητας είναι μεγαλύτερες στις φάσεις της επιτάχυνσης και αργότερα μειώνονται, ενώ αντίθετα οι συσχετίσεις των καμπτήρων μυών του γόνατος γίνονται μεγαλύτερες στη φάση σταθεροποίησης της ταχύτητας. Επιπλέον έχει αναφερθεί ότι η ισοκινητική ροπή των πελματιαίων καμπτήρων μυών συσχετίζεται περισσότερο με τη φάση μεγιστοποίησης της ταχύτητας (Holcomb et al., 1996; Hubley and Wells, 1983).

Μετά από σχετικές έρευνες διαπιστώθηκε ακόμη ότι το επίπεδο ενεργοποίησης των μυών διαφέρει στη δρομική ταχύτητα (Frick et al., 1995; Nummela et al., 1994; Vonstein 1996; Hinrichs, 1985; Hinrichs, 1987). Με βάση τις παραπάνω έρευνες, ο τετρακέφαλος και ο μείζων γλουτιαίος μυς και μάλλον οι μύες των άνω άκρων ενεργοποιούνται περισσότερο στη διάρκεια της επιτάχυνσης ενώ οι καμπτήρες μύες της λεκάνης και οι οπίσθιοι μηριαίοι μύες στη διάρκεια της μεγιστοποίησης της ταχύτητας. Αντίθετα οι πελματιαίοι καμπτήρες μυς είναι ενιαία ενεργοποιημένοι και στις δύο φάσεις.

Αμεση επίδραση της προπόνησης

Στην προκειμένη περίπτωση γίνεται αναφορά μόνο στην άμεση επίδραση της προπόνησης δύναμης. Προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι όταν πριν από μία εκρηκτική κίνηση προηγηθεί ένα ερέθισμα μέγιστης έντασης όπως για παράδειγμα ένα μέγιστο ηλεκτρικό ερέθισμα η μέγιστη ισομετρική σύσπαση η δυναμική δύναμη υψηλής εντασης (1-10 RM) τότε βελτιώνεται η ισχύς η εκρηκτικότητα και κατεπέκταση οι εκρηκτικές κινήσεις που θα εκτελεστούν μετά (Sale 2002). Το φαινόμενο αυτό λέγεται μεταδιεγερτική διευκόλυνση (Post Activation Potentiation) .Ο μηχανισμός αυτός έχει αποδοθεί κυρίως στην

αύξηση, της κινητικότητας των ιόντων του Ca^+ και της ευαισθησίας σύνδεσης τους με την ακτίνη (Sale 2002, Hodgston Docherty and Robins 2005). Κατεπέκταση το μέγιστο αυτό ερέθισμα προκαλεί αύξηση της παραγομένης ισχύος των σταυρωτών γεφυρών που με την σειρά τους βελτιώνουν την απόδοση των εκρηκτικών κινήσεων (Hodgston et al 2005).Η διάρκεια και το μέγεθος της επίδρασης της μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης εξαρτάται από το επίπεδο απόδοσης των ατόμων και μπορεί σε αθλητές εκρηκτικών αθλημάτων να διατηρηθεί μέχρι 20 λεπτά (Gulich and Scmidtbleicher 1996).Το θέμα αυτό ιδιαίτερα έχει μελετηθεί για την αλτικότητα (Gourgoulis et al 2003) και λιγότερο για την ΔΤ.

Σε σχέση με την ΔΤ έχει αναφερθεί (Smith et al 2001) ότι 5 λεπτά μετά από ένα υψηλής έντασης πρόγραμμα εξωτερικών αντιστάσεων 90% του 1 RM(10 μέγιστες επαναλήψεις με 2 λεπτά διάλλειμα ενδιάμεσα των επαναλήψεων) η κυκλική ταχύτητα (εργοποδήλατο) βελτιώθηκε μετά από 5 λεπτά ενώ η επίδραση αυτή μειώθηκε 20 λεπτά μετά το παραπάνω αναφερόμενο πρόγραμμα. Η επίδραση αυτή διαπιστώθηκε και για την ΔΤ και από άλλες παράλληλες έρευνες (Mc Bride, et al 2006, Hatzopoulos et al 2007).

Το φαινόμενο της μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης βρίσκει άμεση εφαρμογή στον σχεδιασμό της προπόνησης ΔΤ. Όπως θα αναφερθεί και παρακάτω μπορεί στα πλαίσια συνδυαστικών προγραμμάτων στην ίδια προπονητική μονάδα να σχεδιάζεται παράλληλα προπόνηση δύναμης και ΔΤ.

Μακροχρόνια επίδραση της προπόνησης

Επαναληπτική μέθοδος

Ο όρος αυτός δεν είναι δόκιμος στην διεθνή ορολογία, αλλά κυρίως χρησιμοποιείται στην ελληνική. Υποδηλώνει μία μέθοδο όπου οι αθλητές εκτελούν με μέγιστη ταχύτητα μικρές αποστάσεις που δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 50 μ. με διάλλειμα 3 έως 5 λ και μία συνολική διάρκεια προγραμμάτων από 4-10 εβδομάδες(Grosser and Stariscka 2000). Ο τύπος αυτός προπόνησης έδειξε ότι βελτιώνει την ΔΤ σε απροπόνητα άτομα (Delecluse et al., 1995) η μέτρια προπονημένα (Zafeiridis et al 2005) η προέφηβους(Τσαδήμας Χ, 2002) αλλά όμως μάλλον δεν επηρεάζει την ΔΤ των πολύ προπονημένων ατόμων(Rimmer and Sleivert, 2000). Οι προσαρμογές αυτού του τύπου προπόνησης αποδίδονται μάλλον σε

νευρομυικούς παράγοντες και βελτίωση της ισχύος διότι προκαλεί αύξηση του μήκους διασκελισμού(Zafeiridis et al 2005) και συστήνεται περισσότερο σε αρχάριους αθλητές.

Διαλειματική προπόνηση αναερόβιου χαρακτήρα

Στην συγκεκριμένη μέθοδο εφαρμόζονται επαναλήψεις μικρής και μεγάλης διάρκειας με κύριο χαρακτηριστικό ότι δεν δίνεται διάλλειμα πλήρους αποκαταστάσεως μεταξύ των επαναλήψεων. Έχουν περιγραφεί και χρησιμοποιηθεί πολλά πρωτόκολλα αυτού του είδους(αναλυτικότερα Grosser and Stariscka 2000) όπου δίνονται προπονητικά ερεθίσματα διάρκειας από 10 έως και 60 δ. Η προπόνηση αυτού του τύπου προκαλεί μεταβολικές αλλαγές, αύξηση της μυικής μάζας, μετατροπή μυϊκών ινών, αύξηση των φωσφορικών ενώσεων και της ισχύος (Thorstensson et al (1975); Cadefau et al (1990), Sleivert et al (1995) Οι Sleivert et al., (1995) επιπλέον ανέφεραν και νευρομυικές προσαρμογές γιατί βρήκαν ότι αυξάνει και η ταχύτητα αγωγιμότητας των κινητικών νεύρων που ενεργοποιούν τους μυς των κάτω άκρων. Σύμφωνα με τους Sleivert et al., (1995) η βελτίωση της Δρομικής Ταχύτητας με την χρήση των αναφερομένων προτοκόλλων,προκαλείται και για λόγους μάθησης διότι η αποκτημένη επιπλέον μυϊκή μάζα «μαθαίνει» να συσπάται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κινητικής δεξιότητας. Συστήνεται συνήθως για καλά προπονημένους εφήβους και ενήλικες αθλητές.

Προπόνηση με έλξη μικρών αντιστάσεων

Στην μέθοδο αυτή οι αθλητές έλκουν αντικείμενα μικρού βάρους που δεν ξεπερνούν συνήθως το 5% του βάρους του σώματος τους η μία αντίσταση που αντιστοιχεί στο 20-40% της μέγιστης αντίστασης που μπορεί να ελξει ένα ατομο(Zafeiridis et al 2005).

Ουσιαστικά στην διάρκεια της εκτέλεσης της αγωνιστικής κίνησης ο αθλητής έλκει αντιστάσεις τέτοιου μεγέθους ώστε να μην προκαλούνται ουσιαστικές μεταβολές στις κινηματικές και δυναμικές παραμέτρους της ΔΤ. (Bolm,1993; Hoskisson,1993;) . Οι προσαρμογές που προκαλεί η προπόνηση αυτού του είδους αποδίδονται είτε στην αύξηση του μήκους και της συχνότητας του διασκελισμού (Dintiman,1971) η μόνον της αύξησης της συχνότητας διασκελισμού (Σαρασλανίδης,2002, Zafeiridis et al 2005). Για τον παραπάνω

λόγο η διερεύνηση των προσαρμογών αυτού του τύπου προπόνησης χρήζει περαιτέρω διερεύνησης

Προπόνηση σε ανωφέρεια και κατωφέρεια/υπερταχύτητας

Στην μέθοδο αυτή προβλέπεται τρέξιμο σε ανωφέρεια που δεν πρέπει να ξεπερνά κατά τον Dintiman, (1978) τις 3 με 4 μοίρες . Τα βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι η ενδυνάμωση των κάτω άκρων που κατεπέκταση προκαλεί βελτίωση του μήκους διασκελισμού(Lopez,1981; Colfer,1977, Lydiard,1978; Grurk,1979).

Στην μέθοδο κατωφέρειας/υπερταχύτητας (Τζωρτζής, 1998) επιδιώκεται ο ασκούμενος να τρέξει σε μία κατωφέρεια η να έλκεται από μία μηχανή ούτως ώστε η επιτυγχανόμενη ταχύτητα να είναι μεγαλύτερη της μέγιστης βουλητικής. Οι παραπάνω μέθοδοι προπόνησης έχουν ως κύριο στόχο τη βελτίωση της ΔΤ μέσω της αύξησης της συχνότητας όσο και του μήκους διασκελισμού (Nelson and Osterhoudt, 1969; Costello,1981; Dellinger, 1981). Παρόλα αυτά οι Mero and Komi (1985), έδειξαν ότι η συχνότητα διασκελισμού αυξήθηκε μόνο σε αθλητές υψηλής κατηγορίας, ενώ οι αθλητές χαμηλής κατηγορίας βελτίωναν μόνο το μήκος διασκελισμού.
Η μέθοδος κατωφέρειας/υπερταχύτητας δεν συνίσταται για άτομα παιδικής και αρχικής εφηβείας διότι δεν έχουν ακόμη σταθεροποιήσει το κινητικό τους πρότυπο τρεξίματος.

Πλειομετρική προπόνηση

Τα αποτελέσματα είναι αντιφατικά και προκαλούνται από τον βαθμό εξειδίκευσης των χρησιμοποιούμενων ασκήσεων.
Σειρά ερευνών χρησιμοποιώντας ασκήσεις πλειομετρικές (αλτικές) και κυρίως αυτές με κάθετη αναπήδηση(Fry Kraemer, Weseman , 1991; Wilson Newton, , Murphy, and Humphries I., 1993; Lyttle, Wilson, Ostrowski, , 1996) έδειξαν ότι η ΔΤ δεν βελτιώνεται. Αντίθετα, μετά την χρήση οριζόντιων αλτικών ασκήσεων (Rimmer and Sleivert, 2000) μετά από ένα πρόγραμμα 8 εβδομάδων διαπιστώθηκε ότι η ΔΤ βελτιώνεται. Η διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων αυτών αποδόθηκαν στον τύπο των χρησιμοποιούμενων ασκήσεων. Συγκεκριμένα οι οριζόντιες αλτικές ασκήσεις όταν εκτελούνται και με μεγάλη ταχύτητα(speed bound exercise ,Frick, Schmidtbleicher, Stutz, 1995) θεωρούνται πιο ειδικές για την ΔΤ . Παρόλα αυτά όμως στα παιδιά

(Τσαδήμας Χ) η αρχή της εξειδίκευσης δεν ισχύει διότι η ΔΤ βελτιώνεται τόσο από κάθετες όσο και από οριζόντιες πλειομετρικές ασκήσεις.

Προπόνηση με εξωτερικές αντιστάσεις

Το σύνολο των ερευνών που σχετίζονται με το παραπάνω θέμα έδειξαν ότι η προπόνηση με εξωτερικές αντιστάσεις δεν επηρεάζει τη δρομική ταχύτητα ανεξάρτητα αν είναι υψηλής (Delecluse et al., 1995; Buhrle and Schmidtbleicher, 1977; Harris, Stone, O' Bryant, Proulx, Johnson, 2000; Delecluse et al., 1997; Wilson et al., 1993, Blazevich and Jenkins 2002) η χαμηλής έντασης (Mc Bride, Triblett-McBride ,Davie ,Newton(2002). Τα αποτελέσματα αυτά αποδόθηκαν σε λόγους μάθησης γιατί μάλλον δεν μεταφέρεται η παραγομένη δύναμη στην ΔΤ. (Delecluse et al., 1995; Delecluse, 1997). Το δεδομένο αυτό μπορεί να υποστηριχθεί από το ότι σε μονοαρθρικές κινήσεις όπου άσκηση και κινητική δεξιότητα έχουν βιομηχανική συνάφεια(αγωνιστική /ειδική άσκηση) τότε ανεξάρτητα αν είναι το πρωτόκολλο δυναμικό (Kaneko,Sasaki , Fuchimoto , 1987) ή ισομετρικό (Buhrle and Schmidtbleicher, 1977) παρουσιάζεται βελτίωση της ταχύτητας κίνησης. Μία πρόσφατη εργασία(Blazevich et al 2003) επιβεβαίωσε τα παραπάνω συμπεράσματα όπου συγκεκριμένα η προπόνηση με άσκηση ημικαθίσματος με ένα πόδι και σε πρόσθια επικλινή θέση βελτίωσε την επιτάχυνση. Επομένως προτείνεται εφόσον η χρήση ενδυνάμωσης στοχεύει στην βελτίωση της ΔΤ να εφαρμοσθούν αυστηρά ειδικές ασκήσεις.

Συνδυαστικά προγράμματα

Συνδυαστικά προγράμματα σημαίνουν εκείνα τα προπονητικά προγράμματα στα οποία στην ίδια προπονητική μονάδα χρησιμοποιούνται προγράμματα ενδυνάμωσης και κατόπιν ακολουθεί η προπόνηση μίας εκρηκτικής κίνησης (Kaneko et al 1987). Μέχρι τώρα το θέμα αυτό έχει μελετηθεί στα άλματα(Doherty, Robin Hdgson 2004) στην κίνηση του καράτε(Voigt and Klausen, 1989) την ρίψη του χαντμπωλ (Hoff and Almasbakk) και την ΔΤ(Μιχαιλίδης 2003, Michailidis et al 2004, Kotzamanidis et al 2005, Blazevich and Jenkins 2002, Delecluse et al 1995,).

Πιο εξειδικευμένα για την ΔΤ ένα πρόγραμμα 9 εβδομάδων με εντάσεις από 8-3 RM , τεσσάρων σετ, με συχνότητα δύο προπονητικών μονάδων την εβδομάδα, έδειξε ότι βελτιώνει την ΔΤ όταν αμέσως μετα από το προγραμα

ενδυνάμωσης ακολούθησε προπόνησης ταχύτητας που συμπεριελάμβανε 6 μέγιστα σπρίντ 30 μ. (Kotzamanidis et al 2005)

Επίδραση των μεθόδων προπόνησης στις επιμέρους φάσεις της ταχύτητας

Άμεση επίδραση

Για το θέμα αυτό δεν υπάρχουν πολλές έρευνες Η εργασία των Mc Bride et al (2005)έδειξε ότι η προπόνηση ενδυνάμωσης υψηλής έντασης επηρεάζει άμεσα την φάση μέγιστης ταχύτητας. Αντίθετα σε μία πιο πρόσφατη εργασία(Chatzopoulos et al 2006) οπου χρησιμοποιήθηκε ένα ιδίας έντασης (90% του 1 RM), πιο βαρύ όμως πρωτόκολλο (3 προς 11 επαναλήψεις) διαπιστώθηκε ότι επηρεάζονται άμεσα όλες οι φάσεις ΔΤ.

Επίδραση μακρόχρονης προπόνησης

Το χαρακτηριστικό όλων των ερευνών που θα αναλυθούν παρακάτω είναι ότι δείχνουν μία επιλεκτική επίδραση των μεθόδων προπόνησης στις επιμέρους φάσεις της ΔΤ. Η εφαρμογή της επαναληπτικής μεθόδου παρουσίασε αντιφατικά αποτελέσματα διότι σε άλλες περιπτώσεις έδειξε ότι επηρεάζεται μόνο η φάση επιτάχυνσης(Delecluse et al 1995 σε ενήλικες, Kotzamanidis 2003 σε προέφηβους) ενώ σε άλλες περιπτώσεις μόνο η φάση μέγιστης ταχύτητας(Zafeiridis et al 2005). Η διαφοροποίηση αυτή μπορεί να επηρεάζεται τόσο από την ηλικία όσο και από τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της επιβάρυνσης.

Οι Zafeirdis et al (2005) ανέφεραν επίσης ότι η προπόνηση με έλξη ελαφριών αντικειμένων βελτίωσε μόνο την φάση επιτάχυνσης.

Σε σχέση με την πλειομετρική προπόνηση η εργασία των Rimmer και Sleivert (2000) όπου χρησιμοποιήθηκαν οριζόντια άλματα σε ενήλικες προπονημένους ανέφερε ότι βελτιώθηκαν όλες τις φάσεις της δρομικής ταχύτητας. Αντίθετα η εργασία του Kotzamanidi(2006) όπου εφαρμόσθηκαν οριζόντια και κάθετα άλματα σε απροπόνητους προέφηβους έδειξε ότι βελτιώνονται όλες οι φάσεις εκτός από την φάση επιτάχυνσης. Η διαφοροποίηση αυτή μπορεί να οφείλεται στις διαφορετικές ηλικίες και στην χρήση διαφορετικών αλτικών ασκήσεων που χρησιμοποιήθηκαν στις παραπάνω έρευνες.

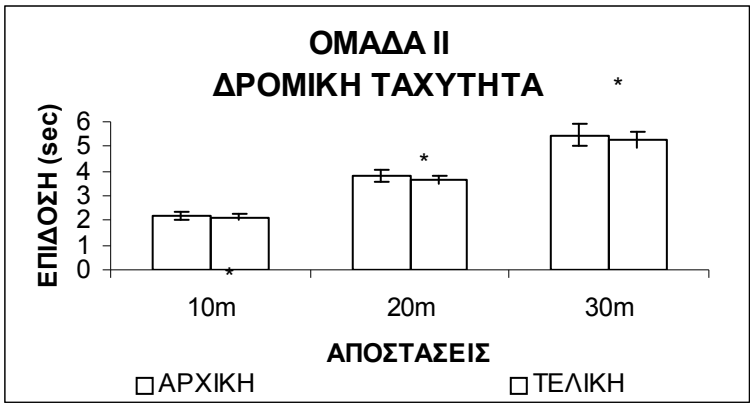
Ο Harris et al (2000) εφαρμόζοντας μία μέθοδο όπου συνδυάσθηκαν υψηλής και χαμηλής έντασης ασκήσεις ενδυνάμωσης σε διαδοχικές ημέρες της εβδομάδος, ανέφερε ότι βελτιώθηκε μόνο η δρομική απόσταση 20-30μ. Σε ένα άλλο συνδυαστικό πρόγραμμα (Michailidis et al 2003) αναφέρθηκε ότι παρουσιάσθηκαν τάσεις βελτίωσης σε όλες τις φάσεις της ΔΤ, η βελτίωση αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Οι Blazevich and Jenkins (2002) ανέφεραν επίσης συνδυαστικά προγράμματα ενδυνάμωσης υψηλής και χαμηλής έντασης σε διαδοχικές ημέρες προκάλεσαν την βελτίωση μόνο της επιτάχυνσης

Τα παραπάνω δείχνουν ότι οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι προπόνησης έχουν διαφοροποιημένη επίδραση στις επιμέρους φάσεις της ΔΤ , δεδομένο που μπορεί να αποδοθεί στην ηλικία του δείγματος, στην προπονητική του κατάσταση στις ιδιαιτερότητες του εφαρμοζόμενου πρωτοκόλλου αλλά και στις διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται μεταξύ των επιμέρους φάσεων της ΔΤ.

Προπόνηση δρομικής ταχύτητας στην παιδική ηλικία

Οι σχετικές αναφορές στη βελτίωση της ταχύτητας είναι σχετικά περιορισμένες (Mero et al. 1990; Godjinovsky et al., 1980). Υπάρχουν αναφορές που δείχνουν ότι η κύρια μέθοδος ήταν η δρομική προπόνηση αλλά δεν υπάρχουν σαφή στοιχεία που να υποδηλώνουν το πως τα προγράμματα αυτά επηρέασαν τις επιμέρους φάσεις τις δρομικής ταχύτητας.

Σε ερευνητικά δεδομένα δικά μας(Τσαδήμας 2002) εφαρμόσθηκε η δρομική μέθοδος προπόνησης. Τα αποτελέσματα φαίνονται στο γράφημα 3.3



Γράφημα 3.3. Μεταβολή της δρομικής ταχύτητας και των επιμέρους φάσεων μετα από ένα πρόγραμμα δρομ ταχύτητας σε αγόρια προεφηβικής ηλικίας

Το πρόγραμμα που εφαρμόσθηκε αναφέρεται παρακάτω:

1η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (Συνολική απόσταση 150m)

- 4 x 5 = 20
- 4 x 10 =40
- 2 x 15 =30
- 3 x 20 = 60

2η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (Συνολική απόσταση 150m)

- 3 x 20 = 60
- 6 x 10 = 60
- 6 x 5 = 30

3η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (Συνολική απόσταση 200m)

- 6 x 5 = 30
- 3 x 20 =60
- 5 x 10 =50
- 1 x 30 =30
- 2 x 15 =30

4η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (Συνολική απόσταση 200m)

- 1 x 30 = 30
- 2 x 25 = 50
- 3 x 20 = 60
- 4 x 10 = 40
- 4 x 5 = 20

5η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (Συνολική απόσταση 200m)

- 2 x 20 = 40
- 5 x 5 = 25
- 1 x 15 = 15
- 4 x 10 = 40
- 3 x 10 = 30
- 1 x 15 = 15
- 3 x 5 = 15
- 1 x 20 = 20

6η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (Συνολική απόσταση 250m)

- 6 x 5 = 30
- 5 x 10 = 50
- 3 x 15 = 45
- 5 x 20 = 100
- 1 x 25 = 25

7η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (Συνολική απόσταση 250m)

- 5 x 5 = 25
- 5 x 10 =50
- 3 x 15 =45
- 5 x 20 =10
- 1 x 30 =30

8η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (Συνολική απόσταση 300)

- 5 x 5 = 25

- 3 x 5 = 15
- 3 x 10 = 30
- 4 x 10 = 40
- 2 x 15 = 30
- 3 x 20 = 60
- 4 x 20 = 100
- 1 X 40μ =40

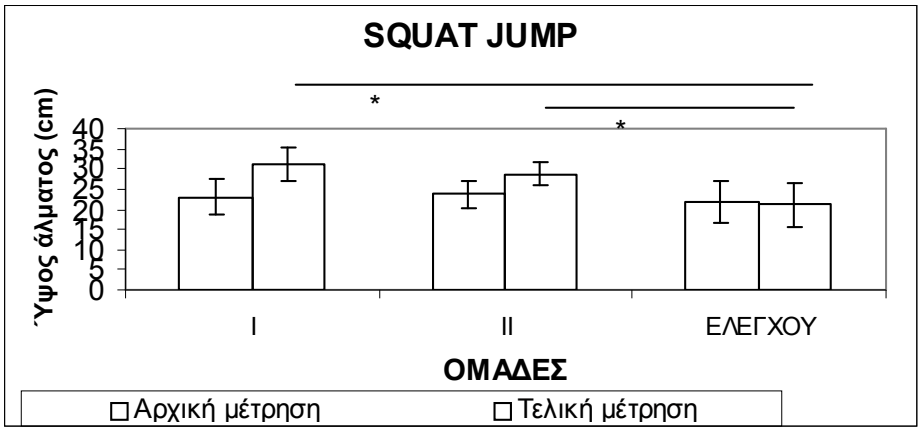
9η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (Συνολική απόσταση 300m)

- 6 x 5 = 30
- 1 x 10 = 10
- 4 x 10 = 40
- 1 x 15 = 15
- 2 x 15 = 30
- 1 x 20 = 20
- 5 x 20 = 100

10η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (Συνολική απόσταση 300m)

- 6 x 5 = 30
- 4 x 10 = 40
- 4 x 20 = 80
- 4 x 5 = 20
- 3 x 10 = 30
- 2 x 15 = 30
- 2 x 20 = 40
- 1 x 30 = 30

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πρόγραμμα αυτό βελτιώνει συνολικά την δρομική απόσταση 30 μ, και τις ενδιάμεσες δρομικές αποστάσεις 0-10μ, 10-20 μ και 20-30μ. δηλαδή κυρίως την φάση της επιτάχυνσης.



Γράφημα 3.4: Η επίδραση ενός προγράμματος αλτικών ασκήσεων(I) δρομικής προπόνησης (II) στην κάθετη αλτικότητα. Δεν παρουσιάσθηκε καμία μεταβολή στην ομάδα που ακολούθησε μόνο το πρόγραμμα Φυς. Αγωγής-ελέγχου (Τσιαδήμας 2002).

Β.Προπόνηση Κάθετης Αλτικότητας στην προεφηβική ηλικία.

Θεττικα αποτελέσματα στην κάθετη αλτικότητα των προεφήβων είχε και το πρόγραμμα δρομικής ταχ'υτητας που αναφέρθηκε παραπάνω αλλα και ένα πρόγραμμα με αλτικές ασκήσεις 10 εβδομάδων όπως παρουσιάζεται παρακάτω(Γράφημα 3.4).

1η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 60 ΑΛΜΑΤΑ – ΕΝΤΑΣΗ 1)

1. Αναπηδήσεις με τις ποδοκνημικές σετ 4 x 5 επαναλήψεις.
2. Άλμα σε μήκος από στάση σετ 4 x 5 ----
3. Άσκηση εξαγώνου σετ 4 x 5 -------

2η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 60 ΑΛΜΑΤΑ– ΕΝΤΑΣΗ 1)

1. Άλμα από γωνία 90°, με χέρια ελεύθερα σετ 2 x 5

2. Σκίπινγκ προχωρητικά σετ 2 x 10
3. Σκίπινγκ – ώθηση με τα δύο χέρια προχωρητικά σετ 1 x 10
4. Εναλλάξ αναπηδήσεις- ωθήσεις σετ 1 x 10
5. Άλμα σε μήκος , με χέρια στη μέση σετ 2 x 5

3η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 70 ΑΛΜΑΤΑ – ΕΝΤΑΣΗ 1)

1. Πρόσθιες αναπηδήσεις πάνω από 6 κώνους σετ 5
2. Αντιθετικά άλματα (countermovement jumps) σετ 4 x 5
3. Άλματα από στάση πάνω από εμπόδιο σετ 4 x 5

4η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 70 ΑΛΜΑΤΑ– ΕΝΤΑΣΗ 1)

1. Skipping (χόπλες) σετ 2 x 10
2. Άλματα βάθους (DJ) από ύψος 20cm σετ 2 x 5
3. Άλμα και επαφή με το χέρι σετ 2 x 5
4. Αναπηδήσεις με τις ποδοκνημικές σετ 6 x 5

5η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 80 ΑΛΜΑΤΑ– ΕΝΤΑΣΗ 1)

1 Άσκηση εξαγώνου σετ 2 x 10
2. Σκίπινγκ –ώθηση με τα δύο χέρια σετ 2 x10
3. Άλμα πάνω από κώνο ύψους 20cm σετ 2 x 5
4. Άλμα σε μήκος άνευ φοράς, χέρια ελεύθερα σετ 2 x 5
5. Αντιθετικά άλματα (CMJs) 4 x 5

6η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 80 ΑΛΜΑΤΑ– ΕΝΤΑΣΗ (1-2)

1. Μπλοκ στο φιλέ του volley σετ 2 x 5
2. Άλματα βάθους από 20cm σετ 2 x 5

3. Αναπηδήσεις εμπρός –πάνω – κάτω σε μποκ σετ 6 x 5
4. Αλτικό τρέξιμο με εναλλαγή των χεριών με έμφαση στη ταχύτητα 5 σετ x 6

7η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 90 ΑΛΜΑΤΑ– ΕΝΤΑΣΗ (1 –2)

1. Άλματα συνεχή πάνω από εμπόδια 20cm σετ 4 x 5 =20
2. Άλματα βάθους (DJ) από ύψος 20cm σετ 2 x 5
3. Σκίπινγκ προχωρητικά σετ 3 x 10
4. Μπλοκ στο φιλέ του volley σετ 2 x 5
5. Αλτικό τρέξιμο με εναλλαγή των χεριών με έμφαση στη ταχύτητα σετ 4 x 5=20

8η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 90 ΑΛΜΑΤΑ– ΕΝΤΑΣΗ 1-2)

1. Σκίπινγκ (χόπλες) σετ 1 x 10
2. Άλμα σε μήκος, με χέρια ελεύθερα σετ 2 x 5
3. Μπλοκ στο φιλέ του volley σετ 2 x 5
4. Άλματα βάθους και υποδοχή πάσας από 20cm σετ 4 x 5
5. Αλτικό τρέξιμο με κίνηση των δύο χεριών μαζί σετ 4 x 5
6. Συνδυασμός αλτικών διασ/μών με κίνηση των δύο χεριών μαζί και με έμφαση στη ταχύτητα σετ 4x5

9η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 100 ΑΛΜΑΤΑ– ΕΝΤΑΣΗ 1-2)

1. Άλματα πάνω από εμπόδια ύψους 20cm σετ 5 x 4 επαναλήψεις.
2. Πενταπλούν σετ 5 x 6
3. Άλματα βάθους από ημικάθισμα από ύψος 30cm σετ 2 x 5
4. Άλματα βάθους και υποδοχή πάσας από ύψος 30cm σετ 4 x 5

5. Αλτικό τρέξιμο με εναλλαγή των χεριών με έμφαση στη ταχύτητα σετ 2 x 10

10η ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 100 ΑΛΜΑΤΑ– ΕΝΤΑΣΗ 1-2)

1. Άλμα σε μήκος χωρίς φορά σετ 2 x 5
2. Άλματα πάνω από κώνο ύψους 30cm σετ 2 x 5
3. Πλάγια ανεβοκατεβάσματα σε μποκ 30cm σετ 1 x 10
4. Άλματα βάθους από ύψος 30cm σετ 2 x 5
5. Αναπηδήσεις εμπρός πάνω κάτω σε μποκ 20cm σετ 2 x 5
6. Σκίπινγκ-ώθηση με τα δύο χέρια σετ 2 x 10
7. Αλτικό τρέξιμο με εναλλαγή των χεριών και με έμφαση στη ταχύτητα σετ 3 x 10

Βιβλιογραφία

Alexander, M. J. L. (1989). The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters. *Canadian Journal of Sports Science*, 14, 148-157.

Bard, C. and Fleury, M., (1976). Human Movement. In Baslikov, 1989.

Basslikov, (1989). Kouda smorte napravlenie vsora i dvizenie glaz v sportivnii zadaniah. Theorie i practica Fizitzeskoi Koultouri, 2, 7-16.

Berg, K., Miller, M., Stephens, L. (1986). Determinants of 30 meter sprint time in pubescent males. *Journal of Sports Med.,* 26, 225-230.

Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Lakomy, H. K., Boobis, L. H. (1998). Power output and muscle metabolism during and following recovery from 10 and 20s of maximal sprint exercise in humans. *Acta Physiol. Scand.,* 163, 3, 261-272.

Branda, C., Haubenstricher, J., Seefeldt, V., (1984). Age changes in motor skills during childhood and adolescence. *International Exercise and Sport Science Reviews,* 467-520.

Cadefau, J., Casademont, J., Graul, M. (1990). Biomechanical and histochemical adaptation to sprint training in young athletes. *Acta Physiol. Scand.,* 140, 341-351.

Cavagna, G. A. (1977). Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exerc. Sports Sci. Rev.,* 5, 89-129.

Chelly, S. M. & Denis, C. (2001). Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.,* 33, 2, 326-333.

Curkov, E., (1982). *Antisipatzia v sporte*. Moscva.

Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E., Van Leemputte, M., Diels, R., Goris, M. (1995). Influence of high-resistance and high velocity training on sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 27(8):* 1203-1209

Delecluse, C. (1997) Sprint Running Peformance. *Sports Medicine,* 24(3): 147-156

Demeter, A., (1972). *Fiziologia Sport Urilor*. Bucurest.

Dietz, V., Schmidbleicher, D. and Noth, J. (1979). Neuronal mechanism of human locomotion. *J Neurophysiology,* 42, 1212-1222.

Dintiman, G. (1984). How to sprint faster.N.Y. Leisure Press.

Dowson, M. N., Nevill, M. E., Lakomy, H. K. A, A. M., Hazeldine, R. J. (1998). Modeling the relationship between isokinetic muscle strengh and sprint running performance. *Journal of Sports Science,* 16, 257-265.

Farfel, V., (1975). *Oupravlenie dvizeniami v sporte*. Moscva.

Farrar, M. & Thorland, W. (1987). Relationship between isokinetic strength and sprint times in college-age men. *Journal of Sports Medicine,* 27, 368-372.

Frick, U., Schmidtbleicher, D., Stutz, R. (1995). Muscle activation during acceletation-phase in sprint tunning with spesial reference to starting posture. *XVth Congress of the International Society of Biomechanics.* Jyvaskyla, Finland.

Fry, A. C., Kraemer, W. J., Weseman, C. A., Conroy, B. P., Gordon, S. E., Hoffmann, J. R., Maresh, C. M. (1991). The effect of an off-season strength and conditioning program on starters and non-starters in

women's intercollegiate volleyball. *Journal of Applied Sports and Science Research,* 5, 174-181.

Gippaireiter, I., (1971). Dvizenie tzelovetzeskogo glasa. Moscva.

Godik, M. and Zatziorski, V., (1965). Motorika tzeloveka kak n-merni i kontinuum. Theorie i Practica Fizitzeskoi Koultouri, 7, 12-50.

Grodjinovsky, A., Ibar, O., Dotan, R. & Bar- Or, O. (1980). *Training effect on the anaerobic performance of children as measured by the Wingate anaerobic test*. In K. Berg& B.G. Eriksson (eds) Children and Exexrcise IX. Univesity Park Press, Baltimore.

Grosser, M., Starischka, F., Zimmermann, F., (1980). *Konditions training*. BLV Sportwissen. Muenchen.

Hahn, E., (1982). *Kinder training. Probleme. Training Theorie Praxis*. Berlin.

Hakkinen K. (1989). Maximal force, explosive strength and speed in female Volleyball and Basketball players. *Journal of Human Movement Studies. 16*, 291-303.

Harris, G, Stone, H., O' Bryant, M., Proulx, H. M. C., Johnson, R. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14, 1, 14-20.

Henneman, E. & Olson, C. B. (1965). Relations betweestructure and function in the design of skeletal muscle. *Journal of Neurophysiology,* 28, 581-598.

Hinricks, R. N., Cavanagh, P. R., Williams, K. R. (1987). Upper extremity function in running. 1: Centre of mass and propulsion considerations. *International Journal of Sport Biomechanics,* 3, 222-241.

Holcomb, W. R., Lander J. E., Rutland, R. M., Wilson, G. D. (1996). A biomechanical analysis of the vertical jump and 3 modified plyometric depth jumps. *Journal of Strength Conditioning Research,* 10, 83-88.

Horita, T., Komi, P., Nicol, C., Kyrolainen, H. (1996). Stretch shortening cycle fatigue, Interactions among joint stifness, reflex and muscle mechanical performance in the drop jump. *European Journal of Applied Physiology*, 73, 393-403.

Hubley, C. & Wells, R. (1983). A work-energy approach to determine individual joint contributions to vertical jump performance. *European Journal of Applied Physiology,* 50, 247-254.

Jacobs, R. & van Ingen Schenau, G. J. (1992). Intermuscular coordination in a sprint push-off. *Journal of Biomechanics,* 25,9, 953-965.

Jushekevitch T. (1992).The A and Z of sprinting*. Athlete and Coach, 30 (2)*.

Kaneko M., Sasaki S., Fuchimoto T. (1987). Growth and development of muscular power and shortening velocity in single contraction of elbow flexors. In Hillel Ruskin & Ariel Simkin (eds*) "Physical Fitness and the ages of man*. Academon Press, the Hebrew University, Jerusalem.

Kaziev M. and Baslikov, (1985). Ouspesnost otbivania letiastego miaza i vliaistie na nee factori. Teoria i Practica Fizitzeskoi Koultouri, 4, 7-10.

Kaziev, M., Golomazov, C., Baslikov, I., Blasova, (1986). Soversehstvovanie priema miatza pri razliznih sotzetaniah vremeni prosiezivania i skorosti poleta. Theorie i practica Fizitzeskoi Koultouri, 7, 48-51.

Kornexl, E., (1970). *Reactionsschnelikeit and torwart leistung*. Wien. 218-223.

Kraemer, W. J. & Newton, R. U. (1994). Training for improved vertical jump. *Gatorade Sports Science Exchange,* 7, 53.

Kukolj, M., Ropret, R., Ugarkovic, D., Jaric, S. (1999). Anthropometric, strength and power predictors of sprinting performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness,* 39, 120-122.

Kumagai, K., Abe, T., Brechue, W. F., Ryushi, T., Takano, S., Mizuno, M. (2000). Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *Journal of Applied Physiology,* 88, 3, 811-816.

Kyrolainen, H., Komi, P. V., Belli, A. (1999). Changes in muscle activity patterns and kinetics with increasing running speed. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 13, 4, 400-406.

Luhtanen, P. & Komi, P. V. (1978). Mechanical factors influencing running speed. In Asmussen, E. and Jorgensen, K. (Eds.) *Biomehanics VI-B,* pp. 23-29, University Park Press, Baltimore.

Lyttle, A. D., Wilson, G. J., Ostrowski, K. J. (1996). Enhancing performance: maximal power versus combined weights and plyometrics training. J*ournal of Strength and Conditioning Res*, 10, 3, 173-179.

Manouilov, (1983). In Verhosianski, 1985.

Marx, P., (1989). Supratentorial structures controlling occulomotor functions and their involvement in cases of stroke. *Eur Arch Phychiatz. Neurol Sci., 23*, 3-8.

McGillivary, W., (1979). *Res. Quarterly*. In Baslikov, 1989.

Mero, A. (1998). Power and speed training during childhood. In *Pediatric Anaerobic Performance*. E. Van Praagh (ed.), Hunam Kinetics.

Mero, A., & Komi, P. V. (1985). Effects of supramaximal velocity on biomechanical variables in sprinting. *International Journal of Sports Biomechanics,* 1, 240-252.

Mero, A. & Komi, P. V. (1986). Force-, EMG-, and elasticity-velocity relationships at submaximal,maximal and supramaximal running speeds in sprinters. *European Journal of Applied Physiology*, 55, 553-561.

Mero, A. and Komi, P.V. (1990) Reaction time and electromyographic activity dyring a sprint start. *Eur J Appl Physiol,* 61:73-80

Mero, A., Komi, P. V., Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of Sprint Running. *Sports Medicine,* 13 , 6, 376-392.

Mero, A., Luhtanen, P., Komi, P. V. (1983). A biomehanical study of the sprint start. *Journal of Sports Science*, 5, 1, 20-28.

Mero, A., Luhtanen, P., Vitasalo, J. T., Komi, P. V. (1981). Relationships between the maximal running velocity, muscle fiber characteristics, force production and force relaxation of sprinters. *Scandinavian Journal of Sports Science*, 3 , 1,16-22.

Mero, A. & Peltola, E. (1989). Neural activation in fatigued and nonfatigued conditions of short and long sprint running. *Biology in Sport,* 6, 43-57.

Mero, A. Vuorrimaa, T., and Hakkinen, K., eds. (1990). *Training in children and adolescents*. Jyvaskyla, FinlandQGummerus Kirjapaino Oy.

Murase, Y., Hoshikawa, T., Yasuda, N., Ikegai Y., Matsi, H. (1976). Analysis of the changes in progressive speed during 100-meter dash. In: *V-B Biomechanics,* Komi P.V. (ed.), Baltimore: University Park Press.

Nesser T, Richard W. Latin, Kris Berg, and Ernest Prentice (1996) Physiological Determinats of 40 – Meter Sprint Performance in *Youhg Male Athletes*. Journal of Strength and Conditioning Association.

Nessler, J., (1973). Mot. Behavour. In Baslikov, 1989.

Novachec, T. F. (2000). The biomechanics of running. *Gait posture,* 1, 7, 77-95.

Pousson, M., van Hoeck, J., Goubel, F. (1990). Changes in elastic characteristics of human muscle induced by eccentric exercise. *Journal of Biomechanics,* 21, 343-348.

Puny and Curkov, (1974). Nekatoroi teorititzeski aspeck i probleme antitzipatzia v phychologia sporta. Theorie i Practica Firitzesko i Koultouri, 7, 8-11.

Radford, P. F. (1990). Sprinting. In *Physiology of Sports* (edited by Reilley, T., Secher, N., Snell, P. aand Williams, C.), London: E & FN Spon.

Rimmer Edwin and Gordon Sleivert. (2000) Effects of a Plyometrics Intervention Program on Sprint Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3),295-301.

Rowland, T. W. (1996) Short-burst activities and the development of anaerobic fitness. In Rowland T. W. (ed.) *Developmental Exercise Physiology.* Human Kinetics, Champaign.

Sage, G., (1977). Inroduction to motor behaviour. A neurophysiological approach. Second edition, 10-122.

Sale,D. J. Strength training in children. In G.V. Gisolfi and D.R. Lamb (Eds). In *exercise science and sports medicine*. Vol 2. Youth, exercise and sport. Indianapolis: Benchmark

Σαρασλανίδης,Π.(2002).Επίδραση διαφορετικών μοντέλων προγραμματισμού προπόνησης στους δρόμους ταχύτητας. Διδακτορική διατριβή. Θεσ/νίκη.

Sinclair, D. (1989). Human groth after birth. 5th ed.Oxford Oxford University Press.

Sleivert, G. G., Backus, R. D., Wenger, H. A. (1995). The influence of a strength-sprint training sequence on multi-joint power output. *Medicine and Science in Sports and Exercise,* 27, 12*,* 1655-1665.

Thorstensson, A., Sjodin, B., Karlsson, J. (1975). Enzyme activities and muscle strength after “sprint training„ in man. *Acta Physiologica Scandinavica,* 94, 313-318.

Van Ingen Schenau, G.J., De Koning, J.J., De Groot, G. (1994) Optimisation of sprinting performance in running, cycling and speed skating. *Sports Med,* 14(4): 259-275

Verhosianski, I., (1988). Osnovi spetzialnoi fizitzeskoi padkotovki spartzmenov. Moscva.

Vonstein, W. (1996). Some reflections on maximum speed sprinting technique. *New Student Athlete,* 11, 2-3, 161-165.

Wadley, G. & Le Rossignol, P. (1998). The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems. *Journal of Science and Medicine in Sport,* 1, 2, 100-110.

Ward-Smith, A. J. & Radford, P. F. (2000). Investigation of anaerobic metabolism by analysis of the performance of elite sprinters. *Journal of Biomechanics,* 33, 8, 997-1004.

Weihert, W., (1979). Erkebnisse fur handball aus untersuchungen. Stutgart, 84-87.

Weyand, P. G., Sternlight, D. B., Bellizzi, M. J., Wright, S. (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of Applied Physiology,* 89, 5, 1991-1999.

Whiting, H., (1970). Ergonomics. In Baslikov, 1989.

Wilson, G.J., Newton, R.U., Murphy, A.J., and Humphries, B.J. (1993).The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*, 25:1279-1286

Young, W., McLean, B., Ardagna, J. (1995). Relationship between strengh qualities and sprinting performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35, 1, 13-9.

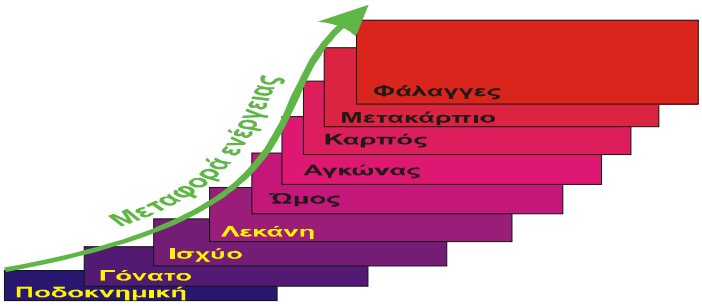
Zatziorski, V., Lanka, E., Shalmanov, A., (1981). Biomechanical analysis of shot putting technique. *Exercise and Sport Science Reviews*, 9, 353-389. Philadelphia (ed. Miller).

Zeiers, V., (1984). Die ausseren voraussetzungen der for warttechnik. Lehre Praxis des handball spiels 12, 17-19.

Η ρίψη αποτελεί μία από τις βασικές και αρχέγονες δεξιότητες του ανθρώπου και είναι μια σύνθετη κινητική διαδικασία που αφορά ολόκληρο το σώμα του ρίπτη τόσο κινητικά, όσο και λειτουργικά (Παπαγεωργίου, 1988). Ουσιαστικά βασίζεται στη μεταφορά της κινητικής ενέργειας που παράγουν οι μύες των αρθρώσεων στο ριπτόμενο αντικείμενο. Η μεταφορά ενέργειας διενεργείται κυρίως μέσω των λεγομένων διαρθρικών μυών, δηλαδή των μυών που η έκφυσή τους αρχίζει από ένα σημείο μίας άρθρωσης και η κατάφυσή τους στην επόμενη άρθρωση. Παράδειγμα τέτοιων μυών είναι ο έσω και έξω γαστροκνήμιος, ο ορθός μηριαίος κ.λ.π (Enoka, 2002).

Η ρίψη ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε αγωνιστικής δραστηριότητας ή κατάστασης, μπορεί να έχει ως σκοπό: (Branta et al., 1984)

- να στοχέψει ένα συγκεκριμένο και επιλεγμένο στόχο,
- να προσδώσει τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα και να μεταφέρει στη δυνατόν μεγαλύτερη απόσταση το όργανο ρίψης,
- συνδυαστικά και τα δύο μαζί.
- Μπορεί δε να γίνει με τα δύο χέρια ή με το ένα, να γίνει πάνω ή κάτω από τον ώμο, με ή χωρίς άλμα, από στάση ή με κίνηση.



Γράφημα 4.1: Σχηματική παράσταση των αρθρώσεων που συμμετέχουν στη μεταφορά ενέργειας κατά τη ρίψη, *(Σκούφας 2003).*

Η ταχύτητα ρίψης(ΤΑΜ) επηρεάζεται από μία σειρά κινητικών παραγόντων και ιδιοτήτων.

Μεταφορά ενεργειας. Η αποτελεσματικότητά της ΤΑΜ δεν εξαρτάται από την ανάπτυξη μεγάλων δυνάμεων από τους μυς, αλλά κυρίως από την ιδανική μεταφορά της κινητικής ενέργειας από την άρθρωση σε αρθρωση (Joris et al., 1985; Muller, 1982) και από τις μακρινές προς το σώμα αρθρώσεις προς τις κοντινές(Bunn (1972).

Η διαδοχικότητα επιβράδυνσης επιτάχυνσης των αρθρώσεων. Η διαδικασία αυτή αποτελεί ουσιαστικά μία διαδοχή επιτάχυνσης και επιβράδυνσης των αρθρώσεων του σώματος, που τελικά προσδίδει στο ριπτόμενο αντικείμενο την επιδιωκόμενη ευνοϊκή ταχύτητα. Συγκεκριμένα, όταν μία άρθρωση αρχίζει να επιβραδύνεται τότε η επόμενη τείνει να αποκτήσει τη μέγιστή της ταχύτητα , έτσι ώστε η επόμενη να ξεπερνάει την ταχύτητα της προηγούμενης αρθρωσης (Plagenhoef, 1971,Kreighbaum & Barthels, 1981; Sakurai & Miyashita, 1983; Terauds, 1978; Tutjovitsch, 1979; Zatsiorsky et al., 1981). Η διαδικασία αυτή, επιβράδυνσης – επιτάχυνσης, ρυθμίζεται και από τη δράση των ανταγωνιστών μυών οι οποίοι τείνουν να επιβραδύνουν το μέλος που έχει αποκτήσει τη μέγιστη ταχύτητα (Zatsiorsky et al., 1981). Εάν η παραπάνω αλληλουχία δε συμβεί, δηλαδή η μεγιστοποίηση της ταχύτητας της επόμενης άρθρωσης επιτευχθεί πριν ή μετά τη χρονική στιγμή που επιτεύχθηκε η ΤΑΜ είναι σημαντικά χαμηλότερη, ακόμη και αν οι μύς παρήγαγαν το ίδιο έργο (Joris et al., 1985)

Λειτουργία σταθεροποιητών μυών. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι σημαντικό ακόμη ρόλο παίζει μία άλλη κατηγορία μυών, οι οποίοι δεν συμμετέχουν στην κίνηση αλλά σταθεροποιούν την άρθρωση, ούτως ώστε οι μυς που συμμετέχουν άμεσα στην κίνηση να βελτιστοποιούν την απόδοσή τους. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα είναι η δράση της κεντρικής μοίρας του δελτοειδούς, του υπερακάνθιου και του πρόσθιου οδοντωτού μυός που σταθεροποιούν την άρθρωση του ώμου στις 90° (Muller 1982).

Κύκλος διάτασης Βράχυνσης. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας για την ΤΑΜ είναι η διαδοχική διαδικασία διάταση βράχυσης των μυών των μελών της κάθε άρθρωσης που συμμετέχουν στην ρίψη , δίνοντας συνεχώς μία ευνοϊκότερη χρήση της ελαστικής ενέργειας. Αυτή η επιπλέον προσφορά ελαστικής ενέργειας, υπερπληρώνει και την απώλεια τάσης που επέρχεται και από την διαδοχικότητα μετάβασης από τους πιο αργούς και πιο ισχυρούς μυς, στους πιο γρήγορους αλλά όμως πιο αδύνατους (Bunn 1972). Έτσι, αποκτιέται αδρανειακά υψηλή γωνιακή ταχύτητα των απομακρυσμένων αρθρώσεων του αγκώνα και του καρπού που σε καμία περίπτωση δεν θα τις επιτύγχαναν απομονωμένες κινήσεις (Ingen Schenou, V., 1980). Γι αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η βασική αρχή που διέπει την παραγωγή και διάθεση της ελαστικής ενέργειας (Cavagna et al 1968), ότι η φάση της μυικής διάτασης να διατηρείται για το ευνοϊκά ελάχιστο χρονικό διάστημα.

Παράγοντες που επηρεάζουν την Ριπτική ικανότητα και την ΤΑΜ

Έχει διαπιστωθεί ότι οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ικανότητα της ρίψης είναι:

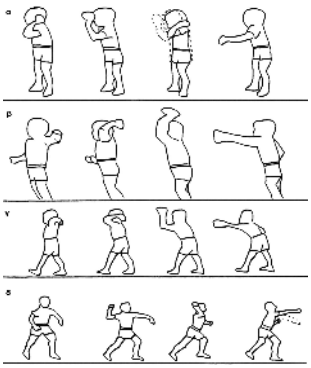
1. **Ηλικία**

Η επίδραση της ηλικίας θα αναζητηθεί στις χρονικές φάσεις που ολοκληρώνεται η βελτιστοποίηση της ικανότητας μεταφοράς ενέργειας από τις αρθρώσεις των κάτω άκρων στην άρθρωση του καρπού και των δακτύλων (Atwater, 1979). Η ριπτική ικανότητα διαφοροποιείται ανάλογα με το βιολογικό στάδιο ανάπτυξης του ρίπτη (Wickstrom, 1977; Sakurai & Miyashita 1983). Η ριπτική ωρίμανση ολοκληρώνεται μετα την εφηβεία εξαρτάται από το είδος της ρίψης και το (Danilov 1985). Στην διαδικασία της βιολογικής ωρίμανσης της ριπτικής ικανότητας παρουσιάζονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά

<u>Στάδια Ανάπτυξης(ωρίμανσης)</u>

Η ΤΑΜ έχει συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης, την πρώιμη και την ώριμη φάση, οι οποίες διαφοροποιούνται σε τέσσερα διακριτά στάδια. Η αναζήτηση

αυτών των σταδίων ξεκίνησε από τον Wild (1938) και συνεχίστηκε από μία σειρά άλλων ερευνητών (Wickstron 1977, Atwater 1979, και Sakurai and Miyashita 1983). Η ταξινόμηση των δύο αυτών σταδίων γίνεται με δύο βασικά κριτήρια. Τον αριθμό των αρθρώσεων που συμμετέχουν στην ρίψη και την διαδοχικότητα της κίνησης των αρθρώσεων. Χαρακτηριστικά της πρώιμης φάσης είναι αφενός ο μικρότερος αριθμός αρθρώσεων που συμμετέχουν στην ρίψη και αφετέρου σε ποιο βαθμό οι αρθρώσεις ενεργοποιούνται ταυτόχρονα(πρώιμο χαρακτηριστικό) η διαδοχικά(ώριμο χαρακτηριστικό). Η επίδραση της ηλικίας στην ανάπτυξη της ικανότητας ρίψης φαίνεται στην φιγ 4.1.

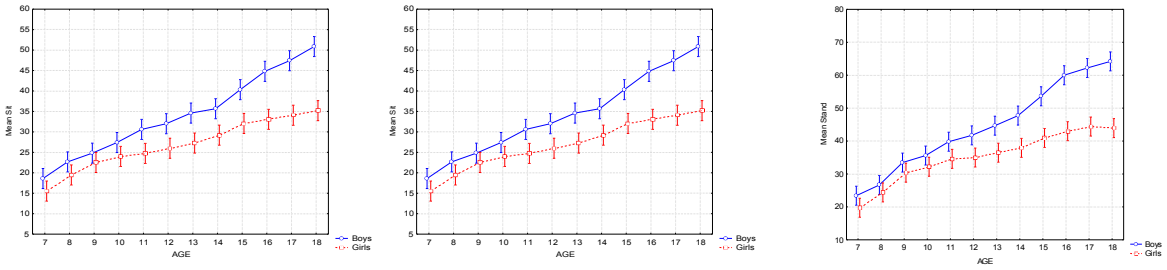


Φιγούρα 4.1. Αναπτυξιακές φάσεις εξέλιξης της ρίψης (Plagenhoef, 1971).

<u>Μεταφορά ρίψης από το ομόπλευρο πόδι στήριξης στο αντίπλευρο.</u>

Η χρήση του ομόπλευρου ποδιού είναι ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των παιδιών μικρής ηλικίας και αποτελεί αφετηριακό σημείο της διαδικασίας της ρίψης. Μία σταδιακή εξέλιξη είναι η ρίψη με πόδι ωθησης το αντίπλευρο πόδι από αυτό της ολόπλευρης πλευράς του χεριού ρίψης (Burton et al. 1992),

2. Επίδραση φύλλουΕίναι γενικότερα αποδεκτό ότι οι γυναίκες από την παιδική ηλικία υστερούν σε σχέση με τους άντρες και στα κινηματικά και στα δυναμικά στοιχεία. Μια διαχρονική έρευνα των Sakurai & Miyashita (1983), με βάση την ταχύτητα απελευθέρωσης της μπάλας και την ταχύτητα του καρπού,



έδειξε ότι από την ηλικία των 3 χρόνων το αγόρι υπερέχει ελαφρά του κοριτσιού. Η διαφορά αυτή αυξάνει στατιστικά σημαντικά μετά την ηλικία των 7 χρόνων και ειδικότερα των 8 και 9 χρόνω **(**Burton et al. 1992)

Γράφημα 4.2. Αριστερα η διαφορές στην ΤΑΜ με ρίψη από ορθια θέση, στο κέντρο από καθιστή θέση και αριστερα οι διαφορές δύναμης καρπού αγοριών και κοριτσιών.

Τα ευρήματα εδειξαν ότι η στατιστικα σημαντικές διαφορές προέκυψαν μετα τα 12 χρόνια όταν και παρουσιάσθηκαν διαφορές και στην δύναμη καρπού. Τα αποτελέσματα ακόμη εδειξαν ότι μετα την εφηβεία δεν παρουσιάζεατι ουσιαστική μεταβολή στην ΤΑΜ των κοριτσιών όπως περίπου συμβαίνει και στην δύναμη καρπού(Γράφημα 4.2, Ριζαλέου 2005)

Η μεγάλη αυτή διαφορά δε μπορεί να εξηγηθεί μόνο με βάση τις μορφολειτουργικές διαφορές αντρών και γυναικών, γιατί στην περίοδο εκείνη δεν είναι τόσο σημαντικές, και ιδιαίτερα στον τομέα της δύναμης. Η διαφοροποίηση αυτή φαίνεται να αυξάνει παραπάνω με την ηλικιακή ωρίμανση. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η σταθεροποίηση της ρίψης ολοκληρώνεται στην ηλικία των 15 χρόνων για τα κορίτσια και των 13 για τα αγόρια (Popov, 1982). Ο Winkstrom (1977), ανέφερε ότι η απόδοση μιας ενήλικης γυναίκας στη ρίψη συγκρίνεται με την ικανότητα ενός εφήβου στα πρώτα στάδια ανάπτυξής του. Οι Halverson et al. (1982), πιο ειδικά, αναφέρουν ότι ένα κορίτσι 11-12 χρόνων έχει την τεχνική ρίψης ενός αγοριού 6 χρόνων. Οι διαφορές των ενηλίκων ανδρών και γυναικών απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση για τη διαπίστωση των αιτιών που τις προκαλούν. Επιχειρήθηκε να εξηγηθεί πολύπλευρα αυτή η διαφοροποίηση. Από κινησιολογική άποψη οι Burton et al. (1992), αναφέρουν ότι από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης, τα κορίτσια χρησιμοποιούν περισσότερο ομόπλευρο βηματισμό και ρίψη με δύο χέρια σε μεγαλύτερη συχνότητα σε σχέση με τα αγόρια. Άλλες αναφορές (Nelson et al., 1991) ισχυρίζονται ότι γενικότερα στα κορίτσια καθυστερεί η ηλικιακή ωρίμανση της κινηματικής αλυσίδας και ειδικότερα η τμηματική συνεισφορά των διαφόρων αρθρώσεων του σώματος (λεκάνη, κορμός κ.λπ.) στην τελική ταχύτητα απελευθέρωσης της μπάλας. Γι' αυτό ακριβώς τα κορίτσια από πολύ νωρίς (ηλικιακά) δείχνουν την τάση να ρίχνουν ωθητικά (push like) και όχι μαστιγωτά (wipe like) (Winkstrom, 1975) απ' ότι στα αγόρια (Nelson et al., 1986; Nelson et al., 1991).

Παρ' όλα αυτά θα έπρεπε να αναφερθεί ότι πολύ σημαντικός παράγοντας ακόμη που μπορεί να εξηγήσει την διαφορά αγοριών κοριτσιών είναι και η περιβαλλοντολογική επίδραση. Λόγω των κοινωνικών αντιλήψεων το αγόρι αφήνεται, ή τουλάχιστον αφήνονταν, πιο ελεύθερα να κινηθεί και να παίξει εκτός του σπιτιού σε σχέση με το κορίτσι. Ακόμη, η παρόρμηση για άσκηση στα αγόρια είναι μεγαλύτερη απ' ότι στα κορίτσια. Ενδεχόμενα αυτή η κοινωνική υπεροχή του αγοριού σε σχέση με το κορίτσι, δίνει στο αγόρι το πλεονέκτημα ενός είδους φυσικής προετοιμασίας που το βοηθά να βελτιωθεί γρηγορότερα και αποδοτικότερα σε σχέση με το κορίτσι. (Κοτζαμανίδης et al., 1999; Nelson et al. , 1986; Nelson et al. , 1991. Στο διάγραμμα 4.2 από

σύγχρονα δικά μας ευρήματα διαπιστώθηκε ότι οι διαφορές αγοριών κοριτσιάν πλέον εντοπίζονται μετα τα 12 χρόνια όταν επέρχεται πλέον και ένα πλατώ στην δυναμή τους. Το δεδομένο αυτό δείχνει ότι μάλλον η αυξημένη συμμετοχή των κοριτσιών στην οργανωμένη ασκηση τείνει να μειώσει τις διαφορές αγοριών που εμφανίζονταν στο παρελθόν και από την ηλικία των 5-6 χ. Τα δεδομένα αυτά μάλλον ενισχύουν την προηγούμενα διατυπωθείσα αποψη της παρέμβασης του κοινωνικού παράγοντα..

3. Επίδραση Πλευρικότητας

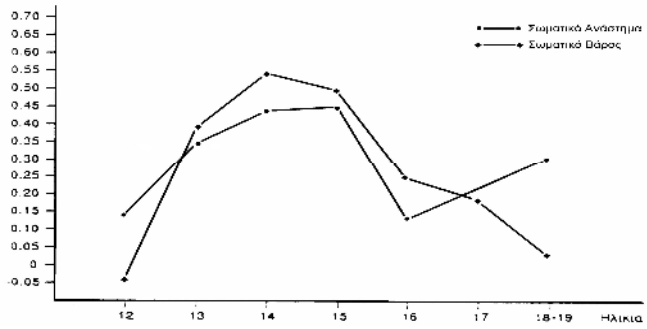
Παρόλο που δεν παρουσιάζονται εμφανείς διαφορές μορφολογικού χαρακτήρα μεταξύ των δύο χεριών απροπόνητων ατόμων, εμφανίζονται μεγάλες διαφορές στην απόδοσή τους και ιδιαίτερα στις λεπτές και σύνθετες κινήσεις. Οι εργασίες των Hoshikawa & Toyoshima (1976), έδειξαν ότι οι διαφορές αυτές εντοπίζονται και στη ρίψη και οφείλονται σε νευρογενείς παράγοντες σε επίπεδο κεντρικού και περιφερικού νευρικού συστήματος και συγκεκριμένα στην διαφοροποίηση της λειτουργίας των δύο ημισφαιρίων του εγκεφάλου το οποίο με την σειρά του επιρεάζει την συχνότητα και το επίπεδο διέγερσης των κινητικών μονάδων (Kamen et al., 1992). Η προπόνηση όμως είναι ενας παράγοντας ο οποίος θα επιρεάσει θεττικα στην μείωση απόδοσης μεταξύ των δύο ακρων.

4. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά .

Για το ζήτημα της επίδρασης των ανθρωπομετρικών και κινητικών ικανοτήτων πάνω στην ριπτική ικανότητα υπάρχουν αντιτιθέμενες απόψεις. Συγκεκριμένα, με βάση τα δεδομένα της βιομηχανικής, επειδή οι κινήσεις είναι περιστροφικές θα έπρεπε να ισχύει η βασική αρχή ότι η αύξηση της ακτίνας περιστροφής (δηλαδή τα μεγάλα ανθρωπομετρικά μεγέθη) θα αύξαναν λόγω μεταφοράς και την ριπτική ικανότητα. Προς την κατεύθυνση αυτή, γενικότερα για τις ρίψεις, συμφωνούν οι απόψεις των Bowne (1960), Miyashita (1980) και Siris et al. (1982). Σειρά όμως άλλων ερευνητών υποστηρίζουν ότι δεν υφίσταται θετική συσχέτιση (Mikkelsen & Olessen, 1976; Richardson, 1976; Mikkelsen & Olesen, 1977; Joris et al., 1985; Feris et al., 1995). Ομαδοποιώντας όμως τα ερευνητικά αποτελέσματα θα μπορούσε να

διατυπωθεί ότι η επίδραση στη ρίψη των ανθρωπομετρικών στοιχείων εξαρτάται:

Από την ηλικία. Συγκεκριμένα ο Powels (1976), έδειξε ότι υφίστανται θετικές συσχετίσεις ορισμένων ανθρωπομετρικών δεικτών με τη ριπτική ικανότητα ανά ηλικία (Γράφημα 4.3). Η διαφοροποίηση αυτή αποδίδεται στη διαφορά της τεχνικής μεταξύ ενηλίκων και ανηλίκων. Συγκεκριμένα τα άτομα υψηλής τεχνικής βασίζονται περισσότερο στον συντονισμό της κίνησης της ρίψης και λιγότερο στην χρήση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών.



Γράφημα 4.3. Διαφοροποίηση κατά ηλικίες της συσχέτισης των ανθρωπομετρικών ικανοτήτων στη ριπτική ικανότητα. Powels (1976),

- *Το είδος της ρίψης.* Παρατηρήσεις έδειξαν ότι στις στατικές ρίψεις (αυτές δηλαδή που έχουν απλή δομή κίνησης) υπάρχει θετική συσχέτιση με τα ανθρωπομετρικά μεγέθη, ενώ στις άλλες και ειδικότερα στις αλτικές που έχουν συνθετότερη δομή δεν υπάρχουν συσχετίσεις (Kotzamanidis et al., 1998).
- *Από την εξειδικευμένη προπονητική κατεύθυνση* (Guba et al., 1986) και το *το επίπεδο της συντονιστικής ικανότητας* (Atwater, 1979; Jancelic, 1973; Winkstrom, 1977,Pauwels, 1979; Toyoshima & Miyashita, 1973; Μπάγιος 1998).Σύμφωνα με τους παραπάνω συγγραφείς η επίδραση των ανθρωπομετρικών στοιχείων είναι σημαντική σε όλες τις κατηγορίες ασκουμένων που έχουν χαμηλό επίπεδο τεχνικής εκτέλεσης .

Γενικότερα η εύρεση συσχετίσεων ανθρωπομετρικών στοιχείων και ρίψης δεν είναι μία σταθερή διαδικασία, αλλά ποικίλει μάλλον κατά ηλικία, φύλο, επίπεδο απόδοσης και της εξειδίκευσης, καθώς και της ενδοαρθρικής συντονιστικής ικανότητας. Έτσι, θα μπορούσε να λεχθεί ότι η άποψη των Martirosov & Tumanian (1980), σύμφωνα με τους οποίους η επίδραση των ανθρωπομετρικών μεγεθών πάνω στη ριπτική ικανότητα δεν είναι διευκρινισμένη είναι και η πιο σωστή.

5, Διαστάσεις και βάρος οργάνων

Το μέγεθος της μπάλας και το βάρος της, επηρεάζει σαφώς την επίδοση. Είναι γεγονός, για παράδειγμα, ότι για να μπορέσει να εκτελέσει μία αποτελεσματική ρίψη ένας παίκτης της χειροσφαίρισης πρέπει να διαθέτει το ανάλογο μέγεθος παλάμης και για παράδειγμα για μία μπάλα περιφέρειας 56 cm ο παίκτης πρέπει να διαθέτει παλάμη με άνοιγμα δακτύλων τουλάχιστον 19 cm (Jankelic, 1973). Η σχέση διαμέτρου μπάλας / πλάτους παλάμης πρέπει κατά ηλικία να μη ξεπερνά την μονάδα (1). Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι όσο η ποσοστιαία αυτή σχέση έχει πτωτική τάση, τότε υπάρχει και ευχέρεια λαβής και ρίψης με ένα χέρι. Όσο, όμως, αυξάνει και ξεπερνά το 1,00-1,25 υπάρχει μια τάση λαβής καθώς και ρίψης με τα δυο χέρια και αρνητικής μεταβολής της ποιότητας της κινηματικής αλυσίδας. Γι αυτό οι Burton et al. (1992) προτείνουν, για κάθε νέο στάδιο μάθησης η σχέση παλάμης, μπάλας πρέπει να είναι αρχικά 0,25 και σταδιακά να φτάνει στο 1,00 ως και 1,25. Έτσι, όταν διαπιστώνεται επαναφορά της ωθητικής ρίψης πρέπει να χρησιμοποιείται μπάλα μικρότερης διαμέτρου.

Σχετικά με το βάρος της μπάλας ο Muller (1982), υποστηρίζει ότι το επιπλέον βάρος της μπάλας επηρεάζει σημαντικά αρνητικά τη τεχνική, με πτώση του βραχίονα, όταν το βάρος της μπάλας ξεπερνάει τα 800 gr, αλλοιώνοντας ετσι την κινηματική αλυσίδα. Στις μικρότερες επιβαρύνσεις τα αποτελέσματα είναι αντιφατικά. Τέλος ο Danilov (1985) υποστηρίζει ότι για τους προέφηβους το ιδανικό βάρος είναι 200 γραμμάρια.

6. Είδος ρίψης

Ο διαφορετικός τρόπος τεχνικής εκτέλεσης της ρίψης προκαλεί μεταβολές στην ΤΑΜ του οργάνου (Bayios & Boudolos, 1998; Κοτζαμανίδης & Σκούφας 1985). Η έννοια της διαφορετικής τεχνικής μπορεί να καταταχθεί στις παρακάτω περιπτώσεις:

- *Φορά του σώματος.* Η ρίψη μπορεί να γίνει με ένα ή περισσότερα βήματα (π.χ χειροσφαίριση, ακόντιο, μπέιζμπολ κ.α.).

Η ρίψη με τρία βήματα φαίνεται να υπερτερεί σε επίδοση σε σχέση με τη ρίψη από στάση, ή τη ρίψη με κατακόρυφο άλμα (Mikkelsen & Olesen, 1977; Kotzamanidis et al., 1995; Kotzamanidis & Papadopoulos, 1987). Ο λόγος είναι ότι η ρίψη χωρίς άλμα εκμεταλλεύεται κυρίως την αντίδραση του εδάφους. Αντίθετα η ρίψη με άλμα παρουσιάζει μικρότερη ταχύτητα απελευθέρωσης της μπάλας σε σχέση με τη ρίψη χωρίς άλμα, διότι η παραγόμενη κινητική ενέργεια των κάτω άκρων χρησιμοποιείται κύρια για τη κατακόρυφη απογείωση, ενώ για τη ταχύτητα απελευθέρωσής της η κύρια συνεισφορά είναι από τις αρθρώσεις του κορμού και των άνω άκρων. Για τον λόγο αυτόν στη διάρκεια της ρίψης με άλμα όταν επιδιώκεται η μεγιστοποίηση της ρίψης τότε η κατακόρυφη απογείωση δεν πρέπει να είναι μέγιστη (Atwater, 1979).

7. Σχέση δύναμης και ρίψης

Για το ζήτημα της επίδρασης της δύναμης πάνω στην ριπτική ικανότητα υπάρχουν αντιτιθέμενες απόψεις. Η εύρεση συσχετίσεων δύναμης και ρίψης δεν είναι μία σταθερή διαδικασία, αλλά ποικίλει μάλλον κατά ηλικία, φύλο, και το επίπεδο απόδοσης. Έτσι, θα μπορούσε να λεχθεί ότι η πιο σωστή άποψη είναι ότι η σχέση δύναμης και ρίψης δεν είναι διευκρινισμένη.

Οι Powels (1976) και οι Sakurai & Miyashita (1983) βρήκαν θετικές συσχετίσεις στους παίδες και στους εφήβους αλλά όχι και στους ενήλικες. Πιο συγκεκριμένα κατά την αναπτυξιακή ηλικία, μέχρι 16 ετών, η δύναμη επιδρά στην ΤΑΜ αλλά όχι η ευκαμψία και η γενική ταχύτητα (Powels 1976). Μετά την ηλικία αυτή κατά τον ερευνητή δεν υφίσταται συσχέτιση. Η βασική εξήγηση του φαινομένου αυτού αποδόθηκε στο επίπεδο του νευρομυϊκού

συντονισμού και της τεχνικής που κυρίως επηρεάζει τη ρίψη στους ενήλικες, ενώ αντίθετα στους προέφηβους και εφήβους βασικό ρόλο παίζει το επίπεδο της φυσικής κατάστασης.

Αλλά και στους ενήλικες τα αποτελέσματα είναι διαφοροποιημένα. Συγκεκριμένα ο Richardson (1976), βρήκε ότι υφίσταται συσχέτιση μεταξύ δύναμης και ταχύτητας ρίψης αλλά κατά τον Eliasz (1993), οι γενικές φυσικές ικανότητες είναι αυτές που επενεργούν θετικά στην ταχύτητα απελευθέρωσης της μπάλας και ειδικότερα η δύναμη των καμπτήρων του ισχίου. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Moore & Stevenson (1989), αυξάνοντας προοδευτικά την επιβάρυνση στην προπόνηση των αθλητών του μπέιζμπολ. Αντίθετα οι Newton, R. & McEnvoy, N. (1994), υποστηρίζουν ότι δεν υφίσταται συσχέτιση μεταξύ δύναμης και ριπτικής ικανότητας. Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η σχέση δύναμης και ρίψης δεν είναι διευκρινισμένη και απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση.

Εισαγωγή στην Προπόνηση της ΤΑΜ

Ο κύριος στόχος οποιασδήποτε μορφής προπόνησης ρίψης είναι η μεγιστοποίηση της ΤΑΜ. Η ΤΑΜ μπορεί να βελτιωθεί είτε μέσω τεχνικής είτε ενδυνάμωσης με εξωτερικές αντιστάσεις. Η προπόνηση τεχνικής σκοπεύει κυρίως στην βελτίωση της μεταφοράς ενέργειας από τα κατώτερα στα ανώτερα άκρα όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο (Interlimb coordination). Η προπόνηση με εξωτερικές αντιστάσεις στοχεύει στην βελτίωση της ΤΑΜ μέσω της προπόνησης ισχύος. (Hoff & Almasbakk, 1995; Medbo & Burgers, 1990).

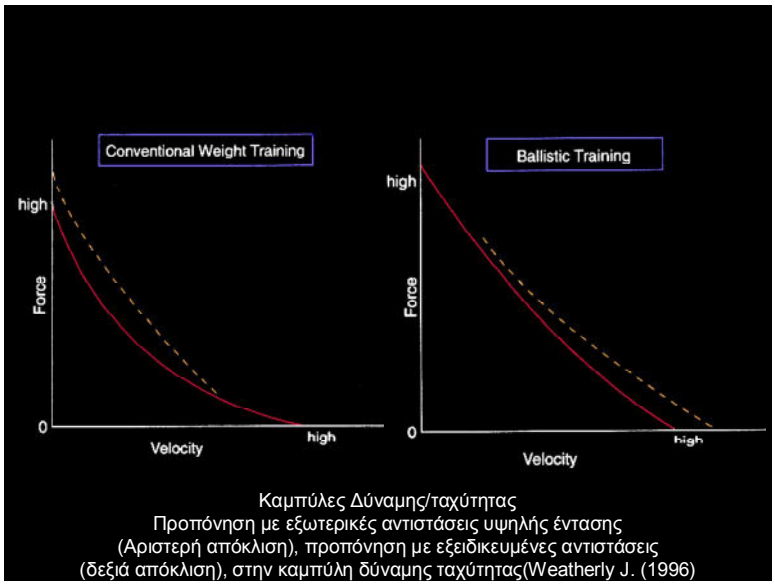
Η προπόνηση τεχνικής γίνεται βασικά μόνο με μπάλα με το δοσμένο βάρος και μέγεθος που έχει συνηθίσει να χρησιμοποιεί ο αθλητής και ενδεχομένως επιβάλλονται από τους κανονισμούς του οικείου αθλήματος.

Στην προπόνηση με εξωτερικές αντιστάσεις το κύριο μεθοδολογικό ζήτημα είναι ότι η προπόνηση αυτού του είδους επιχειρεί να μεγιστοποιήσει την ταχύτητα ενός αντικειμένου με μικρό βάρος. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η αντίσταση που επιχειρείται να επιταχυνθεί στην καμπύλης σχέσης δύναμης-ταχύτητας τοποθετείται στο ακραίο δεξιό τμήμα της (Γράφημα 4.4,Tillaar et al 2005). Αυτό πρακτικα σημαίνει ότι η προτεινόμενη προπόνηση δύναμης θα τείνει να αυξήσει την Ταχύτητα Εκτέλεσης μας κίνησης με ελάχιστη αντίσταση

όπως είναι αυτή μίας μπάλας και όχι με υψηλές και ενδιάμεσες αντιστάσεις όπως είναι στην περίπτωση της άρσης βαρών και των ρίψεων(αριστερό και κεντρώο τμήμα της καμύλης δύναμης ταχύτητας

Στο συγκεκριμένο σημείο έχει διαπιστωθεί ότι για την ΤΑΜ έχουν εφαρμοσθεί δύο τύπων προπονητικά προγράμματα με (Tillaar et al 2004).

1. Αγωνιστικές ασκήσεις, όπου επαναλαμβάνεται ολοκληρωμένη η εκτέλεση της ρίψης μέσω πολύ ελαφρών αντιστάσεων
2. Ειδικές ασκήσεις όπου χρησιμοποιούνται ασκήσεις ενδυνάμωσης με διαφόρων τύπων συσπάσεις και ποικίλες εντάσεις.



Καμπύλες Δύναμης/ταχύτητας
Προπόνηση με εξωτερικές αντιστάσεις υψηλής έντασης
(Αριστερή απόκλιση), προπόνηση με εξειδικευμένες αντιστάσεις
(δεξιά απόκλιση), στην καμπύλη δύναμης ταχύτητας(Weatherly J. (1996)

Γράφημα 4.4. Καμπύλη δύναμης/ταχύτητας και η εφαρμογή της στην προπόνηση της ΤΑΜ

Η ανάλυση θα συμπεριλάβει τις παρακάτω ενότητες:

Α. Γενική Προπόνηση

1 Προπόνηση με υψηλές εξωτερικές εντάσεις (>70% του 1 RM)

2 Προπόνηση με μέτριες εξωτερικές αντιστάσεις (<50% του 1 RM) .

3 Συνδυαστική προπόνηση με υψηλές εξωτερικές εντάσεις και αγωνιστικές κινήσεις

4 Προπόνηση με χαμηλή ένταση (ΠΧΕ,<30% του 1 RM)

5 Ισοκινητική προπόνηση (ΙΣΟΚ)

Β. Ειδική Προπόνηση

Στην περίπτωση αυτή υπάγεται η προπόνηση που χρησιμοποιεί ασκήσεις που ταυτίζονται με τμήμα της αγωνιστικής κίνησης αλλά εκτελούνται με την αντίστοιχη αγωνιστική ταχύτητα.

Αγωνιστική Προπόνηση

Περιλαμβάνει ασκήσεις με ολοκληρωμένη εκτέλεση της κίνησης και με ρίψη αντικειμένου που προσεγγίζει τις αγωνιστικές ασκήσεις.

- Προπόνηση με μπάλες πιο ελαφρές τις χρησιμοποιούμενες
- Προπόνησης με μπάλες πιο βαριές από τις χρησιμοποιούμενες (ΠΒΜ)
- Προπόνηση με συνήθη μπάλα και προσθήκη βάρους στο χέρι της ρίψης (ΠΕΜ)
- Χρήση ελκτικών μηχανημάτων με ελαφρές αντιστάσεις (ΕΛΜ)

Αποτελέσματα

Προπόνηση με υψηλές εξωτερικές εντάσεις

Ο τύπος της προπόνησης αυτής χαρακτηρίζεται από την χρήση αντιστάσεων που ποικίλουν από 70 έως 90 % της Μέγιστης Δυναμικής δύναμης η 12 έως 3 RM. Μία αρχική ανάλυση αυτού του τύπου προπόνησης είναι ότι εκτός από το ότι η προπόνηση είναι υψηλής έντασης εκτελείται και σχετικά πολύ πιο αργά από τις ταχύτητες της ρίψης. Επειδή και οι επιλεγόμενες ασκήσεις τις περισσότερες φορές δεν έχουν άμεση σχέση με την δομή της κίνησης με εξαίρεση την κάμψη καρπού γι αυτό και μπορεί να θεωρηθεί και ως γενικού τύπου προπόνηση. Να ληφθεί υπόψη για ενίσχυση του παραπάνω είναι ότι η βασική άσκηση είναι η πίεση πάγκου με μόνο κοινό σημείο με την ρίψη ότι κυρίως ενεργοποιείται ο μείζων θωρακικός μυς.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αυτού του τύπου η προπόνηση προκάλεσε την βελτίωση της ΤΑΜ σε χαντμπολίστες και παίκτες του Baseball, οι οποίοι ήταν υψηλής και μεσαίας κατηγορίας αλλά έφηβοι και ενήλικες (Fleck S., Kraemer, W, 1992; Pedegana L. R., Elsner, R. C., Roberts, D., Lang, J., & Farewell, V. 1982) έχει διαπιστωθεί ότι η προπόνηση με ΧΜΑ προκαλεί αύξηση της ταχύτητας ρίψης (Baily, 1988 Climino, 1987;

Coleman, 1982; Ganong & Ziccardi, 1980; Jankelic, 1973; Joris, H. J. J., van Muijen, A. E., van Ingen Schenau, G. J., & Kemper, H. C. G. 1985; Moore & Stevenson, 1989; Muller, 1982; Newton & Kraemer, 1994; Popescue, 1975; Potteiger & Wilson, 1989; Potteidger J. A., Williford, H. N., Blessing, D. L., & Smidt, J. 1992; Rosenboom, 1992; Walace & Cardinale, 1997; Wooden, M. J., Greenfield, B., Johanson, M., Litzelman, L., Mundrane, M., & Donatelli, R. A. 1992).

Αυτό το στοιχείο ξεπερνάει και την βασική θεωρεία που διατύπωσαν οι Schmidtbleicher & Buehrle, 1983, ότι η ταχύτητα μίας κίνησης βελτιώνεται και με υπομέγιστης έντασης προπόνηση δύναμης αρκεί η επιλεγόμενη άσκηση να έχει κινηματική ταύτιση με την υπό αξιολόγηση κίνηση. Επομένως η αιτία που μπορεί να εξηγήσει την Βελτίωση της ΤΑΜ μάλλον μπορεί να αποδοθεί στην άποψη των Newton & McEnvoy, (1994) η οποία υποστηρίζει ότι αυτού του τύπου η προπόνηση αυξάνει την απόδοση του νευρικού συστήματος η οποία και μεταφέρεται και ως βελτίωση της ΤΑΜ. Το θέμα αυτό μάλλον πρέπει να σχετίζεται και με το επίπεδο των αθλητών και να ισχύει κυρίως όχι για αθλητές πολύ υψηλού επιπέδου απόδοσης, όπου τέτοιου είδους προπόνηση προκαλεί μεταβολή της δύναμης αλλά όχι της Ταχύτητας κίνησης (Bloomfield B., Blanksby, B., Ackland, T., & Allison, G. ,1990; Straub, 1968; Voigt & Klausen, 1990),

Προπόνηση με μέτριες εξωτερικές αντιστάσεις

Στην κατηγορία αυτή αναφέρεται μόνο μία εργασία(Mc Envoy and Newton 1998) η οποία χρησιμοποίησε εντάσεις 30- 50% του 1 RM, με 3χ6 πολύ εκρηκτικές επαναλήψεις . Η περίπτωση αυτή έχει πιστοποιηθεί και από ανάλογη προπόνηση για άλλου είδους εκρηκτικής κινήσεις όπως είναι το κάθετο άλμα (Wilsson G. J. Et al 1993).

Συνδυαστική προπόνηση με υπομέγιστες εξωτερικές εντάσεις(ΠΥΕ0) και αγωνιστικές κινήσεις

Στην κατηγορία αυτή ανήκει η πυραμιδική προπόνηση και ο συνδυασμός προπόνησης με υψηλές εντάσεις και αγωνιστικές κινήσεις. Στην πρώτη περίπτωση στην ίδια προπονητική μονάδα εκτελούνται ανά σετ μεταβλητές εντάσεις στις ασκήσεις και κατ' επέκταση μεταβλητές ταχύτητες. Στην περίπτωση αυτή της πυραμιδικής προπόνησης έχουν αναφερθεί

αντιφατικά αποτελέσματα.. Στην μία (Gorostiaga, 1966;) σε χαντμπολίστες όπου οι εντάσεις ήταν 12, 10, 6, 3 RM παρουσιάσθηκε βελτίωση της ΤΑΜ. Στην άλλη εργασία (Bloomfield, et al 1990) σε πολίστες με εντάσεις από 15, 11 και 8 RM δεν παρουσιάσθηκαν μεταβολές στην ΤΑΜ . Πιθανή των διαφοροποιήσεων να ήταν η διαφορά στο πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε.

Στην δεύτερη περίπτωση συνδυάζεται προπόνηση υψηλής έντασης και αμέσως μετά προπόνηση αγωνιστικών κινήσεων (αγώνας ή ρίψη). Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην ιδέα της άμεσης μεταφοράς του προπονητικού αποτελέσματος από μία αργή μέγιστη η υπομέγιστης έντασης άσκηση με αντιστάσεις σε κίνηση πολύ εκρηκτική (Kaneko, et al 1983). Έτσι σχετική προπόνηση όπου συνδύαζε υπομέγιστου τύπου προπόνηση με εξωτερικές αντιστάσεις και αγωνιστικές ασκήσεις του χάντμπολ βελτίωσε την ΤΑΜ(Walace & Cardinale, 1997,Voigt & Klausen, 1990). Παρεμφερή αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και για την κάθετη αλτικότητα και για την δρομική ταχύτητα (Kotzamanidis, et al 2005)

Ε. Χρήση Ισοκινητικής Μεθόδου (ΧΙΜ). Η εφαρμογή ισοκινητικού πρωτοκόλλου προπόνησης εδωσε αντιαφατικα αποτελέσματα. Στην μία περίπτωση δεν προκάλεσε μεταβολή στην επίδοση της ρίψης παικτών μπέιζμπολ μετά από 7 εβδομάδες προπόνηση στους έσω στροφείς του ώμου (Wooden et al., 1992). Προκάλεσε όμως βελτίωση της ΤΑΜ στο σέρβις του Τένις (Mont et al 1994, Ellenbecker et al 1988).

1. Προπόνηση με χαμηλή ένταση

Στην περίπτωση αυτή συνήθως υπάγεται η περίπτωση της χρήσης Medecin Ball με δύο χέρια από το στήθος η πάνω από το κεφάλι. Ο τύπος της προπόνησης αυτής έχει εφαρμοσθεί στο παρελθόν, ως επί το πλείστον, σε παίκτες μπέιζμπολ (Burgener, 1989; Chu & Panariello, 1989; Fritzsche, 1977; Kirner, 1990; Miller, 1987; Newman, 1985; Newton & McEnvoy, 1994; Panariello, 1992; Radcliffe, 1990). Δεν παρουσιάσθηκε βελτίωση της ΤΑΜ με την χρήση αυτής της μεθόδου. Η εξήγηση που δόθηκε είναι ότι μάλλον η χρήση των συγκεκριμένων ασκήσεων δεν βελτιώνει ούτε την κινηματική ακολουθία της κίνησης αλλά ούτε προκαλεί βελτίωση της ειδικής δύναμης.

Αγωνιστική Προπόνηση

1. Προπόνηση με βαρύτερο αντικείμενο

Στην περίπτωση αυτή διακρίνονται τρεις περιπτώσεις.

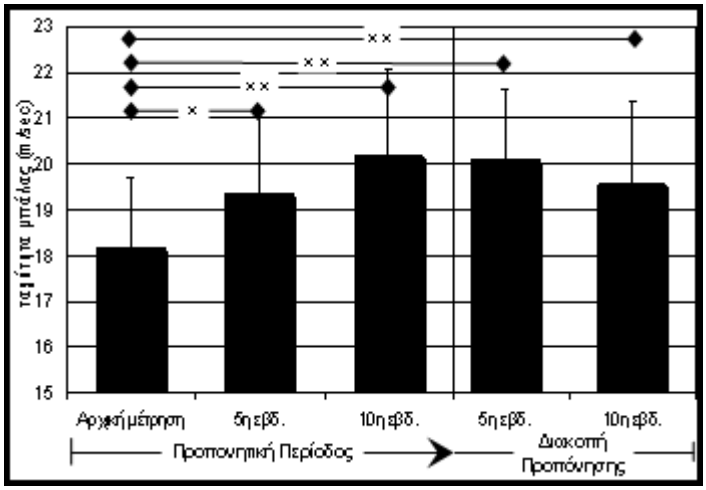
- Ρίψη αντικειμένου βαρύτερου κατά 20%
- Ρίψη αντικειμένου βαρύτερου απο20% έως 100%
- Ρίψη μπάλας βαρύτερης του 100% του αγωνιστικού βάρους

Η ταχύτητα ενός μέλους του σώματος επηρεάζεται και από τη δύναμη που αυτό μπορεί να παράγει. Ωστόσο, η σχέση μεταξύ αυτών των δύο παραγόντων είναι αντιστρόφως ανάλογη, δηλαδή, όσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση, τόσο μικρότερη είναι η ταχύτητα και αντιστρόφως. Αυτή η αρχή χρησιμοποιείται συχνά από τους προπονητές που επιθυμούν να αναπτύξουν την ισχύ των αθλητών τους, άλλοτε προσθέτοντας επιβάρυνση στο αντικείμενο ρίψης (ενισχύοντας τον παράγοντα της δύναμης στην κίνηση και ελαττώνοντας την ταχύτητα κίνησης) και άλλοτε αφαιρώντας βάρος από το αντικείμενο ρίψης (ενισχύοντας τον παράγοντα της ταχύτητας κίνησης και ελαττώνοντας την εφαρμοζόμενη δύναμη στο προς ρίψη αντικείμενο). Η πιο συνηθισμένη μέθοδος προπόνησης ρίψης προς αυτήν την κατεύθυνση είναι η χρήση ελαφρύτερων ή βαρύτερων μπαλών, η χρήση ελαφρύτερων ή βαρύτερων ροπάλων του μπέιζμπολ ή ελαφρύτερων ή βαρύτερων ακοντίων.

Α. Προπόνηση με βαρύτερα όργανα σε σχέση με το βάρος του αγωνιστικού οργάνου. Το βάρος που προστίθεται στις περιπτώσεις αυτές ποικίλει από

20% εως και 100% του αγωνιστικού βάρους. Έχουν αναφερθεί αντιφατικά αποτελέσματα. Σε άλλες περιπτώσεις αναφέρθηκε θεττική επίδραση(Egstrom, et al., 1960, Brose και Hanson 1967, Mikkelsen & Oleson, 1976, σε άλλες όχι(Joris et al 1991, Van Muijen et al 1991, Straub, 1968). Επομένως η μέθοδος αυτή χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Β. Προπόνηση με ελαφρύτερα όργανα σε σχέση με το βάρος του αγωνιστικού οργάνου. Στην περίπτωση αυτή εχουν χρησιμοποιηθεί μπάλες πιο ελαφρές της αγωνιστικής κατά 20% (van Muijen et al 1991,Joris et al 1991, DeRenne, et al 1990 Skoufas et al 2003,γράφημα 4.5) ή με ελαφρύτερα ρόπαλα (,Sergo & Boatwright, 1993; Toyoshima & Miyashita, 1973; Vasiliev, 1983) αυξάνει την απόδοση της ΤΑΜ.



Γράφημα 4. 5. Μέσος όρος και τυπική απόκλιση επίδοσης στη ρίψη με ελαφρύτερες μπάλες στην αρχική ρίψη, στη ρίψη μετά από 5 εβδομάδες και στο τέλος της προπονητικής περιόδου ($10^{η}$ εβδομάδα), καθώς επίσης και κατά την $5^{η}$ και $10^{η}$ εβδομάδα μετά τη διακοπή της (* $p<0,01$, ** $p<0,001$). (Skoufas et al. , 2003)

Γ. Συνδυαστική μέθοδος προπόνησης (με ελαφρύτερα και με βαρύτερα όργανα). Πολλοί ερευνητές επεκτάθηκαν στην αναζήτηση ιδανικών συνδυασμών μεταξύ βαριών και ελαφριών μπαλών, με εναλλαγή μέσα στην ίδια προπονητική μονάδα και διαφοροποιήσεις του προπονητικού πρωτοκόλλου και κατά τη διάρκεια της προπονητικής διαδικασίας. Σύμφωνα με αυτές τις έρευνες, ο συνδυασμός βαρύτερων και ελαφρύτερων της

αγωνιστικής μπαλών, στην ίδια προπονητική μονάδα, δεν επιφέρει σημαντικές διαφορές στη βελτίωση της επίδοσης τόσο σε έμπειρους όσο και σε αρχάριους παίκτες (DeRenne, C., et al 1995). Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά πρωτόκολλα σε ότι αφορά την εναλλαγή μεταξύ βαριών (+20% της αγωνιστικής μπάλας) και ελαφριών (-20% της αγωνιστικής) μπαλών:

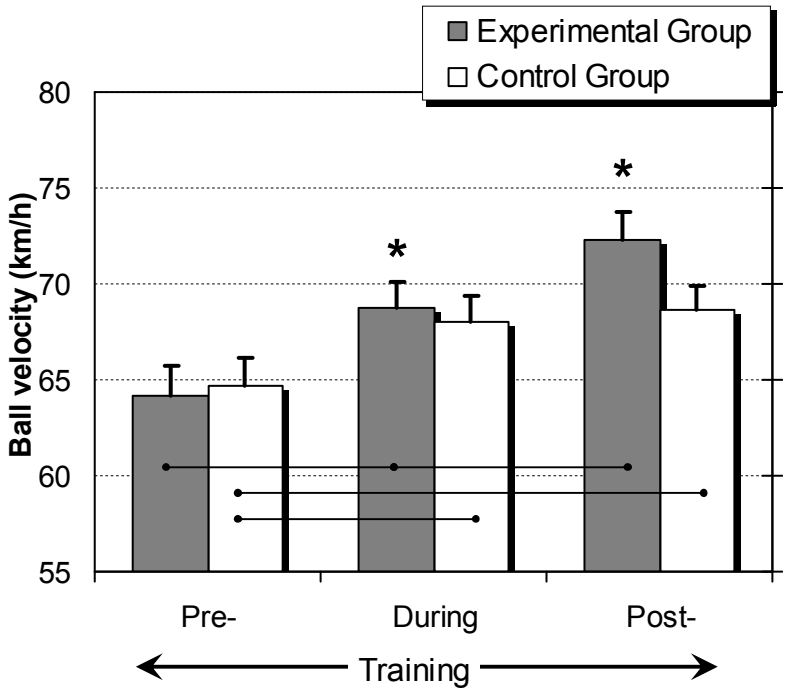
1. Εναλλαγή βάρους μπάλας μέσα στην ίδια προπονητική μονάδα, δηλαδή, ρίψεις με κανονικές μπάλες, στη συνέχεια με βαριές, μετά με ελαφριές και τέλος με κανονικές μπάλες, για δέκα εβδομάδες.
2. Εναλλαγή βάρους μπάλας και κατά την διάρκεια της προπονητικής περιόδου (εκτός της εναλλαγής του βάρους μπάλας στην προπονητική μονάδα). Υπήρχε σε τακτά διαστήματα εναλλαγή της χρήσης της μπάλας με διαφορετικό βάρος. Πιο συγκεκριμένα, τις πέντε πρώτες εβδομάδες η σειρά ήταν κανονικές, μετά βαριές και τέλος κανονικές μπάλες και τις υπόλοιπες πέντε εβδομάδες η σειρά ήταν κανονικές, ελαφριές και κανονικές μπάλες.
3. Χρήση κανονικής μπάλας σε όλη τη διάρκεια της προπονητικής μονάδας και σε όλη την διάρκεια της προπονητικής περιόδου.

Οι ομάδες που χρησιμοποίησαν εναλλαγές στο βάρος της μπάλας, παρουσίασαν βελτίωση στην ταχύτητα της ρίψης, σε σχέση με την ομάδα που χρησιμοποίησε μόνο κανονικές μπάλες. Επίσης, η βελτίωση στην ταχύτητα ρίψης ήταν παρόμοια, μεταξύ των ομάδων που χρησιμοποίησαν διαφορετικές εναλλαγές του βάρους της μπάλας.

4. Προσθήκη εφαρμοσμένων αντιστάσεων

Η εφαρμογή περιχειρίδων (εξωτερικών εφαρμοσμένων επιβαρύνσεων), ουσιαστικά αυξάνει τη μάζα του άνω άκρου, αναγκάζοντας τους μύες να παράγουν μεγαλύτερη δύναμη για να κινήσουν όσο πιο γρήγορα το ριπτόμενο αντικείμενο. Η αυξημένη μάζα συνεπάγεται και αυξημένη ροπή αδράνειας, γεγονός που αναγκάζει τους μύες να ενεργοποιηθούν εντονότερα για να επιταχύνουν και να επιβραδύνουν τις κινούμενες αρθρώσεις (Papaxanthis et al. 2002).Σε εφαρμογή της παραπάνω αρχής (Kotzamanidis et al 2003, γράφημα 4.6), εφαρμόσθηκε επιβάρυνση αυξημένη κατα 20%

προσαρμοσμένη με περιχειρίδες στον βραχίονα και τον πήχη και προκάλεσε σημαντική αύξηση στην ΤΑΜ



Γράφημα 4.6 Μεταβολή της ΤΑΜ μετα από πρόγραμμα ρίψεων με εφαρμοσμένες περιχειρίδες στα ανω ακρα(Kotzamanidis et al 2003)

Μέθοδοι προπόνησης ΤΑΜ στην παιδική ηλικία

Το θέμα αυτό δεν είναι ιδιαίτερα διερενημένο στην παιδική ηλικία. Σχετικές ερευνες εδειξαν (Μαμάσης 2005) ότι η ταχύτητα του Σερβις στο Τέννις αυξάνεται μετα από προπόνηση ενδυνάμωσης υψηλής εντασης αλλά όχι όμως μετα από προπόνηση που συμπεριελάμβανε μόνο γενικευμένη προπόνηση τεχνικής η προπόνηση αποκλειστικά μόνο σερβις.

Κεφάλαιο 5	**Κόπωση και παιδί**

Πατίκας Δημήτριος Ph.D. , Λέκτορας Τ.Ε.Φ.Α.Α. Σερρών

Τις τελευταίες δεκαετίες συναντάται όλο και σε μεγαλύτερο βαθμό ο αθλητισμός υψηλών επιδόσεων σε παιδιά και μάλιστα όχι μόνο σε αθλήματα που παραδοσιακά επιδιώκεται κορύφωση της επίδοσης σε ηλικίες κάτω των 20 ετών (π.χ. ενόργανη γυμναστική). Επιπλέον, σε ορισμένα αθλήματα η εξειδικευμένη ως προς το άθλημα προπόνηση αρχίζει πριν την εφηβεία. Αυτό έχει κινήσει το ενδιαφέρον των ερευνητών για τη μελέτη της λειτουργίας του νευρομυϊκού συστήματος στα παιδιά σε καταστάσεις έντονης άσκησης όπως συνθήκες κόπωσης. Οι πληροφορίες που απορρέουν από τέτοιου είδους έρευνες είναι χρήσιμες στον προπονητή που προπονεί παιδιά, αφού γνωρίζοντας που υστερεί ή υπερτερεί ένας αθλητής και έχοντας υπόψη τις δυνατότητες βελτίωσής του, μπορεί να προσαρμόσει το προπονητικό του πρόγραμμα αναλόγως. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται ορισμένες έρευνες που σχετίζονται με την κόπωση στα παιδιά, παρέχοντας πληροφορίες για τις προσαρμογές που εμφανίζονται στο νευρομυϊκό σύστημα μετά από άσκηση χαμηλής ή υψηλής έντασης.
Πιο συγκεκριμένα σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να περιγράψει την ικανότητα των παιδιών να ανθίστανται στην κόπωση περισσότερο σε σχέση με τους ενήλικες τόσο σε επιβαρύνσεις μεγάλης όσο και μικρής διάρκειας και τους παράγοντες που ενδεχομένως ερμηνεύουν αυτές τις διαφορές για κάθε περίπτωση. Παράλληλα με τα ευρήματα των ερευνών που παρατίθενται, δίνονται και κάποιες πρακτικές συμβουλές για την προπονητική πράξη.

1.1 Άσκηση χαμηλής έντασης παρατεταμένης διάρκειας (>30 λεπτά)

Όταν παίζουν τα παιδιά ελεύθερα εκτελούν συνήθως άλματα, σπριντ σύντομα (<10’’) και επαναλαμβανόμενα, ενώ ρέπουν λιγότερο προς δραστηριότητες μεγάλης διάρκειας και χαμηλής έντασης. Παρόλα αυτά, υπάρχουν αθλήματα όπου η αντοχή είναι καθοριστικής σημασίας στην τελική επίδοση του παιδιού-αθλητή. Τέτοια αθλήματα είναι η ποδηλασία, η κολύμβηση, ο δρόμος αντοχής κ.ά.. Επιπλέον, σε ό,τι αφορά τις αθλοπαιδιές, η αντοχή αποτελεί έναν από τους παράγοντες της φυσικής κατάστασής που περιλαμβάνεται στους στόχους βελτίωσης από τον προπονητή. Το ερώτημα που τίθεται και διερευνάται σε αυτό το υποκεφάλαιο, είναι αν τα παιδιά κουράζονται περισσότερο ή λιγότερο από τους ενήλικες σε ασκήσεις παρατεταμένης διάρκειας. Δηλαδή, αν ένα παιδί μπορεί να ασκηθεί για μεγαλύτερο ή μικρότερο χρονικό διάστημα σε σχέση με έναν ενήλικα σε άσκηση χαμηλής έντασης.
Ένας τρόπος αξιολόγησης της αντοχής στην κόπωση είναι η καταγραφή του χρόνου αντοχής (endurance time), του χρόνου δηλαδή που μπορεί ο ασκούμενος να εκτελεί μία άσκηση σταθερής έντασης (τόσο ως προς τον ρυθμό εκτέλεσης όσο και ως προς

την ποσότητα επιβάρυνσης). Με βάση τον χρόνο αντοχής, έχει βρεθεί ότι τα παιδιά εξαντλούνται γρηγορότερα σε σχέση με τους ενήλικες (15). Αυτό διαπιστώθηκε μετά από δοκιμασία τρεξίματος με σταθερή ταχύτητα η οποία ανταποκρινόταν τόσο για τους ενήλικες όσο και για τα παιδιά στο ίδιο ποσοστό της ταχύτητας που επιτεύχθηκε η μέγιστη αερόβια ικανότητα. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1, όσο η ηλικία είναι μικρότερη τόσο μικρότερος είναι και ο χρόνος αντοχής, και μάλιστα οι διαφορές αυτές γίνονται πιο εμφανείς σε εντάσεις χαμηλότερης έντασης. Αυτές οι διαφορές αποδόθηκαν στην μικρότερη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου που παρατηρείται στα παιδιά λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορές στη σωματική μάζα μεταξύ παιδιών και ενηλίκων (28), όπως επίσης και στη βελτίωση της δρομικής οικονομίας (δηλ. την ικανότητα να καταναλώνεται λιγότερη ενέργεια τρέχοντας με την ίδια ταχύτητα) που παρατηρείται με την ενηλικίωση (1). Ωστόσο, η δρομική οικονομία φαίνεται να μην επηρεάζεται από την ηλικία αν λάβει κανείς υπόψη τις μεταβολές στην σωματική μάζα και στο σωματικό λίπος των εξεταζομένων ομάδων (27).
Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι:

- Με την αύξηση της ηλικίας παρατηρείται αύξηση του χρόνου αντοχής (από την προεφηβική μέχρι την ενηλικίωση). Έτσι, τα παιδιά είναι λιγότερο ικανά σε σχέση με τους ενήλικες να ασκούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα με μία συγκεκριμένη ένταση.
- Η αύξηση αυτή οφείλεται στη βελτίωση του μηχανισμού της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου.
- Όταν στόχος της προπόνησης είναι η βελτίωση του χρόνου αντοχής, ο προπονητής οφείλει να έχει υπόψη του ότι η βελτίωση που παρατηρείται στα παιδιά οφείλεται εν μέρει στην ανάπτυξη καθ' αυτή και εν μέρει στην προπόνηση.

Μία αιτία για τη διαφοροποίηση στον χρόνο αντοχής στο τρέξιμο μεταξύ παιδιών και ενηλίκων θα μπορούσε να είναι η διαφορά στη συχνότητα διασκελισμού. Τα παιδιά, όντας κοντύτερα, πρέπει να κάνουν περισσότερα βήματα και με μεγαλύτερη συχνότητα προκειμένου να καλύψουν μία απόσταση σε συγκεκριμένο χρόνο. Ωστόσο, η συχνότητα διασκελισμού φαίνεται να μην παίζει σημαντικό ρόλο, αφού βρέθηκε ότι η διαφοροποίησή της δε μεταβάλει την κατανάλωση ενέργειας (4,23).
Από την άλλη μεριά, έχει βρεθεί ότι στην ίδια δρομική ταχύτητα (σε απόλυτες τιμές) τα παιδιά έχουν μεγαλύτερη συνδιέγερση των ανταγωνιστών μυών (9). Αυτό έχει ως επακόλουθο την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στα παιδιά, αφού οι ανταγωνιστές μύες δρουν σε αντίθετη κατεύθυνση από αυτήν της κίνησης. Φαίνεται λοιπόν, πως τα παιδιά δεν είναι σε θέση να ενεργοποιήσουν τους μύες τους με τον κατάλληλο τρόπο για την παραγωγή αποδοτικής κίνησης, υπολείπονται δηλαδή σε ιδανικό νευρομυϊκό έλεγχο. Αυτό φαίνεται και από τη μεγαλύτερη διακύμανση από βήμα σε βήμα που παρατηρείται στα παιδιά μετά από ανάλυση κινηματικών (13) και ηλεκτρομυογραφικών παραμέτρων (11). Τα παραπάνω αποτελούν ενδείξεις ότι νευρομυϊκό βρίσκεται σε διαδικασία ωρίμανσης κατά την παιδική ηλικία και αυτό αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στον χρόνο αντοχής.
Από βιοχημική άποψη, είναι γνωστό ότι τα παιδιά καταβολίζουν σε μεγαλύτερο βαθμό λιποειδή σε σχέση με τους ενήλικες σε άσκηση ίδιας έντασης σε σχετικές τιμές (ποσοστό μέγιστου) (25,26). Ωστόσο, η παραγωγή ενέργειας μέσω λιποειδών είναι

χρονικά αντιοικονομική, δηλαδή παράγεται λίγη ενέργεια στη μονάδα του χρόνου σε σχέση με τους άλλους μηχανισμούς. Αυτό, σε συνδυασμό με τις μικρότερες αποθήκες γλυκογόνου που διαθέτουν τα παιδιά (6), τα κάνει να αντέχουν λιγότερο σε μεγάλης διάρκειας έντονη προσπάθεια.

1.2 Άσκηση υψηλής έντασης

Σε αντίθεση με την μέτριας-χαμηλής έντασης άσκηση, τα παιδιά φαίνεται να κουράζονται λιγότερο όταν η άσκηση είναι μέγιστης έντασης, όπως συμβαίνει για παράδειγμα σε ένα σπριντ. Στο Wingate-test (μέγιστη προσπάθεια σε εργοποδήλατο για 30'') βρέθηκε ότι η ισχύς στα παιδιά μειώθηκε κατά 45,4%, ενώ η αντίστοιχή μείωση για τους ενήλικες ήταν 53,5% (14). Ωστόσο, τόσο η μέγιστη αρχική (πριν την κόπωση) ισχύς, όσο και το συνολικό παραγόμενο έργο, ήταν σημαντικά χαμηλότερα στα παιδιά σε σχέση με τους ενήλικες. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά έχουν μικρότερη ικανότητα αναερόβιας γλυκόλυσης σε σχέση με τους ενήλικες (7) και παρουσιάζουν χαμηλότερη εξάντληση των αποθεμάτων φωσφοκρεατίνης (PCr) σε σχέση με τους ενήλικες (21).
Παρολαυτά, υπάρχουν και άλλες υποθέσεις που έχουν εξετασθεί προκειμένου να ερμηνεύσουν τη μικρότερη μείωση στη μέγιστη ισχύ στα παιδιά. Όπως προαναφέρθηκε, τα παιδιά παράγουν μικρότερη μέγιστη ισχύ σε σχέση με τους ενήλικες, ενδεχομένως επειδή δεν έχουν τη δυνατότητα να ενεργοποιήσουν σε μέγιστο βαθμό τους μύες τους. Αυτό το ζήτημα παίζει σημαντικό ρόλο, αφού τα άτομα που δεν μπορούν να ενεργοποιούν μέγιστα τους μύες τους κουράζονται λιγότερο τόσο σε μέγιστες όσο και σε υπομέγιστες ισομετρικές προσπάθειες (18,30). Ωστόσο, σε μελέτες που έγιναν για τον πρόσθιο κνημιαίο βρέθηκε ότι η ενεργοποίηση μπορεί να είναι πλήρης στα παιδιά όταν η παρακίνηση και η εξοικείωση με την άσκηση είναι επαρκής, ενώ κάπως δυσκολότερα πετυχαίνεται πλήρης ενεργοποίηση στους πελματιαίους καμπτήρες (2).
Μία άλλη αιτία που μπορεί να ευνοεί την αντοχή στην κόπωση στα παιδιά και συνάδει με την αδυναμία παραγωγής μεγάλης ισχύος, είναι η σύσταση των μυών σε μυϊκές ίνες τύπου I και II. Είναι γνωστό ότι οι μυϊκές ίνες τύπου I είναι βραχείας συστολής, παράγουν μικρή δύναμη και παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στην κόπωση σε σχέση με της τύπου II μυϊκές ίνες λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε οξειδωτικά ένζυμα (5). Ωστόσο, επειδή η διεξαγωγή μυϊκών βιοψιών σε παιδιά είναι δύσκολη, υπάρχουν μόνο ορισμένες ενδείξεις από λίγες έρευνες, που δείχνουν ότι τα παιδιά έχουν μεγαλύτερο ποσοστό μυϊκών ινών τύπου I (16) και σταδιακά ένα ποσοστό μυϊκών ινών τύπου I μετατρέπεται σε μυϊκές ίνες τύπου II (10). Αυτά τα ευρήματα, υποστηρίζονται και από έμμεσες διαπιστώσεις ότι τα παιδιά έχουν μεγαλύτερο ποσοστό μυϊκών ινών τύπου I, μετρώντας παραμέτρους όπως διαφοροποιήσεις στο λόγο της συγκέντρωσης της PCr προς τις ελεύθερες φωσφορικές ρίζες (PCr/P_i) (21), ο οποίος είναι χαμηλότερος στις μυϊκές ίνες τύπου I (17).

1.3 Αποκατάσταση – ανάληψη

Η ανάληψη μετά από άσκηση μπορεί να επηρεάζεται από το είδος, την ένταση, και διάρκεια της άσκησης, καθώς επίσης και από τον χρόνο ανάληψης. Η ηλικία φαίνεται πως είναι ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει το πόσο γρήγορα επανέρχεται ο οργανισμός στην αρχική (πριν την κόπωση/εξάντληση) κατάσταση. Ειδικότερα, μετά

από Wingate-test 30’’, τα παιδιά επανήλθαν στην ισχύ που είχαν πριν την κόπωση όταν τους δόθηκε διάλειμμα διάρκειας 2 λεπτών, ενώ οι ενήλικες χρειάστηκαν διάλειμμα 10 λεπτών για να επανέλθουν στις αρχικές τιμές ισχύος (14). Ομοίως, ταχύτερη επαναφορά στην κατάσταση πριν την κόπωση παρατηρήθηκε και σε άλλες παραμέτρους, όπως η καρδιακή συχνότητα, ο όγκος εκπνεομένου αέρα και CO_2 στη μονάδα του χρόνου. Σε παρόμοιες εργασίες, η μέγιστη ισχύς σε 10 επαναλαμβανόμενα σπριντ σε εργοποδήλατο (20), διάρκειας 10’’ και με διάλειμμα 30’’, διατηρήθηκε σταθερή στα παιδιά, όμως παρατηρήθηκε μείωση στους έφηβους (19%) και στους ενήλικες (29%). Τόσο οι έφηβοι όσο και οι ενήλικες χρειάστηκαν διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών μεγαλύτερο των 5’ ώστε να μην παρατηρηθεί μείωση στην απόδοση. Το γεγονός ότι τα παιδιά αποκαθίστανται γρηγορότερα σε σχέση με τους ενήλικες στηρίχτηκε και από μεταγενέστερες έρευνες που αφορούσαν επαναλαμβανόμενα δρομικά σπριντ (22), και επαναλαμβανόμενες μέγιστες ισοκινητικές προσπάθειες (19,31).

Στον αθλητισμό και κυρίως σε αθλήματα αθλοπαιδιών όπως το ποδόσφαιρο, η χειροσφαίριση, η καλαθοσφαίριση και άλλα, παρατηρούνται συχνά επαναλαμβανόμενες μέγιστες προσπάθειες με διάλειμμα ανάμεσα. Σύμφωνα με της παραπάνω έρευνες φαίνεται πως τα παιδιά, σε τέτοιου είδους δοκιμασίες, έχουν ένα πλεονέκτημα σε σχέση με τους ενήλικες, αφού αποκαθίστανται γρηγορότερα.

Υπάρχουν διάφορες αιτίες οι οποίες δίνουν ερμηνεία για τις διαφορές στο ρυθμό αποκατάστασης μεταξύ παιδιών και ενηλίκων. Ένας λόγος μπορεί να είναι οι διαφορές στο μέγεθος του σώματος. Το μεγαλύτερο μέγεθος του σώματος στους ενήλικες, σημαίνει εξορισμού και μεγαλύτερη επιβάρυνση λόγω αδράνειας κατά την κίνηση. Από την άλλη μεριά, το μέγεθος των μυών, όντας μικρότερο στα παιδιά, δεν τους δίνει τη δυνατότητα να παράγουν το ίδιο έργο στη μονάδα του χρόνου, με αποτέλεσμα να κουράζονται λιγότερο όταν ασκούνται για μία συγκεκριμένη περίοδο και έτσι να αποκαθίστανται και γρηγορότερα. Αυτό υποστηρίζεται από το γεγονός, ότι όταν παιδιά και ενήλικες κουράζονται έχοντας παράγει το ίδιο συνολικό έργο σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα (τα παιδιά πρέπει να ασκηθούν περισσότερο για να παράγουν το ίδιο συνολικό έργο με τους ενήλικες) τότε οι διαφορές στον ρυθμό αποκατάστασης μεταξύ των ομάδων εξαλείφονται (29). Με άλλα λόγια, φαίνεται να ισχύει ότι τα παιδιά αποκαθίστανται γρηγορότερα μετά από έντονη δραστηριότητα επειδή κουράζονται σε μικρότερο βαθμό.

Ο ρυθμός με τον οποίον συγκεντρώνονται και απομακρύνονται ορισμένα μεταβολικά προϊόντα στον και από τον μυ μπορεί να καθορίζει τον ρυθμό αποκατάστασης και ενδεχομένως να δίνει κάποια απάντηση στις διαφορές μεταξύ παιδιών και ενηλίκων. Πιο συγκεκριμένα, η συγκέντρωση P_i, ιόντων υδρογόνου (H^+) και γαλακτικού οξέως είναι ανασταλτικοί παράγοντες τόσο της μέγιστής όσο και της υπομέγιστης σύσπασης (8). Σύμφωνα με παλαιότερες έρευνες, στα παιδιά παρατηρείται μειωμένη δράση των ενζύμων που συμμετέχουν στη γλυκόλυση (π.χ. φωσφοφρουκτοκινάση και γαλακτική αφυδρογονάση) και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την χαμηλότερη παραγωγή και συγκέντρωση γαλακτικού οξέως στους μύες (6). Αυτά τα ευρήματα έχουν επιβεβαιωθεί και από νεότερες έρευνες (24) και ενισχύονται από διαπιστώσεις ότι τα παιδιά έχουν μικρότερο ποσοστό γρήγορων (τύπου ΙΙ) μυϊκών ινών, όπως προαναφέρθηκε, που ρέπουν στην αναερόβια παραγωγή ενέργειας και την παραγωγή γαλακτικού οξέως. Υπάρχουν ωστόσο και περιπτώσεις όπου δεν παρατηρήθηκε διαφορά στο pH του μυός μεταξύ παιδιών και ενηλίκων (21), και έτσι το ζήτημα αυτό παραμένει υπό διερεύνηση.

Σε ό,τι αφορά την απομάκρυνση των μεταβολικών στοιχείων από τους μύες και την αποκατάστασή τους, οι μικρότερες διαστάσεις των παιδιών, τα ευνοούν διότι η

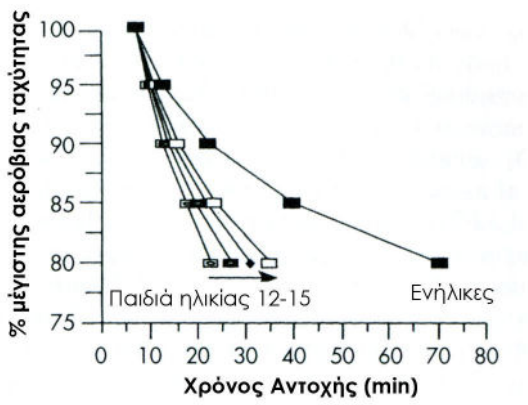
απόσταση που πρέπει να διανύσουν τα μεταβολικά προϊόντα ώστε να διαχυθούν στο αίμα είναι μικρότερη (3), όπως επίσης μικρότερος είναι και ο χρόνος που χρειάζεται να ανακυκλωθεί το αίμα από την καρδιά και να εμπλουτισθεί από τους πνεύμονες. Έχοντας να καλύψουν μικρότερη απόσταση τα μεταβολικά προϊόντα προκειμένου να βγουν στην αιματική κυκλοφορία, η αποκατάσταση ξεκινάει γρηγορότερα στα παιδιά, οπότε ακόμα και αν ο ρυθμός αποκατάσταση αργότερα είναι κοινός με τους ενήλικες, τα παιδιά θα ξεκουραστούν γρηγορότερα (Σχήμα 2).
Ένας άλλος παράγοντας που μπορεί να επηρεάζει τον ρυθμό αποκατάστασης είναι η ταχύτητα με την οποία ανακτώνται τα ενεργειακά υποστρώματα. Από ό,τι έχει μελετηθεί έχει βρεθεί ότι η πλήρης και ημίσεια αποκατάσταση της PCr είναι γρηγορότερη στα παιδιά σε σχέση με τους ενήλικες (24). Αυτό αποτελεί μία ακόμα ένδειξη της καλύτερης λειτουργίας του αερόβιου οξειδωτικού μηχανισμού στα παιδιά.
Τέλος, έχει βρεθεί ότι και τα νευρομυϊκά χαρακτηριστικά των παιδιών, υπό την έννοια ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας, αποκαθίστανται γρηγορότερα σε σχέση με τους ενήλικες (12). Αυτό δείχνει ότι το κεντρικό νευρικό σύστημα επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση γρηγορότερα, ενώ οι πρωτογενείς αιτίες αυτής της διαφοροποίησης υπόκεινται μάλλον στη διαφορετική συγκέντρωση μεταβολικών προϊόντων.

1.4 Πρακτικές εφαρμογές

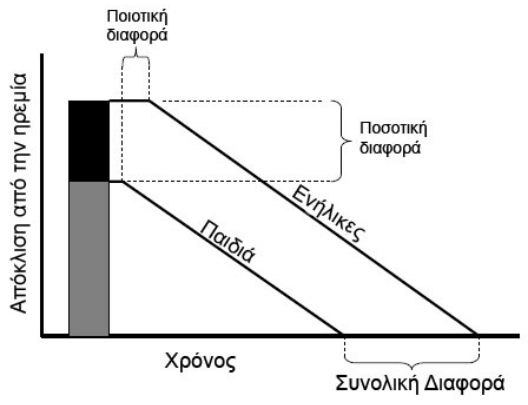
Τα παιδιά κουράζονται γρηγορότερα σε σχέση με τους ενήλικες σε μεγάλης διάρκειας προσπάθειες. Σε περίπτωση που στόχος είναι η άσκηση για μεγάλο χρονικό διάστημα, η ένταση της άσκησης πρέπει να μειώνεται. Σε αυτήν την περίπτωση, τα παιδιά είναι ικανά να ασκηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να εξαντληθούν.
Τα παιδιά ξεκουράζονται γρηγορότερα σε σχέση με τους ενήλικες ανάμεσα σε μέγιστης προσπάθειας δραστηριότητες, ενώ η απόλυτή τους ισχύ είναι μικρότερη. Φαίνεται λοιπόν, ότι όταν τα παιδιά εκτελούν επαναλαμβανόμενες ασκήσεις μέγιστης έντασης, αντέχουν περισσότερο, αν και παράγουν μικρότερη ισχύ σε σχέση με τους ενήλικες. Έτσι, ο προπονητής πρέπει να έχει υπόψη του ότι για την αποκατάσταση των παιδιών αρκεί διάλειμμα μικρότερης διάρκειας σε σχέση με τους ενήλικες. Σε περίπτωση που στόχος είναι να επιτύχει εξάντληση σε παιδιά στο ίδιο βαθμό με αυτό που πετυχαίνεται σε ενήλικες, πρέπει η επιβάρυνση να έχει τέτοια διάρκεια να παράγεται ίδιο έργο με αυτό που παράγεται στους ενήλικες.

Σύνοψη Βασικές διαφορές μεταξύ παιδιών και ενηλίκων:

- Τα παιδιά βασίζονται περισσότερο στον αερόβιο μεταβολισμό για παραγωγή ενέργειας
- Τα παιδιά κουράζονται γρηγορότερα σε χαμηλής έντασης άσκηση
- Τα παιδιά μετά από υψηλής έντασης άσκηση αποκαθίστανται γρηγορότερα



Σχήμα 2: Χρόνος αντοχής σε παιδιά και ενήλικες σε διαφορετικές εντάσεις, εκφρασμένες ως ποσοστό της ταχύτητας όπου καταγράφεται η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου. Όπως φαίνεται, όσο χαμηλώνει η ένταση τόσο πιο εμφανή γίνεται η διαφορά μεταξύ των ηλικιακών ομάδων: τα νεαρότερα άτομα εξαντλούνται γρηγορότερα (προσαρμογή από Léger 1996).



Σχήμα 1: Η ταχύτερη αποκατάσταση στα παιδιά μπορεί να είναι απόρροια του διαφορετικού βαθμού κόπωσης σε σχέση με τους ενήλικες (ποσοτική διαφορά) και συντομότερης έναρξης της ανάληψης μετά το τέλος της άσκησης (ποιοτική διαφορά), ακόμα και όταν ο ρυθμός αποκατάστασης είναι ο ίδιος (προσαρμογή από Falk & Dotan, 2006).

1.5

1.6 Βιβλιογραφία

1. Ariëns GA, Van Mechelen W, Kemper HCG, Twisk JW. The longitudinal development of running exonomy in males and females aged between 13 and 27 years: the Amsterdam Growth and Health Study. *Eur J Appl Physiol*. 1997;76:214-20.
2. Belanger AY, McComas AJ. Contractile properties of human skeletal muscle in childhood and adolescence. *Eur J Appl Physiol*. 1989;58:563-7.
3. Brooke MH, Engel WK. The histographic analysis of human muscle biopsies with regard to fiber types. 4. Children's biopsies. *Neurology*. 1969;19:591-605.
4. Davies CT. Metabolic cost of exercise and physical performance in children with some observations on external loading. *Eur J Appl Physiol*. 1980;45:95-102.
5. Edgerton VR, Smith JL, Simpson DR. Muscle fibre type populations of human leg muscles. *Journal of Histochemistry*. 1975;7:259-66.
6. Eriksson BO. Muscle metabolism in children: a review. *Acta Paediatrica Scandinavica*. 1980;283:S20-8.
7. Eriksson BO, Gollnick PD, Saltin B. Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11-13 years old. *Acta Physiol Scand*. 1973;87:485-97.
8. Fitts RH. The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. *J Appl Physiol*. 2008;14:551-8.
9. Frost G, Bar-Or O, Dowling JJ, Dyson K. Explaining differences in the metabolic cost and efficiency of treadmill locomotion in children. *J Sports Sci*. 2002;20:451-61.
10. Glenmark B, Hedberg G, Jansson E. Changes in muscle fibre type from adolescence to adulthood in women and men. *Acta Physiol Scand*. 1992;146:251-9.

11. Granata KP, Padua DA, Abel MF. Repeatability of surface EMG during gait in children. *Gait & Posture*. 2005;22:346-50.
12. Hatzikotoulas K, Patikas D, Bassa E, Hadjileontiadis LJ, Koutedakis Y, Kotzamanidis C. Submaximal fatigue and recovery in boys and men. *Int J Sports Med*. 2009;30:741-6.
13. Hausdorff JM, Zemany L, Peng C, Goldberger AL. Maturation of gait dynamics: stride-to-stride variability and its temporal organization in children. *J Appl Physiol*. 1999;86:1040-7.
14. Hebestreit H, Mimura K, Bar-Or O. Recovery of muscle power after high-intensity short-term exercise: comparing boys and men. *J Appl Physiol*. 1993;74(6):2875-80.
15. Léger L. Aerobic performance. In: *Measurement in Pediatric Exercise Science*. D Docherty (Ed.) Champaign: Human Kinetics, 1996, pp. 183-223.
16. Lexell J, Sjöström M, Nordlund AS, Taylor CC. Growth and development of human muscle: a quantitative morphological study of whole vastus lateralis from childhood to adult age. *Muscle Nerve*. 1992;15:404-9.
17. Meyer RA, Brown TR, Kushmerick MJ. Phosphorus nuclear magnetic resonance of fast- and slow-twitch muscle. *Am J Physiol*. 1985;248:C279-87.
18. Nordlund MM, Thorstensson A, Cresswell AG. Central and peripheral contributions to fatigue in relation to level of activation during repeated maximal voluntary isometric plantar flexions. *J Appl Physiol*. 2004;96:218-25.
19. Paraschos I, Hassani A, Bassa E, Hatzikotoulas K, Patikas D, kotzamanidis C. Fatigue differences between adults and prepubertal males. *Int J Sports Med*. 2007;28(11):958-63.
20. Ratel S, Bedu M, Hennegrave A, Dore E, Duche P. Effects of age and recovery duration on peak power output during repeated cycling sprints. *Int J Sports Med*. 2002;23(6):397-402.
21. Ratel S, Tonson A, Fur YL, Cozzone P, Bendahan D. Comparative analysis of skeletal muscle oxidative capacity in children and adults: a 31P-MRS study. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008;33:1-8.
22. Ratel S, Williams CA, Oliver J, Armstrong N. Effects of age and recovery duration on performance during multiple treadmill sprints. *Int J Sports Med*. 2006;26:1-8.
23. Rowland TW, Auchinachie JA, Keenan TJ, Green GM. Physiologic responses to treadmill running in adult and prepubertal males. *Int J Sports Med*. 1987;8:292-7.
24. Taylor DJ, Kemp GJ, Thompson CH, Radda GK. Ageing: effects on oxidative function of skeletal muscle in vivo. *Mol Cell Biochem*. 1997;174(1-2):321-4.
25. Timmons BW, Bar-Or O, Riddell MC. Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men. *J Appl Physiol*. 2003;94:278-84.
26. Timmons BW, Bar-Or O, Riddell MC. Enervy substrate utilization during prolonged exercise with and without carbohydrate intake in preadolescent and adolescent girls. *J Appl Physiol*. 2007;103:995-1000.
27. Welsman JR, Armstrong N. Longitudinal changes in submaximal oxygen uptade in 11- to 13-year-olds. *J Sports Sci*. 2000;18:183-9.
28. Welsman JR, Armstrong N, Nevill AM, Winter EM, Kirby BJ. Scaling peak VO2 for differences in body size. *Med Sci Sports Exerc*. 196;28:259-65.
29. Williams CA. Recovery from fatigue after two bouts of maximal 20-s cycling in boys and men. *J Sports Sci*. 2007;25:283.

30. Yamada H, Kaneko K, Masuda T. Effects of voluntary activation on neuromuscular endurance analyzed by surface electromyography. *Perceptual Motor Skills*. 2002;95:613-9.
31. Zafeiridis A, Dalamitros A, Dipla K, Manou V, Galanis N, Kellis S. Recovery during high-intensity intermittent anaerobic exercise in boys, teens, and men. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(3):505-12.

Κεφάλαιο 6	*Ανάπτυξη Ευκαμψίας*

Κοτζαμανίδης Χ

Η ευκαμψία εκφράζει την ικανότητα της αρθρωσης να αυξάνει το ευρος της κινησής της.

Οι κύριοι παράγοντες που επιρεάζουν την ευκαμψίας είναι:

1. Ο συνδετικός ιστός του μυοτενόντιου συμπλέγματος και των μαλακών μορίων της αρθρωσης(Θύλακος, Σύνδεσμοι). Ο ορος μυοτενόντιο σύμπλεγμα υποδηλώνει το σύστημα μυός και του συνδετικού ιστού που είναι είναι ενσωματωμένος μαζί του τον περιβάλλει η αποτελεί προέκτασή του. Ο συνδετικός ιστός του μυοτενόντιου συμπλέγματος(ΜΤΣΥ) αποτελέιται από¨:

- Τα παράλληλα ελαστικά στοιχεία(ΠΕΣ). Τα ΠΕΣ περιβάλλουν ολον τον μύ(περυμύιο) δεσμίδα μυικών ινών(ενδομύιο) και κάθε ξεχωριστή μυική ινα(επιμύιο).
- Τα εν σειρα ελαστικά στοιχεία είναι, ο τένοντας που αποτελέι την συνέχεια του μυός εως την κατάφυση, τις απονευρώσεις που βρίσκονται μέσα στον μύ και τις ελαστικές πρωτείνες που βρίσκονται μέσα στο σαρκομέριο(τιτίνη κλπ)

Τα παραπάνω συνδετικα στοιχεία εχουν διαφορετικο επίπεδο διατατικότητας. Το επίπεδο διατατικότητας καθορίζεται ως σκληρότητα(Stifness) που δείχνει την δυσκολία διάτασης η ελαστικότητα(Compliance) όταν δείχνει την ευκολία διάτασης. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι μία αρθρωση είναι πιο ευκαμπτη οταν ο συνδετικός της ιστός είαναι λιγότερο σκληρος η πιο ελαστικός σε σχέση με μία άλλη. Η μυική σκληρότητα μπορεί να υπολογισθεί συνολικα η τμηματικά(πχ τένοντα) η ακόμη μπορεί να υπολογισθεί και η σκληρότητα της αρθρωσης

2. Η ηλικία. Εχει αναφερθεί ότι η ευκαμψία αυξάνει στην διάρκεια της παιδικής ηλικίας αυξάνει και μετά την εναρξη της εφηβείας σταθεροποιείται και μειώνεται. Η διαδικασία αυτή οφείλεται στο οτι ο συνδετικός ιστός(τένοντας η συνολικα του μυοτενόντιου σύμπλεγματος) είναι σκληρότερος στους ενήλικες σε σχέση με παιδια(Kubo et al 2001). Η μείωση της σκλήρυνσης αυτής αρχίζει από την σχολική περίοδο και

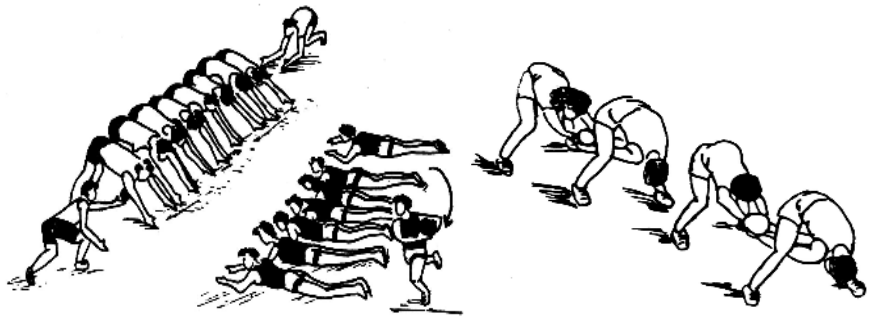
ολοκληρώνεται με την εναρξη της εφηβείας οπότε και σταθεροποιείται. Σε αιτίες της περαιτέρω σκλήρυνσης του συνδετικού ιστού στην Τρίτη ηλικία οφείλεται σε μεγάλο βαθμο και η μείωση της ευκαμψίας που παρατηρείται κατά την παραπάνω ηλικιακή περίοδο(.Narici, et al 2003)

3. Το φύλλο. Είναι τεκμηριωμένο ότι οι γυναίκες υπερέχουν των ανδρών στην ικανότητα της ευκαμψίας. Η διαφοροποίηση αυτή κύρια οφείλεται στο γεγονός ότι οι γυναίκες εχουν ελαστικότερο συνδετικό ιστό σε σχέση με τους ανδρες(Narici et al 2003).

4.Η ωρα της ημέρας. Με βάση τους συρκαδικούς βιολογικούς ρυθμούς η ικανότητα ευκαμψίας είναι μειωμένη το πρωί και αυξημένη το απόγευμα.

5.Ο νευρομυικός μηχανισμός. Η ικανότητα ευκαμψίας περιορίζεται από μία σειρά νευρωνικούς μηχανισμούς περιφερικούς(Αντίστροφη αναστολή των Κύριων αισθητηριακών οδών της μυικής ατράκτου) όπως και κεντρικούς νευρωνικούς μηχανισμούς του νωτιαίου μυελού. Οι μηχανισμοί αυτοί ενεργοποιούνται εξαίτίας της διάτασης την οποία οφίσταται το μυοτενόντιο σύμπλεγμα.

6.Η προπόνηση. Για την βελτίωση της ευκαμψίας για τους ενήλικες εχουν αναφερθεί μία σειρά μέθοδοι όπως η δυναμική, η παθητική και η ιδιοδεκτική μέθοδος. Οι παραπάνω μέθοδοι μάλλον δεν μπορούν να εφαρμοσθούν με επιτυχία στα παιδιά της σχολικής και της προσχολικής ηλικίας. Όχι για λόγους μη αποτελεσματικοτητάς τους αλλά κυρίως για λόγους ψυχολογίας(ελειψη συγκέντρωσης). Ενας ακόμη λόγος είναι η μη αναγκαιότητα για εφαρμογή τέτοιων αυστηρών μεθόδων στην παιδική ηλικία λόγω της μεγαλύτερης ελαστικότητας του συνδετικού ιστού. Παρόλα αυτά θα πρέπι να σημειωθούν τα παρακάτω¨



Γράφημα 6.1. Παράλληλη βελτίωση , ταχύτητας , λαβής , επιδεξιότητας και ταχύτητας με πέταγμα της μπάλας κάτω από την αψίδα συμπαικτών. Κύρια παρέμβαση στους πελματιαίους καμπτήρες, οπισθίους μηριαίους μύς της ράχης για τους πάικτες της αψίδας..

- Στις μικρές σχετικές ηλικίες μπορούν να εφαρμοσθούν παιγνιώδεις μορφές ασκήσεων οπου η ευκαμψία μπορεί παράλληλα να καλιεργείται με άλλες κινητικές δεξιότητες. Τέτοια παραδείγματα φαίνονται στα σχ 5.1 .
- Στην ηλικία κυρίως των 11-12 χ και για παιδια που εχου αποκτήσεις αθλητική κουλτούρα μπορεί να εισαχθεί η συστηματική προπόνηση με δυναμικές ασκήσεις και παθητική διάταση.
- Σε ορισμένες κατηγορίες αθλημάτων οπου η συστηματική ασκηση ξεκινάει από μικρότερες ηλικίες(κολύμβηση, γυμναστική) τότε η προπόνηση ευκαμψίας πρέπει να εχει συστηματικώτερη μορφή.

Παραδείγματα Προπόνησης ευκαμψίας

Παθητικής διάταση¨Βασική προυπόθεση το διατεινόμενο μέλος να φθάσει στο σημείο δυσφορίας η ελαφρού πόνου. Στο σημείο αυτό μπορεί να παραμείνει από 10-39 δευτ. Κατόπιν θα πρέπει να ακολουθήσει ένα διάλειμα 2-3 σευτ και κατόπιν η διαδικασία αυτή να επαναλαφθεί 4-6 φορές.Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το σημείο της συσφορίας θα πρέπει να επαναπροσδιορίζεται κάθε φορά και μάλιστα σε μεγαλύτερο ευρος διάτασης.¨

Βιβλιογραφία

Narici, M.V., Maganaris C.N., Reeves N.D., and P., Capodaglio. Effect of ageing on human muscle architecture. *Journal of Applied Physiology*, 95:2229-2234, 2003.
Kubo, K., H., Kanehisa, Y., Kawakami, and T., Fukunaga. Growth changes in the elastic tendon structures. *Int. J. Sports Med.* 22: 138-143, 2001.

Κεφάλαιο 7	***Καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές από τη γύμναση κατά την παιδική και εφηβική ηλικία – εφαρμογές στα προγράμματα υγείας***

Νικόλαος Α. Κουτλιάνος Ph.D. Λέκτορας ΤΕΦΑΑ ΑΠΘ

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται αρχικά μια περιγραφή των βασικών στοιχείων ανατομίας και φυσιολογίας του κυκλοφορικού και αναπνευστικού συστήματος, αναφέρονται οι κύριες οξείες καρδιοαναπνευστικές ανταποκρίσεις κατά την άσκηση και οι χρόνιες καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές από τη γύμναση. Επιπλέον, σε ειδική ενότητα στο τέλος του κεφαλαίου αναλύονται θέματα προαγωνιστικού ιατρικού ελέγχου για την προάσπιση της υγείας των νεαρών αθλουμένων. Ειδικότερα, το παρόν κεφάλαιο χωρίζεται σε 4 κύριες ενότητες. Η 1^{η} και η 2^{η} ενότητα περιλαμβάνουν, αντίστοιχα, τις βασικές γνώσεις ανατομίας και φυσιολογίας του κυκλοφορικού και του αναπνευστικού συστήματος, τον ορισμό των κυριότερων καρδιολογικών και αναπνευστικών όρων, τις οξείες ανταποκρίσεις του κυκλοφορικού και του αναπνευστικού συστήματος και τις χρόνιες μορφολογικές και λειτουργικές καρδιαγγειακές και αναπνευστικές ασκησιογενείς προσαρμογές στην παιδική και εφηβική ηλικία. Η 3^{η} ενότητα παρουσιάζει τις κυριότερες πληροφορίες για την εργοσπιρομετρία στην παιδική και εφηβική ηλικία σε συνάρτηση με την αξιολόγηση των μετρούμενων εργοσπιρομετρικών δεικτών. Η 4^{η} ενότητα παραθέτει διεξοδικά όλα τα νεότερα δεδομένα για το πρωτόκολλο των ιατρικών εξετάσεων στις οποίες θα πρέπει να υποβάλλεται το παιδί ή ο έφηβος πριν από την ενασχόλησή του με τον αθλητισμό.

Η τακτική συμμετοχή σε φυσικές δραστηριότητες είτε με τη μορφή παιχνιδιού είτε με τη μορφή συστηματική γύμνασης και ενασχόλησης με αθλητικές δραστηριότητες κρίνεται απαραίτητη για την ομαλή βιολογική-κινητική, ψυχική και κοινωνική ανάπτυξη του παιδιού και του εφήβου αλλά και για την προάσπιση της υγείας τους απέναντι σε κινδύνους όπως είναι η παχυσαρκία (Floriani and Kennedy, 2007; Merchant et al., 2007; Tolfrey et al.,

1998). Ο έφηβος και ιδιαίτερα το παιδί δε θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ενήλικες καθώς δεν ανταποκρίνονται με τον ίδιο τρόπο στην άσκηση ενώ επιπρόσθετα δεν έχουν αποσαφηνιστεί πολλές βιολογικές παράμετροι στα παιδιά (Craig et al., 1996; Ganley, 2000; Jackson et al., 1999; Nassis and Sidossis, 2006;). Επί αξιολόγησης της λειτουργικής ικανότητας των παιδιών θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπ' όψη η σκελετική ανάπτυξη και η ανάπτυξη του φύλου καθώς η βιολογική ηλικία των παιδιών δε συμβαδίζει πάντα με τη χρονολογική (απόκλιση βιολογικής ηλικίας: ± 2 έτη από τη χρονολογική).

Τα δύο φύλα παρουσιάζουν περίπου όμοια ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά μέχρι μόνο την προεφηβεία καθώς τα κορίτσια ωριμάζουν βιολογικά νωρίτερα συγκριτικά με τα αγόρια εισερχόμενα στην εφηβική περίοδο. Η βιολογική ωρίμανση επιταχύνεται κατά την ήβη, κατά την οποία παρατηρείται απότομη αλλά διαφορετική σε βαθμό στα δύο φύλα αύξηση του σωματικού ύψους και βάρους, καθώς και διαφοροποίηση της λιπώδους μάζας σώματος. Τα αγόρια υπολείπονται σε ανάπτυξη περίπου 2 έτη κατά την προεφηβεία (10-12 έτη) συγκριτικά με τα κορίτσια. Επιπλέον, κατά την προεφηβική ηλικία και ειδικότερα στην περίοδο της ταχείας αύξησης του ύψους, τα αγόρια εμφανίζουν μειωμένες τιμές υποδόριου λιπώδους ιστού ενώ στα κορίτσια παρατηρείται ήδη από την ηλικία των 9 ετών προοδευτική αύξηση της λιπώδους μάζας προκειμένου να επιτευχθεί η εμμηναρχή.

7.1. Κυκλοφορικό σύστημα

7.1.α. Βασικές γνώσεις ανατομίας & φυσιολογίας

Η καρδία αποτελεί ένα κοίλο μυώδες όργανο, σχήματος και μεγέθους περίπου γροθιάς που είναι τοποθετημένο εντός της θωρακικής κοιλότητας οπισθοστερνικά. Ο καρδιακός μυς ή μυοκάρδιο είναι ένας γραμμωτός μυς με λειτουργικές και μορφολογικές ιδιότητες αντίστοιχες των γραμμωτών σκελετικών μυών αλλά και με αρκετές ιδιαιτερότητες. Ειδικότερα, το μυοκάρδιο αποτελείται από 4 κοιλότητες: Δύο κόλπους και δύο κοιλίες. Οι κόλποι (δεξιός και αριστερός) επικοινωνούν με τις κοιλίες μέσω των κολποκοιλιακών βαλβίδων και ειδικότερα, ανάμεσα στο δεξιό κόλπο και τη δεξιά κοιλία παρεμβάλλεται η τριγλώχινα βαλβίδα ενώ η μιτροειδής βαλβίδα ανευρίσκεται ανάμεσα στον αριστερό κόλπο και την αριστερή κοιλία. Οι

μηνοειδείς βαλβίδες εμποδίζουν την παλινδρόμηση του αίματος προς την καρδιακές κοιλίες. Ειδικότερα, η πνευμονική βαλβίδα μεσολαβεί στην επικοινωνία μεταξύ της δεξιάς κοιλίας και των πνευμονικών αρτηριών και η αορτική βαλβίδα παρεμβάλλεται μεταξύ της αριστερής κοιλίας και της αορτής. Οι κόλποι διαχωρίζονται μεταξύ τους με την παρεμβολή του μεσοκολπικού διαφράγματος και οι κοιλίες με το μεσοκοιλιακό διάφραγμα. Η αιμάτωση του μυοκαρδίου πραγματοποιείται με τη δεξιά και την αριστερή στεφανιαία αρτηρία με κυριότερους κλάδους την περισπώμενη και τον πρόσθιο κατιόντα κλάδο.

Η μικρή κυκλοφορία του αίματος αρχίζει με τη συλλογή του μέσω της άνω και κάτω κοίλης φλέβας εκβάλλοντας στο δεξιό κόλπο. Ακολούθως, το αίμα διέρχεται μέσω της ανοικτής τριγλώχινας βαλβίδας στη δεξιά κοιλία ενώ η σύσπαση του δεξιού κόλπου συμβάλει στην επιπλέον πλήρωσή της. Η δεξιά κοιλία με τη συστολή της εξωθεί το αίμα προς τις πνευμονικές αρτηρίες δια μέσου της πνευμονικής βαλβίδας. Στους πνεύμονες επιτελείται η οξυγόνωση του αίματος στα πνευμονικά τριχοειδή και επιστρέφει στον αριστερό κόλπο με τις πνευμονικές φλέβες. Το οξυγονωμένο αίμα ρέει από τον αριστερό κόλπο προς την αριστερή κοιλία διαμέσου της μιτροειδούς βαλβίδας και ο αριστερός κόλπος συστέλλεται διοχετεύοντας επιπρόσθετη ποσότητα αίματος προς την αριστερή κοιλία. Η σύσπαση της αριστερής κοιλίας και η έξοδος του αίματος προς την αορτή διαμέσου της αορτικής βαλβίδας οριοθετεί την ολοκλήρωση της μικρής κυκλοφορίας. Η μεγάλη κυκλοφορία του αίματος αρχίζει με την έξοδο του αίματος από την αριστερή κοιλία προς το αορτικό τόξο. Το αίμα που διοχετεύεται από την αριστερή κοιλία στην αορτή διανέμεται τελικά σε όλο το σώμα μέσω των αρτηριών και μικρότερων αρτηριακών κλάδων (αρτηρίδια). Τα αρτηρίδια μεταπίπτουν στα αρτηριακά τριχοειδή και τα τελευταία καταλήγουν σε ένα δίκτυο από ιδιαίτερα μικρά σε μέγεθος αιμοφόρα αγγεία (τριχοειδή αγγεία) με τα οποία πραγματοποιείται η απόδοση θρεπτικών ουσιών και οξυγόνου στους ιστούς και η απομάκρυνση παραγόμενων προϊόντων του μεταβολισμού. Η συνέχεια του αγγειακού συστήματος περιλαμβάνει τα φλεβίδια, τα οποία τροφοδοτούνται με αποξυγονωμένο αίμα από τα τριχοειδή αγγεία, τις φλέβες οι οποίες καταλήγουν στην άνω και στην κάτω κοίλη φλέβα και τις τελευταίες με τη σειρά τους να καταλήγουν στο δεξιό κόλπο, τερματίζοντας τη μεγάλη κυκλοφορία (συστηματική κυκλοφορία).

Το μυοκάρδιο νευρώνεται από το αυτόνομο νευρικό σύστημα (συμπαθητικό και παρασυμπαθητικό) ενώ παρουσιάζει αυτοματία, δηλαδή συστέλλεται αυτόματα με συχνότητα περίπου 72 σφύξεων/λεπτό. Η διάδοση του ερεθίσματος αρχίζει από το φλεβόκομβο (συχνότητα εκπόλωσης 72/λεπτό), ακολούθως διαμέσου ειδικών δεματιών το ερέθισμα άγεται στον κολποκοιλιακό κόμβο (συχνότητα εκπόλωσης 60/λεπτό), στο δεμάτιο του Hiss, στο δεξιό και αριστερό κλάδο του δεματίου του Hiss και καταλήγει υπενδοκαρδιακά στις ίνες του Purkinje (συχνότητα εκπόλωσης 30/λεπτό).

Κύρια πηγή ενέργειας του μυοκαρδίου στην ηρεμία αποτελούν τα ελεύθερα λιπαρά οξέα.

7.1.β. Κύριοι καρδιολογικοί όροι

Όγκος παλμού: Η ποσότητα αίματος που εξωθείται από την κοιλία σε κάθε καρδιακή συστολή (φυσιολογικές τιμές ενήλικα 65-80 ml ενώ στα παιδιά οι τιμές κατέρχονται ανάλογα με την ηλικία).

Κλάσμα εξώθησης: Η εκατοστιαία αναλογία που προκύπτει από τον όγκο παλμού και τον τελοδιαστολικό όγκο αίματος της κοιλίας (φυσιολογική τιμή >50%).

Καρδιακή παροχή: Καρδιακή συχνότητα x όγκος παλμού (περίπου 5 λίτρα/λεπτό στην ηρεμία – π.χ. 100 σφύξεις/λεπτό x 50 ml όγκο παλμού = 5.000 ml).

Αρτηριακή πίεση: Καρδιακή παροχή x περιφερικές αγγειακές αντιστάσεις (φυσιολογικές τιμές ενήλικα στην ηρεμία 120/80 mmHg ενώ στα παιδιά οι τιμές κατέρχονται ανάλογα με την ηλικία και το ανάστημα του παιδιού).

7.1.γ. Οξείες ανταποκρίσεις κατά την άσκηση

Κατά την έναρξη μιας φυσικής δραστηριότητας η καρδιακή συχνότητα αυξάνεται προοδευτικά. Τιμές καρδιακής συχνότητας ηρεμίας 80-100 σφύξεις/λεπτό είναι συνηθισμένες στην παιδική ηλικία και δε θα πρέπει να συγχέονται με ταχυκαρδία. Η προβλεπόμενη μέγιστη καρδιακή συχνότητα που μπορεί να επιτευχθεί υπολογίζεται με τον τύπο: 220 – ηλικία ± 10 σφυγμοί/λεπτό. Η προβλεπόμενη μέγιστη καρδιακή συχνότητα κατέρχεται 10 σφυγμούς/λεπτό επιπλέον όταν η άσκηση εκτελείται εντός υδάτινου περιβάλλοντος λόγω της εξωτερικής υδροστατικής πίεσης που ασκείται στη

θωρακική κοιλότητα. Οι Christensen και Brandborg (1973) διαπίστωσαν ότι η αρχική αύξηση της καρδιακής συχνότητας κατά την άσκηση (οι 30 περίπου πρώτοι σφυγμοί) αποδίδεται στην άρση του τόνου του παρασυμπαθητικού και ακολούθως επικρατεί η διέγερση του τόνου του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Ο όγκος παλμού κατά την άσκηση αυξάνεται προοδευτικά και μπορεί να τριπλασιαστεί κατά την άσκηση υπομέγιστης έντασης. Στη μέγιστη προσπάθεια ο όγκος παλμού δε συνεχίζει να αυξάνεται παρουσιάζοντας σταθεροποίηση των τιμών του (plateau) λόγω της αυξημένης καρδιακής συχνότητας που δεν επιτρέπει τη μεγαλύτερη πλήρωση της κοιλίας με αίμα κατά τη μειωμένη σε διάρκεια διαστολική περίοδο του καρδιακού κύκλου. Η καρδιακή παροχή από 5-6 λίτρα/λεπτό στην ηρεμία είναι δυνατόν να αυξηθεί και σε τιμές άνω των 20 λίτρων/λεπτό κατά την έντονη αερόβια άσκηση στα παιδιά και τους εφήβους ενώ χαμηλότερες τιμές μέγιστης καρδιακής παροχής επισημαίνονται κατά την εκτέλεση ισομετρικών ασκήσεων. Επιπλέον, κατά την έντονη άσκηση παρατηρείται ανακατανομή της κυκλοφορίας του αίματος υπέρ των εργαζόμενων σκελετικών μυών (μέχρι και >80% του κυκλοφορούντος όγκου αίματος) και εις βάρος της σπλαχνικής κυκλοφορίας.

Η αρτηριακή πίεση κατά την αερόβια άσκηση αυξάνεται ως αποτέλεσμα κυρίως της αύξησης της καρδιακής παροχής. Κατά την εκτέλεση αερόβιου έργου με προοδευτικά αυξανόμενη ένταση παρατηρείται αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης (μέχρι και >160 mmHg στα παιδιά), ενώ η διαστολική πίεση παραμένει σταθερή ή μειώνεται ελαφρά λόγω κυρίως της μείωσης των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων. Αντίθετα, κατά την εκτέλεση ισομετρικής άσκησης μέγιστης προσπάθειας, η αρτηριακή πίεση αυξάνεται σημαντικά καθώς αυξάνεται τόσο η συστολική όσο και η διαστολική πίεση κυρίως λόγω αύξησης της ενδοθωρακικής πίεσης (μηχανισμός Valsalva). Στη σχετική βιβλιογραφία δεν αναφέρονται για τα παιδιά οι μέγιστες δυνατές τιμές της αρτηριακής πίεσης κατά την εκτέλεση έντονων ισομετρικών ασκήσεων (όπως π.χ. κατά την άρση βαρών) κυρίως λόγω της περιορισμένης ενασχόλησης με ανάλογες ασκήσεις στην παιδική ηλικία. Ωστόσο, τιμές αρτηριακής πίεσης 180/100 mmHg θα πρέπει να θεωρούνται αναμενόμενες στα παιδιά και ακόμη μεγαλύτερες στους εφήβους καθώς ο έφηβος ενηλικιώνεται. Στους ενήλικες έχουν αναφερθεί αντίστοιχες μέγιστες τιμές

αρτηριακής πίεσης μεγαλύτερες από 400/300 mmHg για τη συστολική και διαστολική πίεση, αντίστοιχα.

Κύρια πηγή ενέργειας του μυοκαρδίου κατά την άσκηση αποτελεί το γαλακτικό οξύ.

7.1.δ. Χρόνιες προσαρμογές από τη γύμναση

Ασκησιογενείς λειτουργικές και μορφολογικές καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές παρατηρούνται κυρίως στους εφήβους αθλητές ενώ στα παιδιά τα σχετικά βιβλιογραφικά δεδομένα είναι περιορισμένα και συχνά αντικρουόμενα.

- Λειτουργικές προσαρμογές

Οι συχνότερες λειτουργικές μεταβολές του κυκλοφορικού συστήματος στους νεαρούς αθλητές είναι η βραδυκαρδία και οι διάφορες ηλεκτροκαρδιογραφικές μεταβολές όπως οι διαταραχές αγωγιμότητας (Coelho et al., 1986; Sharma et al., 1999). Η χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα ηρεμίας που έχει μετρηθεί σε έφηβο αθλητή, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία είναι 28 σφυγμοί/λεπτό (Koutlianos et al., 2004[b]), ενώ σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες όπως κατά την κατάδυση με άπνοια σε μεγάλο βάθος παρατηρείται καρδιακή συχνότητα μικρότερη από 20 σφυγμούς/λεπτό λόγω όμως της τεράστιας υδροστατικής πίεσης που ασκείται στο θωρακικό τοίχωμα. Συνήθεις διαταραχές αγωγιμότητας που καταγράφονται ιδιαίτερα στους εφήβους αθλητές αερόβιων αγωνισμάτων είναι ο ατελής και ο πλήρης αποκλεισμός του δεξιού σκέλους του δεματίου του His, κολποκοιλιακοί αποκλεισμοί 1^{ου} και 2^{ου} βαθμού, ενώ είναι δυνατόν επίσης, να παρατηρηθούν σε καλά προπονημένους εφήβους αθλητές αντοχής φλεβοκομβικές παύσεις του καρδιακού ρυθμού διάρκειας άνω των 2,5 δευτερολέπτων (Bjornstad et al. 1993[a]; Bjornstad et al., 1993[b]; Hanne-Paparo et al., 1976; Holly et al., 1998; Link et al., 1999). Η κύρια αιτία για την εκδήλωση των ανωτέρω λειτουργικών καρδιακών προσαρμογών είναι η αύξηση της επίδρασης του τόνου του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος στην καρδιακή λειτουργία κατά την ηρεμία (Koutlianos et al., 2004[a], Pelliccia et al., 2000). Στα παιδιά, οι διάφορες ηλεκτροκαρδιογραφικές μεταβολές που παρατηρούνται στο ηλεκτροκαρδιογράφημα ηρεμίας οφείλονται περισσότερο στο νεαρό της ηλικίας (π.χ. ανεστραμμένα Τ στις προκάρδιες απαγωγές) και λιγότερο στην

αναδιαμόρφωση του μυοκαρδίου λόγω της χρόνιας συστηματικής άσκησης η οποία άλλωστε εκλείπει στις περισσότερες των περιπτώσεων καθώς η πλειοψηφία των παιδιών που αθλούνται δεν έχει μεγάλη προπονητική ηλικία. Η πλειοψηφία των μελετών που έχουν διερευνήσει την επίδραση της συστηματικής αερόβιας άσκησης στη δράση του αυτόνομου νευρικού συστήματος στην καρδιακή λειτουργία στα παιδιά έχει διαπιστώσει αύξηση της παρασυμπαθητικοτονίας. Η αύξηση του τόνου του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος εκφράζεται κυρίως με την έλευση της βραδυκαρδίας και την αύξηση της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας στη διάρκεια του εικοσιτετραώρου (Koutlianos et al., 2004[a]; Task Force ESC and NASPE, 1996). Ωστόσο, ένας περιορισμένος αλλά ικανός αριθμός μελετών σε παιδιά ηλικίας 10-12 ετών δεν έχει καταλήξει στα ίδια ευρήματα αναφορικά με τη δεκτικότητα για προσαρμογές του αυτόνομου νευρικού συστήματος στα ασκησιογενή ερεθίσματα (Vinet et al., 2005).

- Μορφολογικές προσαρμογές

Στους εφήβους αθλητές που ασκούνται συστηματικά με ισομετρικού τύπου ασκήσεις όπως είναι η πάλη ή η άρση βαρών, έχει διαπιστωθεί αυξημένη μάζα της αριστερής κοιλίας που οφείλεται σε αύξηση του πάχους τόσο του μεσοκοιλιακού διαφράγματος όσο και του οπισθίου τοιχώματος, ενώ η τελοδιαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας φαίνεται πως παραμένει αμετάβλητη. Η προπόνηση με ισομετρικού τύπου ασκήσεις έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του καρδιακού μεταφορτίου, η οποία οδηγεί στην ακόλουθη αύξηση του πάχους των τοιχωμάτων της αριστερής κοιλίας σύμφωνα με το νόμο του Laplace για την αντιστάθμιση των υψηλών πιέσεων που ασκούνται στην αριστερή κοιλία από την περιφέρεια κατά την εξώθηση του αίματος (George et al., 1991; Gilbert et al., 1977; Maron 1986).

Οι έφηβοι αθλητές που προπονούνται συστηματικά σε αθλήματα με δυναμικού τύπου ασκήσεις όπως είναι το τρέξιμο μεγάλων αποστάσεων, παρουσιάζουν κυρίως αύξηση της τελοδιαστολικής διαμέτρου της αριστερής κοιλίας στην οποία αποδίδεται και η μερική αύξηση της μάζας της σε αυτούς τους αθλητές ενώ το πάχος του μεσοκοιλιακού και του ελεύθερου τοιχώματος παραμένουν στα φυσιολογικά όρια (<13mm) (Pelliccia et al., 1991). Το αυξημένο καρδιακό προφορτίο (τελοδιαστολικός όγκος αριστερής κοιλίας)

είναι κυρίως υπεύθυνο για την αύξηση των διαστάσεων της αριστερής κοιλίας στους εφήβους αθλητές αγωνισμάτων αντοχής.

Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι οι περισσότεροι έφηβοι όπως και οι ενήλικες αθλητές συμπεριλαμβάνουν τόσο δυναμικού όσο και ισομετρικού τύπου ασκήσεις στο προπονητικό τους πρόγραμμα (αθλητές ατομικών αθλημάτων όπως η ποδηλασία αλλά κυρίως αθλοπαιδιών) που έχουν ως αποτέλεσμα μικτές προσαρμογές που οφείλονται στη συνδυασμένη επίδραση του καρδιακού προφορτίου και μεταφορτίου (Pluim et al., 2000). Αυτές οι μορφολογικές προσαρμογές της αριστερής κοιλίας δε φαίνεται πάντως να επηρεάζουν τη συστολική ή τη διαστολική λειτουργία της, η οποία παραμένει σε φυσιολογικά επίπεδα (Nottin et al., 2004; Obert et al., 2005; Obert et al., 2007).

Οι χρόνιες ασκησιογενείς μορφολογικές καρδιακές προσαρμογές στην παιδική ηλικία τόσο στα αγόρια όσο και στα κορίτσια διαφέρουν από τις αντίστοιχες των ενηλίκων. Προπονητικά προγράμματα τόσο αερόβιας γύμνασης όσο και μυικής ενδυνάμωσης οδηγούν κυρίως σε μικρή υπερτροφία των καρδιακών τοιχωμάτων και αύξηση της διαμέτρου της δεξιάς κοιλίας και λιγότερο σε αυξημένη τελοδιαστολική διάμετρο της αριστερής κοιλίας (Obert et al., 2003; Rowland et al., 2003).

Η ανάπτυξη υπερτροφίας του μυοκαρδίου ως αποτέλεσμα συστηματικής άσκησης φαίνεται πως ίσως συνοδεύεται και από ανάλογη βελτίωση της αιμάτωσής του. Στους ενήλικες αθλητές, η συστηματική άσκηση και ιδιαίτερα αερόβιου χαρακτήρα οδηγεί σε σχηματισμό νέων αρτηριδίων ενώ παράλληλα αυξάνεται η ενδοαυλική εγκάρσια διατομή των τριχοειδών αγγείων που ήδη υπάρχουν παράλληλα με την ανάπτυξη των μυοκαρδιακών κυττάρων (Brown, 2003). Ωστόσο, στους έφηβους και στα παιδιά δεν υπάρχουν αντίστοιχες ακόμη μελέτες που να επιβεβαιώνουν ή να διαψεύδουν τα ανωτέρω ευρήματα.

7.2. Αναπνευστικό σύστημα

7.2.α. Βασικές γνώσεις ανατομίας & φυσιολογίας

Τα κύρια όργανα για την τέλεση της αναπνευστικής λειτουργίας είναι οι δύο πνεύμονες (δεξιός-τρεις λοβοί και αριστερός-δύο λοβοί) και οι αεροφόροι οδοί του αναπνευστικού συστήματος που περιλαμβάνουν τη ρινική κοιλότητα,

τον φάρυγγα, τον λάρυγγα, την τραχεία και τους 2 βασικούς στελεχιαίους βρόγχους. Ακολούθως επέρχεται διαδοχική διακλάδωση του αναπνευστικού δένδρου σε μικρότερους βρόγχους και βρογχιόλια (έως και 25 στην περιοχή της γλωσσίδας) με κατάληξη τους αναπνευστικούς σάκους και τις αναπνευστικές κυψελίδες. Οι αναπνευστικές κυψελίδες των πνευμόνων ανέρχονται σε 300 εκατομμύρια και η ανταλλαγή των αερίων πραγματοποιείται με ταχύτατη διάχυσή τους δια μέσου της τριχοειδοκυψελιδικής μεμβράνης (Δεληγιάννης, 1992). Η ρύθμιση της αναπνευστικής λειτουργίας επιτελείται υπό τον έλεγχο του αναπνευστικού κέντρου που εδρεύει στον προμήκη μυελό και που δέχεται κεντρομόλα ερεθίσματα-πληροφορίες κυρίως από περιφερικούς χημειοϋποδοχείς (Δεληγιάννης, 1997). Η διαμόρφωση της μερικής πίεσης του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στο αίμα αποτελεί τον βασικό ρυθμιστή της αναπνευστικής λειτουργίας και η αύξηση του παραγόμενου όγκου του οδηγεί σε επίταση του αναπνευστικού έργου.

7.2.β. Κύριοι αναπνευστικοί όροι

Αναπνεόμενος όγκος αέρα: Ο όγκος του αέρα που εισπνέεται σε κάθε αναπνοή (περίπου 300 ml στα παιδιά και 400 ml στους εφήβους).

Συχνότητα αναπνοών: Ο αριθμός των αναπνοών ανά λεπτό (περίπου 18-20 αναπνοές/λεπτό στα παιδιά και 14-16 αναπνοές/λεπτό στους εφήβους στην ηρεμία).

Πνευμονικός αερισμός: Συχνότητα αναπνοών x αναπνεόμενος όγκος αέρα (περίπου 6 λίτρα/λεπτό στην ηρεμία).

Ζωτική χωρητικότητα: Η μέγιστη ποσότητα αέρα που μπορεί να εισπνευστεί και ακολούθως να εκπνευστεί. Αποτελεί το άθροισμα του αναπνεόμενου όγκου αέρα, του εφεδρικού εισπνεόμενου όγκου αέρα και του εφεδρικού εκπνεόμενου όγκου.

Δυναμική ζωτική χωρητικότητα: Η μέγιστη ποσότητα όγκου αέρα που εισπνέεται και ακολούθως εκπνέεται σε μια βίαιη εκπνοή.

7.2.γ. Οξείες ανταποκρίσεις κατά την άσκηση

Κατά την άσκηση έχει διαπιστωθεί ότι αυξάνεται σημαντικά ο πνευμονικός αερισμός μέχρι και πάνω από 100 λίτρα/λεπτό. Η αύξηση του

πνευμονικού αερισμού στην παιδική και εφηβική ηλικία οφείλεται σε αύξηση τόσο της συχνότητας αναπνοών (40-50 αναπνοές/λεπτό) όσο και του αναπνεόμενου όγκου αέρα σε κάθε εισπνοή (1-2 λίτρα ανάλογα με την ηλικία και τη ζωτική χωρητικότητα). Η επιτάχυνση της αναπνευστικής λειτουργίας κατά την άσκηση προοδευτικά αυξανόμενης επιβάρυνσης ενισχύεται και από την αυξημένη παραγωγή CO_2 λόγω εκτέλεσης αναερόβιου έργου που οδηγεί σε επιπρόσθετη διέγερση του αναπνευστικού κέντρου και σε αύξηση του πνευμονικού αερισμού (Δεληγιάννης, 1997). Επιπλέον, κατά την άσκηση παρατηρείται αύξηση της αιμάτωσης των αναπνευστικών μυών αλλά και αύξηση της πνευμονικής αιμάτωσης προκειμένου να αυξηθεί η ικανότητα των πνευμονικών τριχοειδών για ανταλλαγή μεγαλύτερου όγκου αναπνευστικών αερίων ενώ παράλληλα διαπιστώνεται και επιτάχυνση της ικανότητας διάχυσής τους. Η διαχυτική ικανότητα του οξυγόνου κατά την άσκηση μπορεί να αυξηθεί μέχρι και 300% της τιμής ηρεμίας ενώ η διάχυση του CO_2 μπορεί να γίνει έως και 20% ταχύτερα.

7.2.δ. Χρόνιες προσαρμογές από τη γύμναση

Η χρόνια συστηματική προπόνηση επιφέρει προσαρμογές στον πνευμονικό αερισμό των νεαρών αθλητών. Οι προπονημένοι αερόβια έφηβοι αθλητές είναι δυνατόν να επιτύχουν τιμές πνευμονικού αερισμού ακόμη και >150 λίτρα αέρα/λεπτό, κυρίως με τη βελτίωση του αναπνεόμενου όγκου αέρα σε κάθε εισπνοή (μπορεί να υπερβεί τα 2,5 λίτρα) και λιγότερο μέσω αύξησης της συχνότητας αναπνοών. Μια άλλη σημαντική προσαρμογή του αναπνευστικού συστήματος που επέρχεται στους εφήβους αθλητές με τη συστηματική άσκηση είναι η αύξηση της διαχυτικής ικανότητας των αερίων. Ο κύριος μηχανισμός για τη μεταβολή αυτή φαίνεται πως είναι η αύξηση της επιφάνειας διάχυσης, καθώς στους προπονημένους αθλητές (ιδιαίτερα σε αθλητές αερόβιων αγωνισμάτων) αυξάνεται ο αριθμός των πνευμονικών τριχοειδών που συμμετέχουν στην ανταλλαγή των αερίων διάμεσου της τριχοειδοκυψελιδικής μεμβράνης και τα οποία παραμένουν κλειστά στα νεαρά άτομα που δεν ασκούνται συστηματικά. Τα τριχοειδή αυτά αγγεία εντοπίζονται κυρίως στους άνω πνευμονικούς λοβούς και στα απροπόνητα άτομα συμμετέχουν μερικώς στην ανταλλαγή αερίων μόνο επί μέγιστης κόπωσης.

Η ζωτική χωρητικότητα δε φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από τη μακροχρόνια συστηματική άσκηση τόσο στα παιδιά όσο και στους εφήβους. Η τιμή της ζωτικής χωρητικότητας καθορίζεται κυρίως από ανατομικούς (κατασκευή θώρακα), περιβαλλοντικούς (υψόμετρο διαβίωσης) και κληρονομικούς παράγοντες και λιγότερο από τη γύμναση. Σε κάθε περίπτωση, όμως, οι ανωτέρω διαπιστώσεις ισχύουν για υγιείς νεαρούς αθλητές και όχι για παιδιά και εφήβους με παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος όπως πνευμονοπάθειες αποφρακτικού (π.χ. βρογχικό άσθμα) και περιοριστικού τύπου στους οποίους οι αναπνευστικοί όγκοι και χωρητικότητες πράγματι βελτιώνονται με τη συμμετοχή τους σε προγράμματα γύμνασης. Αντίθετα με τη ζωτική χωρητικότητα, η πλειοψηφία των ερευνών υποστηρίζει πως η δυναμική ζωτική χωρητικότητα μπορεί να βελτιωθεί με τη συστηματική άσκηση τόσο στα παιδιά όσο και στους εφήβους, ιδιαίτερα με την κολύμβηση, κυρίως λόγω ενδυνάμωσης των αναπνευστικών μυών (διάφραγμα, έσω και έξω μεσοπλεύριοι μύες) (Δεληγιάννης, 1997).

Οι κυριότερες διαφοροποιήσεις οξέων καρδιαγγειακών και αναπνευστικών ανταποκρίσεων κατά την άσκηση τόσο υπομέγιστης όσο και μέγιστης έντασης στα παιδιά συγκριτικά με τους ενήλικες, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Καρδιακή συχνότητα→ Αυξημένη

Όγκος παλμού→ Μειωμένος

Καρδιακή παροχή→ Μειωμένη

Αρτηριοφλεβική διαφορά O_2→ Αυξημένη

Αιματική ροή στους μύες→ *Αυξημένη*

Συστολική-διαστολική πίεση→ Μειωμένες

Αναπνευστική συχνότητα→ Αυξημένη

Πνευμονικός αερισμός→ Αυξημένος

7.3. Εργοσπιρομέτρηση – καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές

Οι πιο σημαντικές βιολογικές παράμετροι που προσδιορίζονται κατά την εργομετρική αξιολόγηση της αερόβιας απόδοσης με την εργοσπιρομέτρηση είναι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) και το αναερόβιο κατώφλι. Ως VO_2max ορίζεται το γινόμενο της μέγιστης καρδιακής

παροχής επί τη μέγιστη αρτηριοφλεβική διαφορά οξυγόνου (VO_2max = ΚΠ x a-vO_2). Παράδειγμα: Σε έναν προπονημένο αερόβια έφηβο, η καρδιακή παροχή αίματος από 5-6 λίτρα/λεπτό που είναι στην ηρεμία μπορεί να αυξηθεί στα 30 λίτρα/λεπτό και η αρτηριοφλεβική διαφορά O_2 από τα 5ml O_2 στην ηρεμία στα 15 ml κατά την άσκηση. Το αποτέλεσμα είναι 4500 ml O_2 που για ένα άτομο 70 κιλών αντιστοιχεί περίπου σε 64 mlO_2/kg/min. Η μέση τιμή της VO_2max για τα παιδιά και τους εφήβους είναι 40-44 ml/kg/min για τα αγόρια και 36-40 ml/kg/min για τα κορίτσια. Η τιμή των 63 ml/kg/min θεωρείται ως ένα ελάχιστα απαιτούμενο όριο VO_2max για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων σε αγωνίσματα αντοχής κατά την εφηβική ηλικία.

Η μέγιστη αερόβια ικανότητα των παιδιών όπως προσδιορίζεται από τη VO_2max έχει βρεθεί ότι δε διαφέρει σημαντικά με την αντίστοιχη εφήβων και ενηλίκων όταν εκφράζεται σε σχετικές τιμές (mlO_2/kg/min) (Daniels et al., 1978). Επιπλέον, στην παιδική ηλικία δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές στην αερόβια απόδοση μεταξύ αγοριών και κοριτσιών σε αντίθεση με την εφηβική και την ενήλικη περίοδο όπου οι διαφοροποιήσεις στη σωματική ανάπτυξη και ειδικότερα σε χαρακτηριστικά κυρίως του κυκλοφορικού, του αναπνευστικού και του μυικού συστήματος αλλά και του αιματολογικού προφίλ (αιματοκρίτης, αιμοσφαιρίνη κ.α.), επιφέρουν μεταβολές στην αερόβια ικανότητα. Ειδικότερα, παρατηρείται μια υπεροχή των αρρένων έναντι των θηλέων ως προς τις τιμές της VO_2max σε ποσοστό περίπου 20%. Η διαφορά αυτή εξηγείται κυρίως από το γεγονός ότι οι άνδρες διαθέτουν μεγαλύτερη σκελετική μυική μάζα, αυξημένους δείκτες καρδιακής παροχής, αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης και μεγαλύτερες πνευμονικές χωρητικότητες.

Το αναερόβιο κατώφλι αποτελεί, επίσης, ένα σημαντικό καρδιοαναπνευστικό δείκτη και περιγράφει την πρόσληψη οξυγόνου κατά την κόπωση στην οποία μπορεί να φτάσει ο ασθενής χωρίς να παρουσιάζει σημαντική γαλακτική οξέωση. Συνήθως, αξιολογείται ως πιο σημαντικός δείκτης από τη VO_2max για αγωνίσματα διάρκειας άνω των 9 λεπτών (π.χ. 1500 μέτρα ελεύθερη κολύμβηση). Το αναπνευστικό αναερόβιο κατώφλι προσδιορίζεται εύκολα κατά την εργοσπιρομέτρηση από την ανάλυση των αναπνεόμενων αερίων και αντιστοιχεί στο χρονικό σημείο όπου ο ρυθμός αύξησης του εκπνεόμενου CO_2 υπερβαίνει τον ρυθμό αύξησης του

προσλαμβανόμενου O_2, ενώ παράλληλα παρατηρείται απότομη αύξηση του πνευμονικού αερισμού.

Αρκετές μελέτες (ακόμη και σε μονοζυγωτικούς διδύμους) έχουν διερευνήσει την επίδραση συστηματικών προγραμμάτων αερόβιας προπόνησης στη VO_2max τόσο στην παιδική όσο και στην προεφηβική ηλικία. Η πλειοψηφία τους δε διαπίστωσε σημαντική βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των παιδιών που αθλούνται και το εύρημα αυτό αποδίδεται κυρίως σε ορμονικούς παράγοντες και στη γενικότερη σωματική ανάπτυξη του νεαρού αθλητή (Danis et al., 2003). Η βιολογική ωρίμανση του οργανισμού κατά την παιδική και εφηβική ηλικία συνοδεύεται και από έντονες ορμονικές μεταβολές η επίδραση των οποίων φαίνεται πως μπορεί να υπερβαίνει τις σημαντικές ασκησιογενείς αερόβιες προσαρμογές. Υποστηρίζεται, ωστόσο, πως με την αερόβια προπόνηση στην παιδική ηλικία επιτυγχάνονται σημαντικές προσαρμογές στο αναερόβιο κατώφλι και ότι το αναερόβιο γαλακτικό ή αναπνευστικό κατώφλι αποτελεί ίσως πιο αξιόπιστο δείκτη αερόβιων καρδιοαναπνευστικών προσαρμογών στα παιδιά από ό,τι η VO_2max (Danis et al., 2003).

Σημαντικές πληροφορίες για τις καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές των νεαρών αθλητών μπορούν να εξαχθούν και με τη μελέτη του ρυθμού αποκατάστασης διαφόρων καρδιοαναπνευστικών δεικτών και ιδιαίτερα της καρδιακής συχνότητας και της VO_2 μετά το πέρας της δοκιμασίας. Αξίζει, πάντως να αναφερθεί, ότι πρόσφατα αρκετοί ερευνητές υποστήριξαν σε αντίθεση με τα ανωτέρω ότι γρηγορότερη αποκατάσταση δεν εμφανίζει υποχρεωτικά ο καλύτερος αεροβιακά αθλητής αλλά εκείνος που παρουσιάζει μεγαλύτερη παρασυμπαθητικοτονία π.χ. χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα ηρεμίας (Bosquet et al., 2007). Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα σε αυτό το κεφάλαιο, αυξημένη δράση του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος ως αποτέλεσμα αερόβιας προπόνησης δεν παρατηρείται πάντα στην παιδική και εφηβική ηλικία.

7.4. Προαγωνιστικός ιατρικός έλεγχος νεαρών αθλητών

Η αύξηση του αριθμού των αθλητών οδηγεί και σε αύξηση των ασκησιογενών διαταραχών της υγείας τους (Koplan, 1979). Από αυτές η

πλέον συχνή είναι η πρόκληση αθλητικών κακώσεων ενώ ασφαλώς η πιο δραματική είναι ο αιφνίδιος θάνατος καρδιακής ή άλλης αιτιολογίας. Το ποσοστό αιφνιδίου καρδιακού θανάτου ανέρχεται σε 1-3 περιπτώσεις ανά 100.000 αθλητές ανά έτος και σε πολλούς αθλητές συχνά προϋπάρχουν συμπτώματα και ενδείξεις υποκείμενης καρδιοπάθειας (Maron et al., 1986; Maron et al., 1996). Στα παιδιά και τους εφήβους, οι πιο συχνές καρδιοπάθειες που οδηγούν σε αιφνίδιο θάνατο κατά την άθληση ή σε άλλες σοβαρές καρδιακές διαταραχές είναι κατά σειρά συχνότητας η υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια (κληρονομικά μεταδιδόμενη ασθένεια) και οι συγγενείς ανωμαλίες των στεφανιαίων αγγείων (Clark and Coats, 1993; Corrado et al., 1998; Maron 1999; Sharma et al., 2000).

Ο ορθός και πλήρης περιοδικός έλεγχος της υγείας των νεαρών αθλητών και ασκουμένων συμβάλλει καθοριστικά στον περιορισμό των διαταραχών αυτών (AHA, 1996). Σε χώρες με μεγάλη ιατρική και αθλητική παράδοση έχουν στο παρελθόν θεσπιστεί συγκεκριμένα κριτήρια με βάση διαγνωστικές τεχνικές για τον βαθμό επιτρεπόμενης αθλητικής δραστηριότητας σε νεαρά άτομα με καρδιοπάθειες (Pelliccia et al., 2005). Επιπλέον, έχουν προταθεί οι καρδιολογικές διαγνωστικές μέθοδοι που θα πρέπει να απαρτίζουν το πρωτόκολλο ιατρικού ελέγχου των αθλουμένων (Balady et al., 1998; McGrew, 1998). Πρόσφατα, η Ευρωπαϊκή Καρδιολογική Εταιρεία εξέδωσε οδηγίες για τον προαγωνιστικό καρδιολογικό έλεγχο των αθλητών όλων των αθλημάτων (Corrado et al., 2005) καθώς και για την αντιμετώπιση των ασκουμένων με συγγενείς και επίκτητες καρδιοπάθειες (Pelliccia et al., 2005). Σύμφωνα με τις οδηγίες αυτές, ο έλεγχος του κυκλοφορικού συστήματος σε όλους τους νεαρούς αθλούμενους για την υπογραφή του δελτίου υγείας τους, ανεξαρτήτως αθλήματος, θα πρέπει να διενεργείται με της έναρξη της συστηματικής αθλητικής δραστηριότητας που για την πλειοψηφία των αθλητών είναι περίπου στην ηλικία των 12-14 ετών, συστηματικά τουλάχιστον κάθε δύο έτη και ***υποχρεωτικά*** να περιλαμβάνει:

- **Προσεκτική λήψη του ατομικού και οικογενειακού-κληρονομικού ιστορικού**
- **Φυσική εξέταση** και
- **Ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ) ηρεμίας**

Σε περιπτώσεις που από τον έλεγχο διαπιστωθούν «παθολογικά» ευρήματα οι νεαροί αθλητές θα πρέπει να υποβάλλονται σε ειδικότερες διαγνωστικές δοκιμασίες όπως υπερηχοκαρδιογραφικός έλεγχος και δοκιμασία κόπωσης, ενώ για τη διερεύνηση αρρυθμιών εφαρμόζονται αναίμακτες (24ωρη καταγραφή του ΗΚΓ) ή/και αιματηρές εξετάσεις (καθετηριασμός). Το υπερηχοκαρδιογράφημα χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στη διερεύνηση των μορφολογικών και λειτουργικών προσαρμογών του μυοκαρδίου από την άσκηση, στην αξιολόγηση της λειτουργίας των βαλβίδων, κ.α. (Schamoroth, 1991; Cousteau, 1986), ενώ συμβάλει και στη μελέτη και διαφοροδιάγνωση από καρδιακές παθήσεις όπως μορφολογικές ασκησιογενείς προσαρμογές στο πάχος των καρδιακών τοιχωμάτων από την υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια (ACC/AHA, 1997). Ο έλεγχος του DNA με την αναζήτηση των αντίστοιχων παθογόνων γονιδίων αποτελεί το πιο πρόσφατο όπλο στη φαρέτρα των ιατρών για τη βεβαία διάγνωση κληρονομικών καρδιακών νοσημάτων στον νεαρό αθλητή.

Ένα υψηλό ποσοστό διαταραχών από το κυκλοφορικό σύστημα νεαρών αθλητών ανιχνεύεται τυχαία κατά τον προληπτικό έλεγχο της υγείας τους για τη χορήγηση του πιστοποιητικού καταλληλότητας για άθληση. Από έρευνες του Εργαστηρίου Αθλητιατρικής ΤΕΦΑΑ ΑΠΘ προκύπτει ότι το 50% σχεδόν των παιδιών και εφήβων που αθλούνται εμφανίζει κάποια διαταραχή κατά τον προληπτικό ιατρικό τους έλεγχο που χρίζει περαιτέρω διερεύνησης, όπως καρδιακό φύσημα στο 30% (συνήθως λειτουργικό συστολικό φύσημα), ανωμαλίες του ΗΚΓ στο 48%, πρόπτωση μιτροειδούς στο 3,4%, καθώς και άλλα ευρήματα.

Η μεγάλη συχνότητα ανίχνευσης «παθολογικών» ευρημάτων κατά τις ιατρικές εξετάσεις των αθλητών, καθιστά, λοιπόν, απαραίτητο τον ετήσιο προληπτικό ιατρικό έλεγχο σε όλους τους νεαρούς αθλητές ανεξαρτήτου ηλικίας για την αποφυγή δυσάρεστων επιπλοκών κατά την άθληση. Καθήκον του προπονητή και του γυμναστή θα πρέπει να αποτελεί η ευαισθητοποίηση και των υπόλοιπων μελών της αθλητικής κοινότητας (αθλητικοί παράγοντες, αθλητές, γονείς αλλά και κρατικοί φορείς) για την υποχρεωτική διενέργεια προληπτικού προαγωνιστικού ελέγχου στους νεαρούς αθλητές για την προάσπιση της υγείας τους.

7.5. Περίληψη

Ο έφηβος και ιδιαίτερα το παιδί δε θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ενήλικες καθώς συχνά δεν ανταποκρίνονται με τον ίδιο τρόπο τόσο στην οξεία όσο και στη χρόνια άσκηση ενώ επιπρόσθετα δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως όλο το φάσμα συμπεριφοράς πολλών βιολογικών παραμέτρων στα παιδιά. Οι συχνότερες λειτουργικές μεταβολές του κυκλοφορικού συστήματος στους νεαρούς αθλητές είναι η βραδυκαρδία και οι διαταραχές αγωγιμότητας καθώς και άλλα ευρήματα στο ηλεκτροκαρδιογράφημα ηρεμίας τα οποία στην πλειοψηφία τους όμως δε θα πρέπει να θεωρούνται παθολογικά. Η κύρια αιτία για την εκδήλωση των ανωτέρω λειτουργικών καρδιακών προσαρμογών, ιδιαίτερα στους εφήβους, είναι η αυξημένη παρασυμπαθητικοτονία στην καρδιακή λειτουργία κατά την ηρεμία. Οι περισσότεροι νεαροί αθλητές συμπεριλαμβάνουν τόσο δυναμικού όσο και ισομετρικού τύπου ασκήσεις στο προπονητικό τους πρόγραμμα που φέρουν ως αποτέλεσμα μικτές προσαρμογές δηλαδή ποικίλου βαθμού αύξηση τόσο της διαμέτρου των καρδιακών κοιλοτήτων όσο και του πάχους των καρδιακών τοιχωμάτων. Ασκησιογενείς προσαρμογές σε πνευμονικούς όγκους και χωρητικότητες στις αναπτυξιακές ηλικίες επισημαίνονται κυρίως στη δυναμική ζωτική χωρητικότητα που βελτιώνεται κυρίως λόγω ενδυνάμωσης των αναπνευστικών μυών. Η μέση τιμή της VO_2max για τα παιδιά και τους εφήβους δε διαφέρει σημαντικά από την αντίστοιχη των ενηλίκων όταν εκφράζεται σε σχετικές τιμές ενώ υποστηρίζεται ότι το αναερόβιο γαλακτικό ή αναπνευστικό κατώφλι αποτελεί ίσως πιο αξιόπιστο δείκτη αερόβιων καρδιοαναπνευστικών προσαρμογών στα παιδιά από ό,τι η VO_2max. Ο προαγωνιστικός έλεγχος του κυκλοφορικού συστήματος σε όλους τους νεαρούς αθλούμενους για την υπογραφή του δελτίου υγείας τους, θα πρέπει να διενεργείται με της έναρξη της άθλησης και ακολούθως συστηματικά τουλάχιστον κάθε δύο έτη και να περιλαμβάνει: λήψη ατομικού και κληρονομικού ιστορικού, κλινική εξέταση, έλεγχο αρτηριακής πίεσης και ηλεκτροκαρδιογράφημα ηρεμίας.

Λέξεις Κλειδιά: καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές (cardiorespiratory adaptations), παιδική ηλικία (childhood), έφηβοι (adolescents), προαγωνιστικός ιατρικός έλεγχος (pre-participation medical screening)

2. Βιβλιογραφία

ACC/AHA Guidelines for the clinical application of echocardiography. (1997). A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on clinical application of echocardiography) developed in collaboration with the American Society of Echocardiography. *Circulation*, 95: 1686-1744.

American Heart Association. (1996). Cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes. *Circulation*, 94: 850-856.

Balady G.J., Chaitman B., Driscoll D., Foster C., Froelicher E., Gordon N., Pate R., Rippe J., Bazzare T. (1998). AHA/ACSM Scientific Statement: Recommendations for cardiovascular screening, staffing and emergency policies at health/fitness facilities. *Circulation*, 97: 2283-2293.

Bjornstad H., Smith G., Storstein L., Meen H.D., Hals O. (1993). Electrocardiographic and echocardiographic findings in top athletes, athletic students and sedentary controls. *Cardiology*, 82(1): 66-74.

Bjornstad H., Storstein L., Meen H.D., Hals O. (1993). Electrocardiographic findings according to level of fitness and sport activity. *Cardiology*, 83(4): 268-279.

Bosquet L., Gamelin F.X., Berthoin L. (2007). Is aerobic endurance a determinant of cardiac autonomic regulation? *Eur J Appl Physiol*, 100: 363-369.

Brown M. (2003). Exercise and coronary vascular remodelling in the healthy heart. *Experimental Physiolgy*, 88(5): 645-658.

Chistensen N.J., Brandborg O. (1973). The relationship between plasma catecholamine concetration and pulse rate during exercise and standing. *Eur J Clin Invest*, e: 299-306.

Clark A.L., & Coats A.J. (1993). Screening for hypertrophic cardiomyopathy. *BMJ*, 306(6875): 409-410.

Coelho A., Palileo E., Ashley W., Swiryn S., Petropoulos A.T. Welch W.J., Bauernfeind R.A. (1986). Tachyarrhythmias in young athletes. *J Am Coll Cardiol*, 7(1): 237-43.

Corrado D., Basso C., Schiavon M., Thiene G. (1998). Screening for hypertrophic cardiomyopathy in young athletes. *N Engl J Med*, 339: 364-9.

Corrado D., Pelliccia A., Bjornstad H.H., Vanhees L., Biffi A., Borjesson M., et al. (2005). Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*, 26: 516-524.

Cousteau J.P. (1986). Mitral valve prolapse: When should exercise be forbidden? *Science & Sports (Paris)*, 1(3): 231-235.

Craig S.B. (1996). The impact of physical activity on lipids, lipoproteins and blood pressure on preadolescent girls. *Pediatrics*, 9: 125-134.

Daniels J., Oldridge, N., Nagle, F., White, B. (1978). Differences and changes in VO_2 among young runners 10 to 18 years of age. *Med Sci Sports,* 10: 200.

Danis A., Kyriazis Y., Klissouras V. (2003). The effect of training in male prepubertal and pubertal monozygotic twins. *Eur J Appl Physiol*, 89(3-4): 309-318.

Δεληγιάννης Α. (1992). Ιατρική της άθλησης. *University Studio Press*, Θεσσαλονίκη.

Δεληγιάννης Α. (1997). Ιατρική της άθλησης. Από τη θεωρία στην πράξη. *University Studio Press*, Θεσσαλονίκη.

Floriani V. & Kennedy, C. (2007). Promotion of physical activity in primary care for obesity treatment/prevention in children. *Cur Opin Pediatr*, 19: 99-103.

Ganley T. (2000). Exercise and children's health. *The Physician and Sportsmedicine*, 28(2): 1-6.

George K.P., Wolfe L.A., Burggraf G.W. (1991). The 'Athletic Heart Syndrome'. A Critical Review. *Sports Medicine*, 11(5): 300-331.

Gilbert C.A., Nutter D.O., Felner J.M., Perkins J.V., Heymsfield S.B., Schlant R.C. (1977). Echocardiographic study of cardiac

dimensions and function in the endurance-trained athletes. *Am J Cardiol*, 40: 528-533.

Hanne-Paparo N., Drory Y., Schoenfeld Y., Shapira Y., Kellermann J.J. (1976). Common ECG changes in athletes. *Cardiology*, 62: 267-278.

Holly R.G., Shaffrath J.D., Amsterdam E.A. (1998). Electrocardiographic alterations associated with the hearts of athletes. *Sports Med*, 25(3): 139-148.

Jackson, A.W., Morrow, J.R.Jr., Hill, D.W., Dishman, R.K. Physical activity for health and fitness. Updated edition. *Human Kinetics*, Champaign 1999.

Koplan J.P. (1979). Cardiovascular deaths while running. *JAMA*, 242: 2578-2579.

Koutlianos N., Kouidi E., Deligiannis A. (2004). Heart rate variability in soccer players with mitral valve prolapse or benign arrhythmia. *Sport Sci Health*, 1: 5-10.

Koutlianos N., Kouidi E., Metaxas Th., Deligiannis A. (2004). Non-invasive cardiac electrophysiological indices in soccer players with mitral valve prolapse, *EJCPR*, 11: 435-441.

Link M.S., Olshansky, B., Estes, N.A.3rd. (1999). Cardiac arrhythmias and the athlete. *Curr Opin Cardiol*, 14(1): 24-29.

Maron B.J. (1986). Structural features of the athletic heart as determined by echocardiography. *J Am Coll Cardiol*, 7: 190-203.

Maron B.J. (1999). New interventions for obstructive hypertrophic cardiomyopathy: promise and prudence. *Eur Heart J*, 20(18): 1292-1294.

Maron B.J., Epstein S.E., Roberts W.C. (1986). Causes of sudden cardiac death in competitive athletes. *J Am Coll Cardiol*, 7: 204-214.

Maron B.J., Shirani J., Poliac L.C., Mathenge R., Roberts W.C., Mueller F.O. (1996). Sudden death in young competitive athletes: clinical, demographic and pathological profiles. *JAMA*, 276: 199-204.

McGrew C.A. (1998). Insights into the AHA scientific statement concerning cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 30(10 Suppl): S351-S353.

Merchant A.T., Dehghan, M., Behnke-Cook, D., Anand, S.S. (2007). Diet, physical activity, and adiposity in children in poor and rich neighbourhoods: a cross-sectional comparison. *Nutrition Journal*, 6:1.

Nassis G.P., Sidossis L.S. (2006). Methods for assessing body composition, cardiovascular and metabolic function in children and adolescents: implications for exercise studies. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 9: 560-567.

Nottin S., N'Guyen L.D., Terbah M., Obert P. (2004). Left ventricular function in endurance-trained children by tissue Doppler imaging. *Med Sci Sports Exerc*, 36(9): 1507-1513.

Obert P., Mandigout S., Nottin S., Vinet A., N'Guyen L.D., Lecoq A.M. (2003). Cardiovascular responses to endurance training in children: effect of gender. *Eur J Clin Invest*, 33(3): 199-208.

Obert P., Mandigout S., Vinet A., Nottin S., N'Guyen L.D., Lecoq A.M. (2005). Relationships between left ventricular morphology, diastolic function and oxygen carrying capacity and maximal oxygen uptake in children. *Int J Sports Med*, 26(2): 122-127.

Obert P., Nottin S., Baquet G., Thevenet D., Gamelin F.X., Berthoin S. (2007). Two months of endurance training does not alter diastolic function evaluated by TDI in 9-11 years old boys and girls. *Br J Sports Med*, Epub ahead of print.

Peliccia A., Maron B.J., Culasso F., Di Paolo F.M., Spataro A., Biffi A., Caselli G., Piovano P. (2000). Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes. *Circulation*, 102: 278-284.

Pelliccia A., Fagard R., Bjornstad H.H., Anastassakis A., Arbustini E., Assanelli D., Biffi A., Borjesson M., Carre F., Corrado D., Delise P., Dorwarth U., Hirth A., Heidbuchel H., Hoffmann E., Mellwig K.P., Panhuyzen-Goedkoop N., Pisani A., Solberg E.E., van-Buuren F., Vanhees L., Blomstrom-Lundqvist C., Deligiannis A., Dugmore D., Glikson M., Hoff P.I., Hoffmann A., Hoffmann E., Horstkotte D., Nordrehaug J.E., Oudhof J., McKenna W.J., Penco M., Priori S., Reybrouck T., Senden J., Spataro A., Thiene G.; Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and

Exercise Physiology; Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology (2005). Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease: a consensus document from the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*, 26(14): 1422-45. Review.

Pelliccia A., Maron B.J., Spataro A., Proschan M.A., Spirito P. (1991). The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Engl J Med*, 324: 295-301.

Pluim B.M., Zwinderman A.H., van der Laarse A., van der Wall E.E. (2000). The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation*, 100: 336-344.

Rowland T., Heffernan K., Jae S.Y., Echols G., Krull G., Fernhall B. (2006). Cardiovascular responses to static exercise in boys: insights from tissue Doppler imaging. *Eur J Appl Physiol*, 97(5): 637-642.

Schamroth L. (1971). An introduction to electrocardiography (4th edition). *Blackwell Scientific publications*: Oxford and Edinburgh.

Sharma S., Eliott P., Whyte G., Jones S., Mahon N., Whipp B., McKenna W.J. (2000). Utility of cardiopulmonary exercise in the assessment of clinical determinants of functional capacity in hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*, 86: 162-168.

Sharma S., Whyte, G., Elliott, P., Padula, M., Kaushal, R., Mahon, N., McKenna, W.J. (1999). Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes. *Br J Sports Med*, 33: 319-324.

Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J*, 17: 354-381.

Tolfrey K., Campbell I.G., Batterham A.M. (1998). Exercise training induced alterations in prepubertal children's lipid-lipoprotein profile. *Med Sci Sports Exerc*, 30(12): 1648-1692.

Vinet A., Beck L., Nottin S., Obert P. (2005). Effect of intensive training on heart rate

Κεφάλαιο 8	*Ανάπτυξη κινητικών δεξιοτήτων*

Χατζητάκη Βασιλεία Ph.D. Λέκτωρ Τ.Ε.Φ.Α.Α. Α.Π.Θ.

Το κεφάλαιο της ανάπτυξης των κινητικών δεξιοτήτων παρουσιάζεται σε 5 βασικούς ενότητες. Το 1^{ο} μέρος περιλαμβάνει τις βασικές αρχές οργάνωσης και λειτουργίας των υπο-συστημάτων (αισθητηριακό-αντιληπτικό, νευρικό και μυοσκελετικό) του κινητικού μηχανισμού που συμμετέχουν στην παραγωγή απλών και σύνθετων κινήσεων. Κατά την παιδική ηλικία, τα συστήματα που συμμετέχουν στην παραγωγή της κίνησης αναπτύσσονται και ωριμάζουν με διαφορετικούς ρυθμούς με αποτέλεσμα κάποιες ιδιαιτερότητες σε ότι αφορά τον συντονισμό της κίνησης στα παιδιά. Το 2^{ο} μέρος δείχνει πως λειτουργούν οι μηχανισμοί ελέγχου της κίνησης χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα την ανάπτυξη δεξιοτήτων ισορροπίας και μετακίνησης στην παιδική ηλικία. Το 3^{ο} μέρος αναφέρεται στις αρχές της αυτο-οργάνωσης του ανθρώπινου κινητικού συστήματος, τα έμφυτα κινητικά πρότυπα και το γεγονός ότι η κινητική συμπεριφορά υπόκειται σε κάποιες προϋπάρχουσε αρχές συντονισμού οι οποίες συχνά συνδέονται με την έννοια των ικανοτήτων. Το 4^{ο} μέρος παρουσιάζει την εναλλακτική και πιο σύγχρονη θεωρία για την κινητική ανάπτυξη η οποία δίνει έμφαση στον ιδιαίτερο ρόλο που παίζει το περιβάλλον στην διαμόρφωση της κίνησης και την ανάπτυξη σύνθετων κινητικών δεξιοτήτων. Το ανθρώπινο κινητικό σύστημα διαθέτει απεριόριστες λύσεις και δυνατότητες κίνησης. Ο πλεονασμός αυτός περιορίζεται από τις ιδιότητες του μυοσκελετικού συστήματος και τους νόμους της μηχανικής που ισχύουν στο περιβάλλον (βαρύτητα). Στο τελευταίο (5^{ο}) μέρος δίνονται πρακτικές οδηγίες και κατευθυντήριες αρχές σε ότι αφορά την αξιολόγηση της κινητικής ανάπτυξης και την εφαρμογή προγραμμάτων εκμάθησης κινητικών δεξιοτήτων.

6.1. Μηχανισμοί ελέγχου της κίνησης στις αναπτυξιακές ηλικίες

Η κίνηση, όσο απλή και αν φαίνεται στην εκτέλεση της, είναι το τελικό αποτέλεσμα πολύπλοκων και σύνθετων διεργασιών που προϋποθέτουν την συντονισμένη λειτουργία πολλών διαφορετικών υποσυστημάτων του

ανθρώπινου οργανισμού. Αρκεί να σκεφτεί κανείς ότι για να εκτελέσουμε ακόμα και την πιο απλή κίνηση, ο εγκέφαλος στέλνει χιλιάδες ηλεκτρικά σήματα προς τους μύες, οι οποίοι με την σειρά τους μέσω της σύσπασης τους προκαλούν την κίνηση των μελών. Η διαδικασία αυτή δεν είναι τυχαία, αλλά αντίθετα υπόκειται σε κανόνες λειτουργίας, οργάνωσης και συντονισμού και φαινόμενα τα οποία δεν έχουν καταγραφεί και εξηγηθεί πλήρως ακόμα.

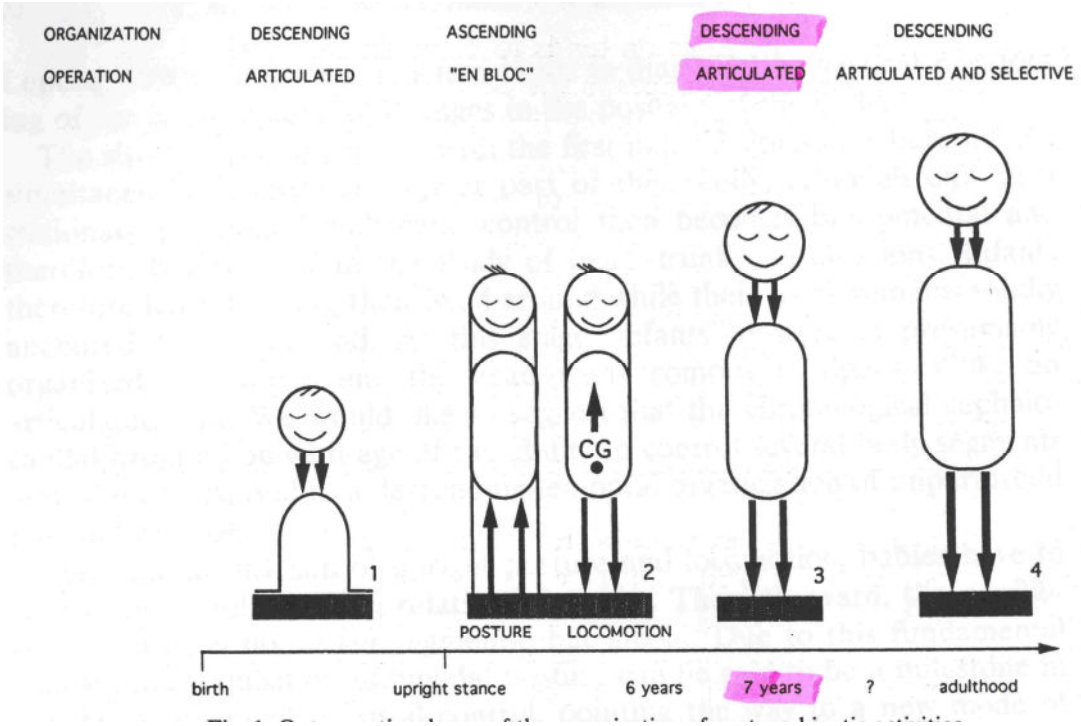
Τα βασικά συστήματα που συμμετέχουν στην σύνθεση, τον προγραμματισμό και την εκτέλεση της κίνησης είναι το αισθητηριακό ή αντιληπτικό, το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) και τέλος το μυοσκελετικό. Πολύ γενικά, τα σήματα που καταγράφονται από τα αισθητήρια όργανα και μας πληροφορούν σχετικά με την εκτέλεση της κίνησης, φτάνουν στον εγκέφαλο και στο ΚΝΣ μέσω κεντρομόλων οδών, εκεί συγκρίνονται με το σήμα αναφοράς το οποίο υπάρχει αποθηκευμένο στην κινητική μνήμη και εμπεριέχει πληροφορίες σχετικά με την σωστή κίνηση. Από την σύγκριση αυτή παράγεται ένα σήμα λάθους το οποίο και ενεργοποιεί τον μηχανισμό σχηματισμού των καινούργιων εντολών οι οποίες μέσω φυγόκεντρων οδών θα φτάσουν στους μύες για να εκτελεστεί η καινούργια κίνηση. Οι μηχανισμοί μέσα από τους οποίους επιτυγχάνεται αυτό είναι δύο. Στην πρώτη περίπτωση του κλειστού κυκλώματος, η διόρθωση της κίνησης γίνεται μέσω του μηχανισμού της αισθητηριακής ανατροφοδότησης (feedback) και στηρίζεται στην συνεχή ροή πληροφοριών από τα αισθητήρια όργανα προς το ΚΝΣ. Ο μηχανισμός αυτός είναι αργός και απαιτεί πολύ χρόνο για την διόρθωση της κίνησης. Στην δεύτερη περίπτωση του ανοιχτού κυκλώματος, οι πληροφορίες σχετικά με την εκτελούμενη κίνηση είναι εκ των προτέρων αποθηκευμένες στην μνήμη του εγκεφάλου και ανακαλούνται την κατάλληλη στιγμή προκειμένου να εκτελεστεί η κίνηση. Η χρήση του ανοιχτού κυκλώματος ή μηχανισμού πρόβλεψης της κίνησης (feed-forward) εξασφαλίζει πιο γρήγορη και άμεση ανταπόκριση στα κινητικά ερεθίσματα αλλά είναι συνάρτηση της κινητικής εμπειρίας και της μάθησης.

Στις αναπτυξιακές ηλικίες, τα διαφορετικά συστήματα (αισθητηριακό, κεντρικό νευρικό και μυοσκελετικό) που συμμετέχουν στην παραγωγή της κίνησης δεν αναπτύσσονται με τους ίδιους ρυθμούς. Για παράδειγμα, το ΚΝΣ και ειδικά η κινητική περιοχή του φλοιού ωριμάζει πολύ αργότερα σε σχέση με

τα άλλα συστήματα (αισθητηριακό-αντιληπτικό) με αποτέλεσμα τα παιδιά να εξαρτώνται άμεσα από την συνεχή ροή αισθητηριακών πληροφοριών από την περιφέρεια προς το κέντρο μέσω των αισθητηρίων οργάνων για την εκτέλεση της κίνησης. Τα παιδιά διαθέτουν περιορισμένη κινητική μνήμη ή εμπειρία και για τον λόγο αυτό στηρίζονται κατα κύριο λόγο στον μηχανισμό της ανατροφοδότησης για την εκτέλεση των κινήσεων τους. Όταν μία κινητική δεξιότητα είναι άγνωστη και βρίσκεται στα αρχικά στάδια εκμάθησης είναι αργή, αδέξια και προκαλεί κόπωση γιατί κατά την εκτέλεση της ενεργοποιούνται πολλοί περισσότεροι μύες ακόμα και αρθρώσεις από αυτούς που χρειάζονται πραγματικά για να επιτευχθεί το επιθυμητό κινητικό αποτέλεσμα και βέβαια κάτι τέτοιο συνεπάγεται κόστος σε μεταβολική ενέργεια. Μέσω της συστηματικής εξάσκησης μειώνεται η ανάγκη για έλεγχο της κίνησης μέσω της αισθητηριακής ανατροφοδότησης, εμπλουτίζεται η κινητική μνήμη, οι κινήσεις αυτοματοποιούνται. Στην περίπτωση αυτή, τα παιδιά αρχίζουν να χρησιμοποιούν εναλλακτικά και τον μηχανισμό της πρόβλεψης της κίνησης.

6.2.Ανάπτυξη δεξιοτήτων ισορροπίας και μετακίνησης

Ένα πολύ κλασσικό παράδειγμα που δείχνει την συμμετοχή αλλά και τον ρόλο των μηχανισμών ανατροφοδότησης και πρόβλεψης ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του παιδιού είναι ο έλεγχος της στάσης και της μετακίνησης. Στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων ισορροπίας και μετακίνησης, οι Assaiante και Amblard (1995) διακρίνουν 3 βασικά στάδια ανάπτυξης (Φιγ 7.1.)



Φιγούρα 7.1.: Γραφική απεικόνιση του τρόπου οργάνωσης και ανάπτυξης δεξιοτήτων ισορροπίας και μετακίνησης (Assainte & Amblard, 1995; Human Movementt Science, 14, pp.13 - 43)

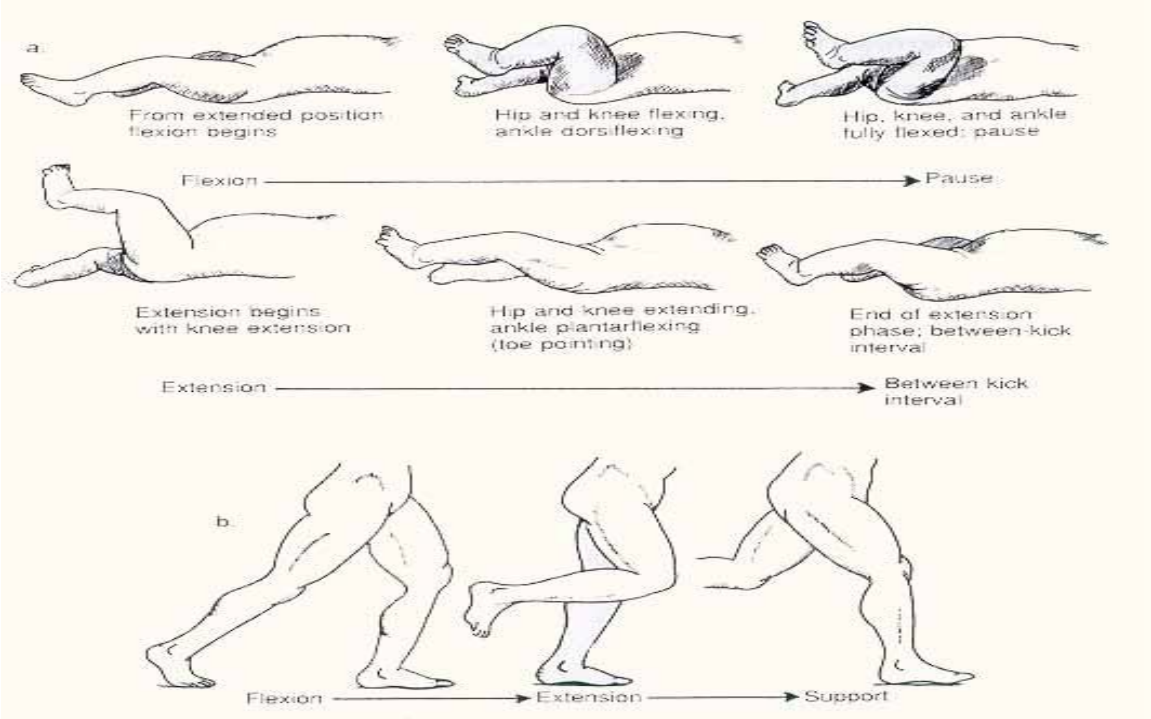
Στο 1^{ο} στάδιο, από την γέννηση μέχρι της ηλικία του ενός χρόνου στην οποία το παιδί μπορεί να στέκεται όρθιο χωρίς υποστήριξη, ο έλεγχος της στάσης γίνειται από πάνω (ΚΝΣ) προς τα κάτω (κάτω άκρα) με βάση τα έμφυτα κινητικά πρότυπα και αντανακλαστικά. Στο 2^{ο} στάδιο, το οποίο εκτείνεται από την ηλικία του ενός χρόνου μέχρι τα 6 χρόνια, το παιδί στηρίζεται στην αισθητηριακή ανατροφοδότηση και την μεταφορά πληροφοριών από την περιφέρεια (κάτω άκρα) προς το κέντρο (ΚΝΣ) προκειμένου να ελέγξει την στάση του (από κάτω προς τα πάνω οργάνωση). Κατά την βάδιση, οι αισθητηριακές πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τον έλεγχο του σώματος έρχονται από το ισχίο. Η όραση είναι επίσης μία πολύ σημαντική πηγή αισθητηριακών πληροφοριών για τον έλεγχο της στάσης και της μετακίνησης στην ηλικία αυτή. Η ηλικία από τα 6 ως τα 7 χρόνια αποτελεί ορόσημο για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων ισορροπίας

(Woollacott et al.,1988). Στην ηλικία αυτή το παιδί μαθαίνει να σταθεροποιεί το κεφάλι του σε σχέση με το περιβάλλον και είναι σε θέση να ελέγχει την στάση και την μετακίνηση του υιοθετώντας μία από πάνω (ΚΝΣ) προς τα κάτω (άκρα) οργάνωση, χρησιμοποιώντας δηλαδή τον μηχανισμό της πρόβλεψης (feedforward) και τις πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες στην κινητική του μνήμη. Σε αυτή την περίπτωση, έχει την ικανότητα να **προ-ενεργοποιεί** (μηχανισμός πρόβλεψης) του μυϊκό του σύστημα σε αναμονή μίας πιθανής διαταραχής της ισορροπίας του και να μην περιμένει απλά να **αντιδράσει** (μηχανισμός ανατροφοδότησης) στο εξωτερικό ερέθισμα. Από την ηλικία των 7 χρόνων και μέχρι την ενηλικίωση, το παιδί επιλέγει και χρησιμοποιεί εναλλακτικά τους μηχανισμούς της ανατροφοδότησης και της πρόβλεψης ανάλογα με τις συνθήκες εκτέλεσης της εκάστοτε δεξιότητας. Για παράδειγμα, έχει βρεθεί όιτ έφηβοι ηλικίας 11-13 χρόνων στηρίζονται στην όραση (μηχανισμός ανατροφοδότησης) για την εκτέλεση δεξιοτήτων στατικής ισορροπίας όπως είναι η άσκηση του «πελαργού» (Hatzitaki et al.,2003). Αντίθετα, για την εκτέλεση ασκήσεων δυναμικής ισορροπίας όπως είναι η γρήγορη κάμψη/έκταση ή προσαγωγή/απαγωγή του ισχίου με στήριξη στο ένα πόδι, σημαντική ρόλο παίζει η ικανότητα γρήγορης αντίδρασης και προ-ενεργοποίησης των μυών (μηχανισμός πρόβλεψης).

6.3. Αυτοοργάνωση, έμφυτα πρότυπα και ο ρόλος των ατομικών ικαντοτήτων

Οι παραδοσιακές θεωρίες (Gesell, 1954) υποστηρίζουν την άποψη ότι η κινητική ανάπτυξη στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στις αρχές της **αυτο-οργάνωσης** και τα έμφυτα κινητικά πρότυπα. Αυτό σημαίνει ότι από την μέρα της γέννησης ή ακόμα και πιο μπροστά, το κινητικό σύστημα υπακούει σε κάποιες αρχές συντονισμού που ελέγχουν την κίνηση. Οι πρώτες μορφές κίνησης που εμφανίζονται στο νήπιο είναι τα έμφυτα αντανακλαστικά τα οποία εκδηλώνονται συνήθως ως αντίδραση σε κάποιο εξωτερικό ερέθισμα. Για παράδειγμα, αν πιάσουμε το νήπιο και γείρουμε το σώμα του προς τα πίσω αυτό αντιδράει συγκρατώντας το κεφάλι ενάντια στην βαρύτητα (αντανακλαστικό του λαβύρινθου) ή αν γυρίσουμε το κεφάλι προς την μία πλευρά, αυτό εκτείνει το χέρι και πόδι της ομόλογης πλευράς και κάμπτει τα

άκρα της αντίθετης πλευράς (το ασύμμετρο αντανακλαστικό τόνου του αυχένα). Οι αυτόματες αυτές κινήσεις είναι απαραίτητες για την επιβίωση του νηπίου στους πρώτους μήνες της ζωής του. Υπάρχει επομένως κάποια πρόβλεψη από την ίδια την φύση για τον έλεγχο της κίνησης του νέου οργανισμού. Υπάρχουν και άλλα αντανακλαστικά που αναφέρονται στην στάση και στήριξη του σώματος ή στην μετακίνηση όπως για παράδειγμα το αντανακλαστικό του «μωρού» (The Moro reflex), το ασύμμετρο αντανακλαστικό τόνου του αυχένα, το αντανακλαστικό του λαβύρινθου και το αντανακλαστικό της βάδισης. Έχει



Φιγ 7.2.: Τα χωρο-χρονικά χαρακτηριστικά που χαρακτηρίζουν το αυθόρμητο λάκτισμα των νηπίων είναι παρόμοια με αυτά που παρατηρούνται κατά τις φάσεις της βάδισης και αποτελούν την βάση για την ανάπτυξη των κινητικών δεξιοτήτων (Thelen, Bradshaw & Ward,1981, Animal Behavior, 29(1), 3-11)

επίσης παρατηρηθεί ότι και οι αυθόρμητες κινήσεις που κάνουν τα νήπια με τα χέρια και τα πόδια τους και οι οποίες φαίνεται να είναι ανεξέλεγκτες δεν

είναι και τόσο τυχαίες (Thelen, Bradshaw & Ward,1981). Για παράδειγμα, οι κινήσεις των νηπίων που έχουν την μορφή λακτίσματος αποτελούνται από 4 διαδοχικές φάσεις οι οποίες έχουν τα ίδια χωρο-χρονικά χαρακτηριστικά με τις φάσεις του βαδίσματος (φιγ 6.2.). Οι φάσεις αυτές είναι: α) από την έκταση, στην κάμψη του γόνατος και του ισχίου και της ποδοκνημικής, β) στην συνέχεια μία μικρή παύση, γ) από την κάμψη στην έκταση και τέλος ένα μικρό διάλειμμα ανάμεσα σε δύο διαδοχικά λακτίσματα. Οι αντίστοιχες φάσεις στο περπάτημα είναι: α) από την έκταση στην κάμψη κατά την φάση της αιώρησης, β) στην συνέχεια μία παύση κατά την φάση της στήριξης ανάμεσα σε δύο διαδοχικά βήματα και μετά πάλι από την κάμψη στην έκταση. Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι κινήσεις αυτές αποτελούν την βάση για την ανάπτυξη των βασικών κινητικών δεξιοτήτων αργότερα ενώ διέπονται από υψηλό βαθμό ελέγχου και συντονισμού. Σε μία άλλη μελέτη η οποία εξέτασε την δυναμική της κίνησης των ποδιών στα νήπια βρέθηκε ότι τα μικρά είχαν την ικανότητα να συντονίζουν με τέτοιο τρόπο τις ενεργητικές και παθητικές δυνάμεις που παράγονται ως αποτέλεσμα της κίνησης τους, έτσι ώστε να εκμεταλλεύονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την αδράνεια της κίνησης και τις ελαστικές ιδιότητες των μυών (Thelen et al.,1992). Αποτέλεσμα αυτής της αυτο-οργάνωσης του συστήματος ελέγχου της κίνησης είναι το γεγονός ότι τα νήπια στο τέλος του 1ου χρόνου της ζωής τους είναι σε θέση να περπατούν χωρίς στήριξη, να πιάνουν ένα αντικείμενο ή και ακόμα να φέρνουν την τροφή στο στόμα.

Μελέτες που έγιναν αρκετά παλιά σε διδύμους υποστηρίζουν την άποψη ότι η ανάπτυξη προκαθορίζεται από το γονίδια και τις ατομικές ικανότητες, έχει καθολικό χαρακτήρα και ελάχιστα επηρεάζεται από τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος (Gesell, 1954; Shirley, 1931). Πιο συγκεκριμένα, ο McGraw και οι συνεργάτες του (1935), μελετώντας διδύμους στους οποίους ο ένας αδελφός δεχόταν κινητικά ερεθίσματα από το περιβάλλον και ο άλλος όχι, δεν παρατήρησαν διαφορές στα στάδια της κινητικής ανάπτυξης των δύο αδελφών. Η κριτική που έγινε πολλά χρόνια αργότερα από τον van Rossum (1987) ήταν ότι τα δύο αδέλφια δεν ήταν γνησιοδίδυμοι. Οι Gesell and Thompson (1929) έκαναν το παρακάτω πείραμα σε δύο γνησιοδίδυμες αδελφές. Η πρώτη εξασκήθηκε στο ανέβασμα της σκάλας, ενώ η άλλη αδελφή δεν έκανε τίποτα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η

μη-εξασκημένη αδερφή εκτέλεσε την δεξιότητα το ίδιο καλά και σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Η έντονη κριτική που ασκήθηκε σε αυτή την μελέτη ήταν το γεγονός ότι η εξάσκηση αφορούσε την παθητική μετακίνηση των μελών του κοριτσιού για το ανέβασμα της σκάλας ενώ η αδερφή της «μπουσουλούσε» ελεύθερα (Connolly & Jones, 1970; van Rossum, 1987). Είναι βέβαιο ότι η πληθώρα των κινητικών ερεθισμάτων που δέχεται ένα παιδί που κινείται ελεύθερα στο χώρο βοηθάει σημαντικά στην κινητική του ανάπτυξη. Στην επόμενη ενότητα εξηγείται αναλυτικά ο σημαντικός ρόλος του περιβάλλοντος στην εκμάθηση κινητικών δεξιοτήτων, άποψη η οποία υποστηρίζεται από τις σύγχρονες θεωρίες για την κινητική ανάπτυξη.

6.4. Ο ρόλος του περιβάλλοντος στην εκμάθηση κινητικών δεξιοτήτων

Τα ερεθίσματα που δέχεται ένα παιδί από το περιβάλλον στα πρώτα χρόνια της ζωής του παίζουν καθοριστικό ρόλο για την κινητική του ανάπτυξη. Η άποψη αυτή ενισχύεται από διαπολιτισμικές μελέτες οι οποίες εξέτασαν την κινητική ανάπτυξη παιδιών που μεγαλώνουν σε διαφορετικές κοινωνίες και πολιτισμούς. Οι Hopkins και Westra (1988) βρήκαν για παράδειγμα ότι τα παιδιά που μεγαλώνουν στις Δυτικές Ινδίες είναι κινητικά περισσότερο ανεπτυγμένα σε σχέση με τα παιδιά που ζουν σε μεγαλουπόλεις της Αγγλίας εξαιτίας των περισσότερων «ευκαιριών» που έχουν για κίνηση. Εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης και η πρόσφατη επιδημιολογική μελέτη των He, Mei, Jiang και συνεργατών (2001) η οποία έδειξε ότι σε μία φυλή της Βόρειας Κίνας στην οποία επικρατεί η συνήθεια να χρησιμοποιούν σακιά από άμμο αντί για πάνα στα βρέφη, τα παιδιά υπολείπονται σοβαρά σε ότι αφορά την κινητική τους ανάπτυξη και στο τέλος του 1^{ου} χρόνου της ζωής τους δεν έχουν ακόμα αναπτύξει την δεξιότητα της αυτόνομης όρθιας στάσης.

Με ποιο τρόπο όμως το περιβάλλον διαμορφώνει την κίνηση και καθορίζει την κινητική ανάπτυξη; Το ανθρώπινο σώμα διαθέτει περίπου 792 μύες οι οποίοι είναι οργανωμένοι γύρω από 100 αρθρώσεις, πολλοί περισσότεροι από όσους χρειάζονται για την εκτέλεση ακόμα και της πιο σύνθετης κίνησης. Υπάρχει επομένως ένας πλεονασμός μυών και αρθρώσεων ο οποίος από την μία πλευρά είναι θετικός γιατί παρέχει την δυνατότητα της εκτέλεσης μίας συγκεκριμένης κινητικής δεξιότητας με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους. Αυτή η ευελιξία στην χρησιμοποίηση

των μυών και των αρθρώσεων κάνει την κάθε εκτέλεση μίας κίνησης μοναδική. Από την άλλη πλευρά όμως δημιουργεί και πρόβλημα γιατί όταν μία κινητική δεξιότητα είναι άγνωστη και εκτελείται για πρώτη φορά, ενεργοποιούνται πολλοί περισσότεροι μύες ακόμα και αρθρώσεις από όσοι χρειάζονται πραγματικά για να επιτευχθεί το επιθυμητό κινητικό αποτέλεσμα και βέβαια κάτι τέτοιο συνεπάγεται κόστος σε μεταβολική ενέργεια. Είναι ανάγκη επομένως να βρεθεί ένα τρόπος να περιοριστούν οι απεριόριστες δυνατότητες κίνησης ή οι βαθμοί ελευθερίας που διαθέτει το κινητικό σύστημα μας για να γίνει η κίνηση πιο οικονομική. Αυτή είναι και η έννοια του συντονισμού σύμφωνα με τον ρώσο φυσιολόγο Bernstein (1967). Πώς όμως μπορούν να περιοριστούν οι περιττοί βαθμοί ελευθερίας που υπάρχουν στην κίνηση; Κατ' αρχήν, το ίδιο το περιβάλλον υπαγορεύει κάποιες λύσεις. Για παράδειγμα, ένας μυς μπορεί μα εφαρμόσει δύναμη στο οστό μόνο με την σύσπαση του (εφαρμόζοντας τάση), ενώ εφαρμόζει την μέγιστη δύναμη του σε ένα συγκεκριμένο μήκος το οποίο είναι και το ιδανικό.

Οι κινήσεις περιορίζονται επίσης από τους νόμους της μηχανικής που ισχύουν στο περιβάλλον στο οποίο κινούμαστε και κατά κύριο λόγο από την βαρύτητα. Για παράδειγμα, μπορεί κάποιος να κλωτσήσει ταυτόχρονα τα δύο πόδια όταν είναι ξαπλωμένος στο πάτωμα, αλλά δεν μπορεί να κάνει την ίδια κίνηση όταν είναι όρθιος. Τα παιδιά πρέπει να μάθουν να εκμεταλλεύονται σωστά την βαρύτητα και την αδράνεια και να αναπτύσσουν νέες κινητικές δεξιότητες οι οποίες θα στηρίζονται στην καλύτερη δυνατή εφαρμογή και εκμετάλλευση των αρχών της μηχανικής. Σύμφωνα με τον 1ο νόμο του Νεύτωνα, για να κινηθεί ένα αντικείμενο πρέπει πρώτα να εφαρμοστεί κάποια δύναμη πάνω σε αυτό. Έτσι, για να ρίξει κάποιος μία μπάλα μακριά, πρέπει να εφαρμόσει δύναμη σε αυτή. Μπορεί επίσης να μεγιστοποιήσει το αποτέλεσμα της κίνησης εφαρμόζοντας αυτή την δύναμη σε μεγαλύτερη απόσταση ή για περισσότερο χρόνο. Κατά την ρίψη κάποιου αντικειμένου, χρησιμοποιεί όλο το εύρος κίνησης που του επιτρέπουν οι αρθρώσεις. Κατά την εκμάθηση του άλματος σε μήκος πρέπει να τονίσουμε στα παιδιά πόσο σημαντικό είναι να εκτείνουν διαδοχικά όλες της αρθρώσεις του ποδιού κατά το πάτημα για να εκμεταλλευτούν όσο καλύτερα μπορούν την ώθηση που τους δίνει το έδαφος ως αντίδραση στην εφαρμογή δύναμης. Το ίδιο σημαντική είναι και η διαδοχική έκταση όλων των αρθρώσεων του άκρου κατά

την ρίψη της μπάλας για την μεγιστοποίηση της απόστασης. Καθώς τα παιδιά αναπτύσσονται αποκτούν την ικανότητα να μην κάνουν απλά μεμονωμένες κινήσεις των άκρων αλλά να χρησιμοποιούν την λεγόμενη ανοικτή κινητική αλυσίδα. Δηλαδή μαθαίνουν να εκτείνουν διαδοχικά τα αρθρώσεις από την κοντινή προς την πιο απομακρυσμένη μεταφέροντας σωστά την ενέργεια που παράγεται από τις μεγάλες μυϊκές ομάδες του κορμού προς τα άκρα και τελικά πάνω στην μπάλα.

6.5. Βασικές αρχές ανάπτυξης των κινητικών δεξιοτήτων

Διαχρονικές έρευνες στην κινητική ανάπτυξη έχουν δείξει ότι αν και λόγω της βιολογικής ανάπτυξης και της άσκησης τα παιδιά βελτιώνουν σταδιακά φυσικές ικανότητες όπως η ταχύτητα, η δύναμη, η ορμή της κίνησης τους , το γεγονός αυτό δεν συνοδεύεται απαραίτητα από καλύτερες επιδόσεις σε ήδη μαθημένες δεξιότητες (Haywood,1993). Αντίθετα, το καλύτερο επίπεδο των ικανοτήτων αυτών αποτελεί την προϋπόθεση για την εμφάνιση νέων, πιο σύνθετων μορφών κίνησης και για την απόκτηση καινούργιων δεξιοτήτων. Η κινητική ανάπτυξη επομένως δεν συνοδεύεται απαραίτητα από καλύτερες επιδόσεις, αλλά από την δυνατότητα καλύτερης αφομοίωσης και εκτέλεσης πιο σύνθετων μορφών κίνησης που απαιτούν υψηλότερο βαθμό συντονισμού. Δεν πρόκειται επομένως για μία συνεχή πορεία αλλά για μία διαδικασία που συνοδεύεται από ποιοτικές αλλαγές και στάδια μάθησης.

Οι ποιοτικές αλλαγές στην εξέλιξη μίας κινητικής δεξιότητας έχουν ασυνεχή χαρακτήρα, παρά το γεγονός ότι οι ικανότητες φυσικής κατάστασης όπως η δύναμη ή η ταχύτητα βελτιώνονται διαρκώς. Η αναγνώριση αυτών των ποιοτικών αλλαγών που συνοδεύουν την μετάβαση από το ένα στάδιο ανάπτυξης στο επόμενο γίνεται εύκολα από τον προπονητή ή γυμναστή. Με βάση τα παραπάνω, είναι σημαντικό κατά την εκμάθηση κινητικών δεξιοτήτων να δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη νέων πιο σύνθετων μορφών κίνησης και στην ποικιλία των μέσων και μορφών εξάσκησης και λιγότερο στην ποσοτικοποίηση της απόδοσης σε ήδη μαθημένες κινητικές δεξιότητες.

2.1.1 Περίληψη

Από τα πρώτα χρόνια της ζωής του ανθρώπου, το κινητικό σύστημα φαίνεται ότι στηρίζεται σε κάποιες αρχές αυτο-οργάνωσης. Στις αρχές αυτές αποδίδονται οι αντανακλαστικές κινήσεις του νηπίου στους πρώτους μήνες της ζωής του, οι οποίες όσο και αν φαίνονται τυχαίες, αποτελούν την βάση για την ανάπτυξη των βασικών κινητικών δεξιοτήτων. Η κίνηση είναι το αποτέλεσμα της συντονισμένης λειτουργίας πολλών διαφορετικών υποσυστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού τα οποία όμως στην παιδική ηλικία αναπτύσσονται με διαφορετικούς ρυθμούς. Στην αναπτυξιακή ηλικία, η εκμάθηση νέων κινητικών δεξιοτήτων στηρίζεται στην παροχή πληροφοριών μέσω των αισθητηρίων οργάνων γιατί τα παιδιά διαθέτουν περιορισμένη κινητική μνήμη. Μέσω της συστηματικής εξάσκησης μειώνεται η ανάγκη για έλεγχο της κίνησης μέσω της αισθητηριακής ανατροφοδότησης, εμπλουτίζεται η κινητική μνήμη, οι κινήσεις αυτοματοποιούνται. Όταν μία κινητική δεξιότητα είναι άγνωστη και εκτελείται για πρώτη φορά είναι αργή, αδέξια και προκαλεί κόπωση γιατί κατά την εκτέλεση της ενεργοποιούνται πολλοί περισσότεροι μύες ακόμα και αρθρώσεις από αυτούς που χρειάζονται πραγματικά για να επιτευχθεί το επιθυμητό κινητικό αποτέλεσμα και βέβαια κάτι τέτοιο συνεπάγεται κόστος σε μεταβολική ενέργεια. Οι απεριόριστες δυνατότητες κίνησης ή οι βαθμοί ελευθερίας που διαθέτει το κινητικό σύστημα περιορίζονται από τις αρχές και τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο εκτελείται η κίνηση. Η κινητική ανάπτυξη συνοδεύεται από την δυνατότητα καλύτερης αφομοίωσης και εκτέλεσης πιο σύνθετων μορφών κίνησης που απαιτούν υψηλότερο βαθμό συντονισμού

Λέξεις Κλειδιά: κινητική ανάπτυξη, παιδική ηλικία, συντονισμός κινήσεων

Βιβλιογραφία

Assaiante, C. & Amblard, B. (1995). An ontogenetic model for the sensorimotor organization of balance control in humans. *Human Movement Science, 14,* 13-43.

Bernstein, N. (1967). *The Co-ordination and Regulation of Movements*. Pergamon Press:Oxford.

Connolly K, Jones B. (1970). A developmental study of afferent-reafferent integration. *British Journal of Psychology*, May;61(2):259-66

Gallahue, D., Ozmun, J. (1998). *Understanding Motor Development – Infants,Children, Adolescents, Adults. (4th Edition). New York*: WCB/McGraw-Hill

Gesell A (1954) . Behavior patterns of fetal-infant and child; with evidences of innate growth factors. *Res Publ Assoc Res Nerv Ment Dis*. 33:114-26.

Haywood, K. (1993). *Life Span Motor Development (2nd Edition*). Illinois:Human Kinetic Publishers

Hatzitaki V., Zisi V, Kollias I, Kioumourtzoglou E. (2002). Perceptual-Motor Contributions to Static and Dynamic Balance Control in Children. *Journal of Motor Behavior,* 2002, 34(2): 161-170.

He M, Mei J, Jiang Z, Chen Q, Ma J, Dai J, Li M, Su Y, Lui SS, Yeung DL, Anderson

GH. (2001). Growth of infants during the first 18 months of life in urban and rural areas of southern China. *Journal of Pediatrics' Child Health*. Oct;37(5):456-64.

Hopkins B, Westra T.(1988). Maternal handling and motor development: an intracultural study. *Genetics Society and General Psychology Monographies.* Aug 114(3):377-408.

Kandel,E.,Schwartz,J.,Jessel,T.M.(1991). *Principles of Neural Science*. New York: Elsevier Science Publishing Inc.

Thelen, E., Bradshaw, Ward (1981). Kicking, rocking, waving: Contextual analysis of rhythmical stereotypies in normal human infants. *Animal Behavior*, 29(1), 3-11

Thelen,E.,Zernicke,R.,Schneider,K.,Jensen,J.,Kamm,K.,Corbetta,D. (1992). The role of intersegmental dynamics in infant neuromotor development. In G.E. Stelmach & J.Requin (Eds.) *Tutorials in Motor Behavior II* (pp.534-548). Amsterdam: North Holland

Woollacott MH, von Hosten C, Rosblad B.(1988). Relation between muscle response onset and body segmental movements during postural perturbations in humans *Experimental Brain Research*.72(3):593-604.

Κεφάλαιο 9	*Εξάσκηση συντονιστικών ικανοτήτων*

Χατζόπουλος Δημήτριος Ph.D. Διδάσκων Τ.Ε.Φ.Α.Α. Α.Π.Θ.

8. 1 Ορολογία

Ο όρος συντονιστικές ικανότητες καθιερώθηκε κυρίως από τις εργασίες των Hirtz (1985) και των Meinel και Schnabel (1987). Μέχρι τότε χρησιμοποιούνταν ο όρος επιδεξιότητα για να δηλώσει γενικά και αόριστα την ικανότητα της γρήγορης και αποτελεσματικής επίλυσης κινητικών προβλημάτων στον αθλητισμό (π.χ. κράτημα της μπάλας στον αέρα: τα λεγόμενα τσιλικάκια στο ποδόσφαιρο) αλλά και στην καθημερινή ζωή (απότομο φρενάρισμα κατά την οδήγηση ενός αυτοκινήτου). Ο όρος επιδεξιότητα χρησιμοποιούνταν και συνεχίζει να χρησιμοποιείται σε όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες: από τον ποδοσφαιριστή που “μιλά” στη μπάλα μέχρι τον χορευτή που εντυπωσιάζει με την αρμονία και τη χάρη των κινήσεών του. Εξαιτίας αυτής της γενικότητας και αοριστίας που διέπει τον ορισμό της επιδεξιότητας, ήταν προβληματικός ο καθορισμός συγκεκριμένων μεθόδων για την εξάσκηση και τη βελτίωσή της.

Για την επίλυση αυτού του προβλήματος, έγιναν πολλές εργασίες με στόχο τον καθορισμό των επιμέρους ικανοτήτων από τις οποίες αποτελείται η επιδεξιότητα. Όπως η φυσική κατάσταση ενός ατόμου καθορίζεται από τις φυσικές ικανότητες (δύναμη, ταχύτητα, αντοχή και ευκαμψία), έτσι και η επιδεξιότητα θεωρείται ότι αποτελείται από τις συντονιστικές ικανότητες (Σ.Ι.). Σύμφωνα με τους Meinel και Schnabel (1998), οι Σ.Ι. είναι κινητικές ικανότητες, οι οποίες καθορίζονται κυρίως από τις διαδικασίες καθοδήγησης και ρύθμισης των κινητικών δραστηριοτήτων. Με βάση τη θεωρία του σχήματος (Roth, 1987; Schmidt, 1975), οι σημαντικότερες διαδικασίες καθοδήγησης και ρύθμισης είναι: η πρόσληψη και επεξεργασία πληροφοριών μέσω αναλυτών, ο προγραμματισμός της κινητικής εκτέλεσης και η πρόβλεψη του αποτελέσματος, η παροχή ώσεων καθοδήγησης του νευρικού συστήματος (νεύρωση), η ανατροφοδότηση σε σχέση με το αποτέλεσμα της

κινητικής εκτέλεσης, η σύγκριση του αποτελέσματος με αυτό που είχε προγραμματιστεί και η παροχή ώσεων ρύθμισης (εντολές διόρθωσης) στους μύες (Martin et al., 1995).

Η διαφορά των φυσικών ικανοτήτων (Φ.Ι.) από τις Σ.Ι. είναι ότι οι Φ.Ι. καθορίζονται κυρίως από ενεργειακές διαδικασίες (εκτός από την ευκαμψία που φαντάζει να έχει προστεθεί κάπως αυθαίρετα στις Φ.Ι.). Αντίθετα, οι Σ.Ι. στηρίζονται στις προαναφερόμενες διαδικασίες καθοδήγησης και ρύθμισης της κίνησης (πρόσληψη πληροφοριών, προγραμματισμός κτλ.).

Οι διαδικασίες καθοδήγησης και ρύθμισης της κίνησης ακολουθούν τους ίδιους κανόνες σε όλους τους ανθρώπους. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι λαμβάνουν χώρα σε όλους τους ανθρώπους με την ίδια ταχύτητα, ακρίβεια και διαφοροποίηση (εκλεπτυσμό). Για παράδειγμα, ένας άνθρωπος που έχει ανεπτυγμένη την Σ.Ι. του ρυθμού μπορεί πολύ πιο εύκολα να εκτελέσει ρυθμικές κινήσεις σε σχέση με κάποιον άλλο στον οποίο οι αντίστοιχες καθοδηγητικές και ρυθμιστικές διαδικασίες δεν είναι το ίδιο ανεπτυγμένες. Ένα άλλο παράδειγμα αποτελεί η ικανότητα αντίδρασης, στην οποία τον καθοριστικό ρόλο παίζει η ταχύτητα με την οποία διαδραματίζονται οι διαδικασίες καθοδήγησης και ρύθμισης.

Η σχέση των Σ.Ι. με τις κινητικές δεξιότητες είναι ιδιαίτερα στενή. Ως κινητική δεξιότητα (τεχνική) ορίζεται μια δοκιμασμένη, σκόπιμη και αποτελεσματική κίνηση (ή σύνολο κινήσεων), η οποία εφαρμόζεται για την επίλυση ενός συγκεκριμένου αθλητικού προβλήματος (π.χ. σουτ στο μπάσκετ, Martin, Carl & Lehnertz, 1995). Το κοινό σημείο των κινητικών δεξιοτήτων και των Σ.Ι. είναι ότι και οι δυο στηρίζονται στις διαδικασίες καθοδήγησης και ρύθμισης της κίνησης. Η διαφορά τους έγκειται στο εύρος της χρησιμοποίησής τους. Η κινητική δεξιότητα αποτελεί μια σταθεροποιημένη, αυτοματοποιημένη και εξειδικευμένη κίνηση, η οποία παίζει το ρόλο του προτύπου (χρησιμοποιείται ως μοντέλο) για την επίλυση ενός μόνο συγκεκριμένου αθλητικού προβλήματος. Αντίθετα, μια Σ.Ι. θεωρείται ότι είναι απαραίτητη για την εκτέλεση πολλών κινητικών δεξιοτήτων (Hirtz, 1995). Ενώ λοιπόν μια κινητική δεξιότητα είναι συνδεδεμένη - σύμφωνα με την θεωρία σχήματος του Schmidt (1975) - με ένα συγκεκριμένο “πρόγραμμα”, μια συντονιστική ικανότητα δεν συνδέεται με κάποιο συγκεκριμένο “πρόγραμμα”,

αλλά αποτελεί προϋπόθεση για την αποτελεσματική εκτέλεση ενός μεγάλου αριθμού κινήσεων (προγραμμάτων, Rostock & Zimmermann, 1997). Για παράδειγμα, η ικανότητα αντίδρασης είναι απαραίτητη στον τερματοφύλακα που θέλει να αποκρούσει με πλάγια βουτιά (κινητική δεξιότητα) μια μπάλα που κατευθύνεται στην εστία του, αλλά είναι απαραίτητη και στον τενίστα που έχει κατέβει στο φιλέ και θέλει με βόλεϊ (συγκεκριμένη κινητική δεξιότητα στο τένις) να κατευθύνει την μπάλα στο αντίπαλο γήπεδο. Στο σημείο αυτό θα πρέπει επίσης να διευκρινιστεί, ότι για την εκτέλεση μιας κινητικής δεξιότητας είναι απαραίτητη η συμμετοχή πολλών Σ.Ι. Όσον αφορά στο ποια από τις συμμετέχουσες Σ.Ι. είναι σημαντικότερη για την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης κινητικής δεξιότητας αυτό εξαρτάται από το είδος της δεξιότητας και τις επικρατούσες συνθήκες εκτέλεσης.

Η σπουδαιότητα των Σ.Ι. έγκειται στο γεγονός ότι καθορίζουν:

- την ταχύτητα εκμάθησης και την ποιότητα εκτέλεσης των κινητικών δεξιοτήτων καθώς και
- την αποτελεσματική εκτέλεση των δεξιοτήτων σε μεταβαλλόμενες συνθήκες εκτέλεσης (Weineck, 1997). Για παράδειγμα, εκτέλεση της δεξιότητας του σουτ στο ποδόσφαιρο σε ξερό και σε βρεγμένο γήπεδο.

8. 2 Συντονιστικές ικανότητες

Οι προσπάθειες ανίχνευσης και συστηματοποίησης των συντονιστικών ικανοτήτων, οι οποίες θεωρείται ότι συνθέτουν την επιδεξιότητα, είναι πάρα πολλές. Οι ερευνητές καταλήγουν σε διαφορετικά μοντέλα ταξινόμησης των συντονιστικών ικανοτήτων ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιούν (επαγωγική ή/και απαγωγική), το επίπεδο επίδοσης (αρχάριοι-επαγγελματίες) ή/και το άθλημα στο οποίο απευθύνονται (Hirtz, 1994; Ljach, 1997; Meinel & Schnabel, 1998). Η επιλογή της παρουσίασης του μοντέλου των Meinel και Schnabel (1998), οφείλεται στο γεγονός ότι έχει κυριαρχήσει στη γερμανική βιβλιογραφία, στηρίζεται σε ένα μεγάλο πλήθος ερευνητικών δεδομένων, στηρίζεται στα βασικά κινητικά προβλήματα που συναντώνται στις βασικές καθημερινές και αθλητικές δραστηριότητες και προσφέρει συγκεκριμένες οδηγίες για την εξάσκησή τους.

Συγκεκριμένα, τα βασικά προβλήματα (ή οι απαιτήσεις) που συναντώνται σε δραστηριότητες της καθημερινής ζωής και του αθλητισμού είναι:

- Σε πολλές δραστηριότητες απαιτείται από τον ασκούμενο να εκτελεί κινήσεις με μεγάλη ακρίβεια για να μπορέσει να πετύχει το στόχο του (π.χ. για να δώσει ο ποδοσφαιριστής τα κατάλληλα φάλτσα στη μπάλα θα πρέπει να τη χτυπήσει σε συγκεκριμένο σημείο και με συγκεκριμένη δύναμη).
- Συχνά για την επίλυση κινητικών προβλημάτων απαιτείται ο συντονισμός της εκτέλεσης πολλών κινήσεων, είτε διαδοχικά (π.χ. μπάσιμο στο μπάσκετ) είτε ταυτόχρονα (π.χ. σουτ με το δεξί χέρι και κάλυψη της μπάλας με το αριστερό).
- Πολύ συχνά απαιτείται από τον ασκούμενο σε συγκεκριμένα ερεθίσματα να αντιδρά γρήγορα με την κατάλληλη κίνηση.
- Στο σύνολο των αθλητικών δραστηριοτήτων απαιτείται από τον ασκούμενο να αλλάζει τη θέση του και να τη συντονίζει σε σχέση με τη θέση των συμπαιχτών του, αντιπάλων του, τα όρια του γηπέδου ή/και κάποιου αντικειμένου (μπάλας).

- Σε πολλές δραστηριότητες απαιτείται η εκτέλεση κινήσεων σε διάφορες καταστάσεις ασταθούς ισορροπίας (π.χ. το μικρό παιδί στηριζόμενο στις μύτες των ποδιών του προσπαθεί να πιάσει ένα υπερυψωμένο αντικείμενο).
- Σε πλήθος καθημερινών και αθλητικών δραστηριοτήτων απαιτείται από τον ασκούμενο να προσαρμόζει τις κινήσεις του σε κάποιο ακουστικό (μουσική) ή οπτικό ρυθμικό ερέθισμα (όταν χρησιμοποιούμε τις σκάλες μιας πολυκατοικίας).
- Πολλές φορές απαιτείται από τον ασκούμενο να προσαρμόζει ή/και να αλλάζει τελείως την επιλεγόμενη κίνησή του εξαιτίας των συνεχώς μεταβαλλόμενων συνθηκών που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια κάποιας αθλητικής δραστηριότητας. Για παράδειγμα, στο ποδόσφαιρο ο παίχτης επέλεξε να κάνει σουτ αλλά λόγω της παρεμβολής κάποιου αντιπάλου δίνει τελικά πάσα.

Σε αντιστοιχία με τις παραπάνω βασικές απαιτήσεις-προβλήματα που εμφανίζονται στις καθημερινές και αθλητικές δραστηριότητες, οι Meinel και Schnabel (1998) πρότειναν ένα μοντέλο που περιλαμβάνει εφτά συντονιστικές ικανότητες: την ικανότητα διαφοροποίησης, σύζευξης, αντίδρασης, προσανατολισμού, ισορροπίας, τη ρυθμική ικανότητα και την ικανότητα μετατροπής.

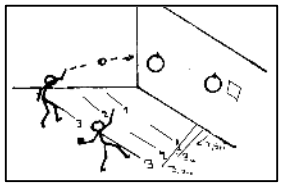
8.2.1 Ικανότητα διαφοροποίησης

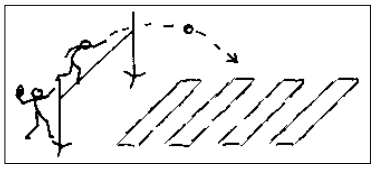
Ικανότητα διαφοροποίησης είναι η ικανότητα εκτέλεσης μιας κίνησης με σιγουριά, οικονομία και ακρίβεια, όπου τον καθοριστικό ρόλο διαδραματίζει η δοσολογία της δύναμης.

Η ικανότητα διαφοροποίησης είναι δύσκολο να εξασκηθεί μεμονωμένα γιατί είναι απαραίτητη για το σύνολο σχεδόν των αθλητικών και καθημερινών κινήσεων. Οι ασκήσεις με τις οποίες μπορεί να εξασκηθεί είναι:

- παιχνίδια (ζογκλερικά) με τη μπάλα. Ρίχνουμε τη μπάλα ψηλά, χτυπάμε ένα, δυο, τρία παλαμάκια και την ξαναπιάνουμε. Προσπαθούμε να διατηρήσουμε τη μπάλα στον αέρα χτυπώντας την με τα πόδια (τσιλικάκια στο ποδόσφαιρο), τα χέρια, τα γόνατα κτλ. Χρησιμοποιούμε μπάλες με διαφορετικό μέγεθος, βάρος και υλικό.

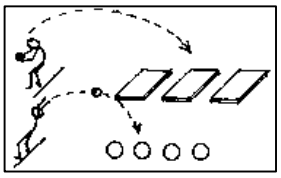
- Στόχευση με τα χέρια (σχ. 8.1) και λάκτισμα με τα πόδια σε ποικιλία στόχων (στρογγυλοί, τετράγωνοι, ψηλά, χαμηλά σχ. 8.4, με παρεμβολή εμποδίων σχ. 8.2) και με διαφορετικές μπάλες (μέγεθος, βάρος και υλικό). Στόχευση χωρίς οπτική επαφή με το στόχο (π.χ. με την πλάτη γυρισμένη σχ. 8.3)

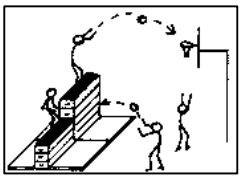




Σχ. 8.1. Στόχευση

Σχ. 8.2. Στόχευση με παρεμβολή εμποδίων

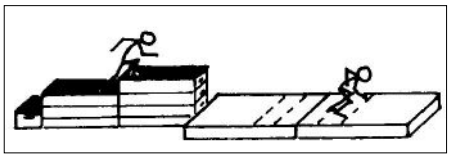




Σχ. 8.3. Με γυρισμένη πλάτη

Σχ. 8.4. Από διαφορετικά επίπεδα

- Άλματα και προσγείωση σε συγκεκριμένους στόχους. Η προσγείωση μπορεί να γίνεται στο ίδιο επίπεδο με το επίπεδο απογείωσης μπορεί όμως να βρίσκεται και χαμηλότερα (σχ. 8.5)



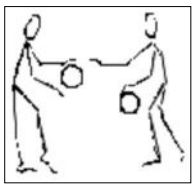
Σχ. 8.5. Άλματα με στόχο την προσγείωση σε συγκεκριμένες γραμμές

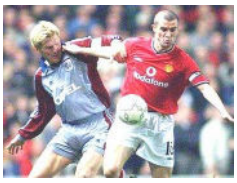
- Ασκήσεις σύσπασης και χαλάρωσης των μυών. Οι ασκήσεις αυτές συμβάλλουν στη βελτίωση της ικανότητας να ενεργοποιούνται μόνο οι μυς που απαιτούνται σε μια κίνηση (οικονομία).

8.2.2 Ικανότητα σύζευξης

Είναι η ικανότητα συντονισμού κινήσεων μελών του σώματος (κινήσεις των άκρων, του κορμού και του κεφαλιού) και επιμέρους κινήσεων, σε μια

σκόπιμη συνολική κίνηση. Για παράδειγμα, οι ποδοσφαιριστές συχνά χρησιμοποιούν τα χέρια τους για να κρατήσουν μακριά τους αντιπάλους τους και με τα πόδια προσπαθούν να διατηρήσουν την κατοχή της μπάλας (σχ. 6.7).

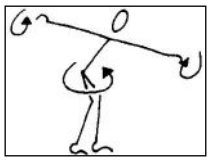


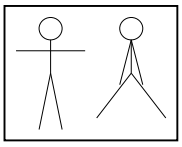


Σχ. 8.6. Τρίπλα χεριών σχ. 8.7. Ποδοσφαιριστές σχ. 8.8. Περιστροφές

Δυνατότητες εξάσκησης της ικανότητας σύζευξης αποτελούν όλες οι ασκήσεις στις οποίες εκτελούνται ταυτόχρονα διαφορετικές κινήσεις με διαφορετικά μέρη του σώματος. Οι συνδυασμοί που μπορούν να γίνουν είναι:

- Διαφορετική κίνηση με το δεξί χέρι και διαφορετική με το αριστερό. Π.χ. με το ένα χέρι τριπλάρουμε και με το άλλο προστατεύουμε τη μπάλα ή προσπαθούμε να την κλέψουμε από τους άλλους (σχ. 8.6). Ένα άλλο παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχ.6.8, όπου με λυγισμένο τον δεξί αγκώνα εκτελούμε στροφές αντίθετα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού και ταυτόχρονα με το αριστερό εκτελούμε στροφές σύμφωνα με τη φορά του ρολογιού.
- Συνδυασμός εκτέλεσης διαφορετικής κίνησης με τα χέρια και μιας επιπλέον κίνησης με κάποιο σημείο του σώματος (λεκάνη, κεφάλι κτλ.). Π.χ. με τη λεκάνη εκτελούμε στροφή δεξιά (ή αριστερή) και με τα χέρια εκτελούμε περιφορές μπροστά (ή πίσω, σχ. 8.9).
- Μια επιπλέον δυνατότητα εξάσκησης αποτελεί ο συνδυασμός κινήσεων χεριών και ποδιών. Π.χ. ο παλιάτσος (σχ. 6.10), όπου στην αρχή τα πόδια είναι στην προσοχή και τα χέρια στη διάταση και στη συνέχει με άλμα τα χέρια κλείνουν και τα πόδια βρίσκονται στη διάταση. Επίσης, τρέξιμο (πλάγια μετακίνηση, άλματα) πάνω από ράβδους (σχ. 6.11) με τα χέρια να εκτελούν ασυνήθιστες κινήσεις (περιφορές, συμμετρικά με τα πόδια κτλ).
-



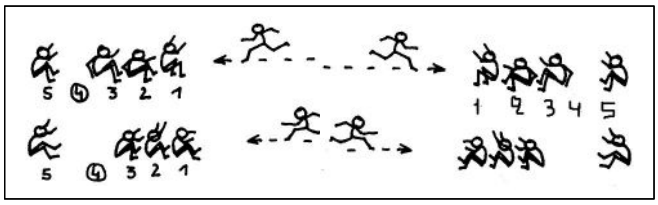


Σχ.8.9. Χέρια-λεκάνη Σχ.8.10. Παλιάτσος Σχ. 8.11 Μετακινήσεις με ασυνήθιστες κινήσεις χεριών

8.2.3 Ικανότητα αντίδρασης

Είναι η ικανότητα της γρήγορης αντίδρασης σε διάφορα ερεθίσματα. Τα ερεθίσματα μπορούν να είναι ακουστικά, οπτικά, αφής ή κιναίσθησης. Για παράδειγμα, για τους δρομείς είναι σημαντική η γρήγορη αντίδραση στο σήμα εκκίνησης του αφέτη, για τον ποδοσφαιριστή είναι σημαντικό να αντιδρά γρήγορα σε οπτικά ερεθίσματα (κινήσεις παιχτών ή/και μπάλας), για τους παλαιστές είναι σημαντικό να αντιδρούν γρήγορα σε ερεθίσματα αφής και κιναίσθησης (π.χ. πίεσης και έλξης).

Για την εξάσκηση της ικανότητας αντίδρασης ενδείκνυνται όλες οι μορφές παιχνιδιών με κυνηγητό, Οι αθλοπαιδιές (ποδόσφαιρο, μπάσκετ κτλ.) και μικρά παιχνίδια με μπάλες. Για παράδειγμα, «τα μήλα» όπου τα παιδιά προσπαθούν με μια μπάλα να χτυπήσουν τα παιδιά της αντίπαλης ομάδας.



σχ. 8.12. Εξάσκηση αντίδρασης με ακουστικό ερέθισμα

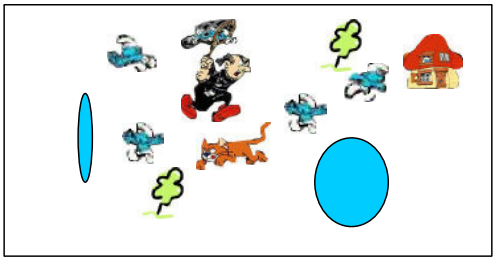
Παράδειγμα με ακουστικό ερέθισμα περιγράφεται στο σχ. 8.12: σε κάθε ασκούμενο αντιστοιχεί και ένα νούμερο. Οι ασκούμενοι που θα ακούσουν το νούμερό τους θα πρέπει να σηκωθούν και να τρέξουν στη θέση τους στην απέναντι πλευρά. Παράδειγμα με ακουστικό και οπτικό ερέθισμα ταυτόχρονα, αποτελεί το παιχνίδι «μαντηλάκι». Στο μαντηλάκι ο διοργανωτής κρατά στα χέρια του ένα μαντηλάκι και στέκεται ανάμεσα σε δυο ομάδες στις οποίες το κάθε παιδί έχει ένα νούμερο. Τα παιδιά κάθε ομάδας όταν ακούσουν το νούμερό τους θα πρέπει να τρέξουν γρήγορα να πάρουν το μαντηλάκι και να γυρίσουν στη θέση τους χωρίς να τους ακουμπήσει ο αντίπαλος.

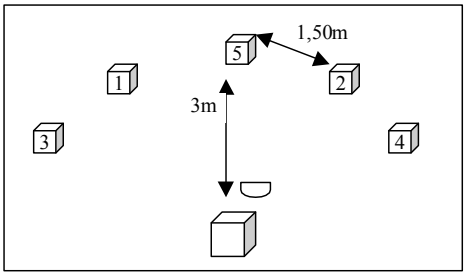
8.2.4.Ικανότητα προσανατολισμού

Είναι η ικανότητα κατάλληλης αλλαγής θέσης του σώματος σε σχέση με τα όρια ενός γηπέδου ή/και κινουμένων αντικειμένων (π.χ. παίχτες, μπάλα). Ο καλός επιθετικός στο ποδόσφαιρο θα πρέπει να γνωρίζει ακόμη και με γυρισμένη την πλάτη σε ποιο σημείο του γηπέδου βρίσκεται και που είναι η αντίπαλη εστία. Μια έκφανση της ικανότητας προσανατολισμού αποτελεί το λεγόμενο “Timing“ (π.χ. την κατάλληλη στιγμή να εκτελεστεί το άλμα για το καρφί στο βόλεϊ). Βασική μονάδα μέτρησης της ικανότητας προσανατολισμού είναι η ταχύτητα, η ορθότητα και η ακρίβεια του προσανατολισμού.

Για την εξάσκηση του προσανατολισμού ενδείκνυνται όλες οι μορφές κυνηγητού σε συγκεκριμένο χώρο όπου παρεμβάλλονται επιπλέον εμπόδια (π.χ. φανταστικές λίμνες, δέντρα κτλ.) τα οποία θα πρέπει να αποφευχθούν (σχ. 6.13. τα στρουμφάκια). Το ίδιο κατάλληλες είναι και οι αθλοπαιδιές όπου θα πρέπει οι ασκούμενοι να κινούνται στον κενό χώρο για να δεχτούν μια πάσα, να αποφεύγουν αντιπάλους κτλ.

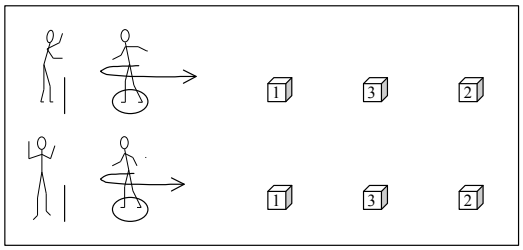
Μια άλλη μορφή εξάσκησης αποτελούν οι ασκήσεις, όπου ο ασκούμενος θα πρέπει να προσανατολιστεί και να κινηθεί γρήγορα προς το στόχο (Chatzopoulos, 2002). Για παράδειγμα, ο ασκούμενος είναι με γυρισμένη την πλάτη σε πέντε αριθμημένες κούτες (σχ. 8.14). Με το άκουσμα ενός αριθμού θα πρέπει να τρέξει γρήγορα εκεί και να επιστρέψει στην αρχική του θέση. Σημειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για να ακουμπήσει τρεις κούτες και να επιστρέψει στην αρχική του θέση. Το ίδιο και στο σχ. 8.15, μόνο που τώρα γίνεται με ανταγωνισμό. Επίσης, κατάλληλα είναι και τα παιχνίδια όπου το σημείο προσανατολισμού δεν είναι ακίνητο αλλά αλλάζει συνεχώς θέσεις (π.χ. κατά μήκος της πλάγιας γραμμής, βλ. σχ. 8.16: τα παιδιά είναι με γυρισμένη την πλάτη στο στόχο και με το άκουσμα της λέξης «λύκος» τρέχουν να βρουν το κρησφύγετο τους).

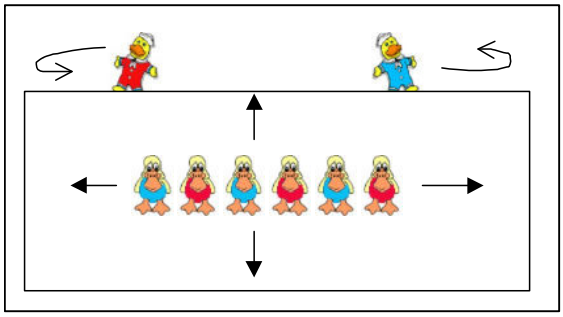




Σχ. 8.13. Στρουμφάκια

Σχ. 8.14. Βρες το νούμερο





Σχ. 8.15. Ανταγωνισμός κινούμενου στόχου

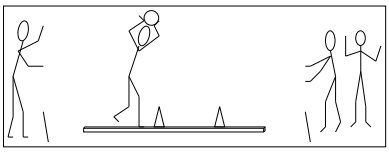
Σχ. 8.16. Αναζήτηση

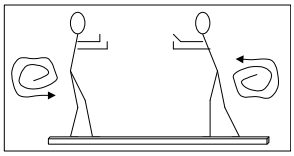
Μια άλλη μορφή εξάσκησης του προσανατολισμού στο χώρο αποτελούν οι ασκήσεις στις οποίες ο ασκούμενος αναγκάζεται να χάσει προσωρινά τον προσανατολισμό του (π.χ. με τα από περιστροφές στον κατακόρυφο άξονα ή κυβιστήσεις) και στη συνέχεια θα πρέπει και να κινηθεί προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση.

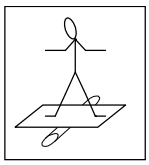
8.2.5 Ικανότητα ισορροπίας

Η ικανότητα ισορροπίας επιτρέπει τη διατήρηση ή/και επαναπόκτηση μορφών ισορροπίας, κατά τη διάρκεια ή/και μετά την εκτέλεση μιας κίνησης καθώς και σε ασταθή σημεία στήριξης. Διακρίνεται σε δυναμική (διατήρηση ή/και επαναπόκτησή της κατά τη διάρκεια μιας κίνησης ή μετά την εκτέλεσή της), στατική (ικανότητα να διατηρεί το σώμα την ισορροπία του στηριζόμενο σε διάφορα σημεία του, π.χ. στο ένα πόδι) και ισορροπία αντικειμένων σε διάφορα σημεία του σώματος (π.χ. ισορροπία μιας ράβδου ή μπάλας σε ένα δάχτυλο).

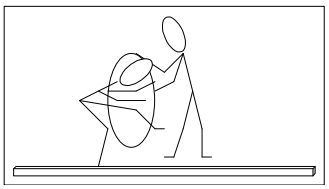
Στοιχεία μέτρησης της ισορροπίας είναι η διάρκεια διατήρησής της σε ασταθής συνθήκες καθώς και η ταχύτητα και η ποιότητα επαναπόκτησής της. Παραδείγματα για την εξάσκησή της παρουσιάζονται στα σχήματα 17-21.

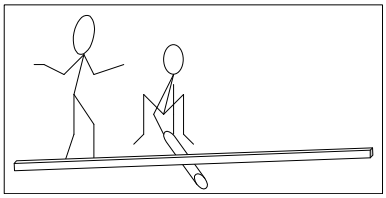






Σχ. 8.17. Πέρασμα εμποδίων Σχ. 8.18. Τεστ αστροναυτών Σχ. 8.19 Ασταθής επιφάνεια





Σχ. 8.20. Πέρασμα από στεφάνι Σχ. 8.21. Ισορροπία σε κεκλιμένο επίπεδο

Στο σχ. 8.18 (τεστ των αστροναυτών), οι ασκούμενοι εκτελούν τρεις στροφές γύρω από τον κατακόρυφο άξονά τους και μετά προσπαθούν να ακουμπήσουν τις παλάμες τους (Χατζόπουλος και συν., 2003).

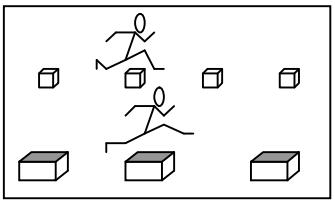
Όσον αφορά στην αύξηση του βαθμού δυσκολίας των ασκήσεων ισορροπίας, προτείνεται η εξάσκηση της ισορροπίας στα μικρά παιδιά να γίνεται στην αρχή με ασκήσεις στήριξης στο ένα πόδι, βάδισμα σε ταινία κτλ. Στη συνέχεια προτείνεται η χρήση σταθερών οργάνων (π.χ. δοκός ισορροπίας), στην αρχή σε χαμηλό ύψος και μεγάλη επιφάνεια ισορροπίας, και στη συνέχεια σε μεγαλύτερο ύψος. Σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχουν

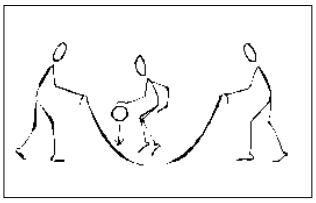
στρώματα προτείνεται από τον Kosel (1998) για την αποφυγή τραυματισμών, η απόσταση της δοκού από το έδαφος να μην υπερβαίνει τα 50 εκ. Ως επόμενο επίπεδο δυσκολίας για τις μικρές ηλικίες προτείνεται η εξάσκηση της ισορροπίας σε κεκλιμένες επιφάνειες (σχ. 8.21) και τέλος σε ταλαντευόμενες επιφάνειες (σχ. 8.19, Chatzopoulos et al., 2002).

8.2.6 Ρυθμική ικανότητα

Η ρυθμική ικανότητα χαρακτηρίζει την εκμάθηση, αποθήκευση και παρουσίαση συγκεκριμένων χρονικών και δυναμικών δομών των κινήσεων. Είναι η ικανότητα η οποία επιτρέπει την προσαρμογή των κινήσεων σε εξωτερικά ή εσωτερικά ρυθμικά ερεθίσματα.

Για την εξάσκηση της ρυθμικής ικανότητας προτείνεται εκτός από ακουστικά ερεθίσματα (π.χ. χορός) να χρησιμοποιούνται και οπτικά ερεθίσματα (Chatzopoulos, 2003). Για παράδειγμα, ο ασκούμενος διανύει μια απόσταση όσο πιο γρήγορα μπορεί περνώντας πάνω από εμπόδια (σχ. 8.22, ή πατώντας μέσα σε στεφάνια). Επίσης, για την εξάσκηση της μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σχοινάκια (σχ. 8.23 και 8.24).





Σχ. 8.22. πέρασμα εμποδίων τρίπλα

Σχ. 8.23. Σχοινάκι

Σχ. 8.24. Σχοινάκι με

8.2.7 Ικανότητα μετατροπής

Η ικανότητα μετατροπής αποτελεί τη βάση για την γρήγορη προσαρμογή ή και αλλαγή του κινητικού προγράμματος σε καινούρια δεδομένα. Στηρίζεται στην ταχύτητα και ακρίβεια της αντίληψης των μεταβαλλόμενων συνθηκών και στο ρεπερτόριο των κινήσεων που γνωρίζει κάποιος. Έχει άμεση σχέση με την ικανότητα προσανατολισμού και αντίδρασης.

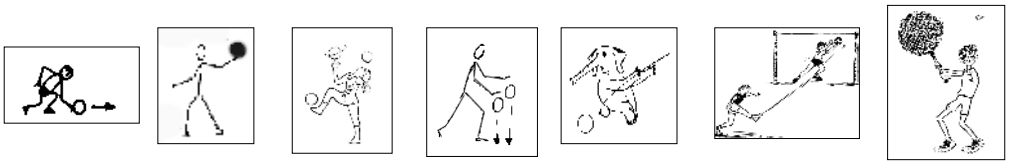
Ο καλύτερος τρόπος για την εξάσκησή της είναι οι αθλοπαιδιές όπου λόγω των κινήσεων των αντιπάλων και των συμπαιχτών ο ασκούμενος αναγκάζεται συχνά να αλλάζει τις προαποφασισμένες κινήσεις του.

8.3 Βασική αρχή εξάσκησης των συντονιστικών ικανοτήτων

Η βασική αρχή εξάσκησης των συντονιστικών ικανοτήτων περιγράφεται από την ισότητα (Roth, 1998):

Εξάσκηση συντονισμού = Εκτέλεση γνωστών δεξιοτήτων + Ποικιλία εκτέλεσης

Ο όρος «εκτέλεση γνωστών κινήσεων» σημαίνει ότι για την εξάσκηση των Σ.Ι. θα πρέπει να χρησιμοποιούνται κινήσεις τις οποίες κατέχουν τα παιδιά. Για αυτό το λόγο στις μικρές ηλικίες (7-8 ετών) προτείνεται η εξάσκηση των Σ.Ι. να πραγματοποιείται με τις ακόλουθες βασικές δεξιότητες: τρέξιμο, άλμα οριζόντιο/κατακόρυφο, πλάγια μετακίνηση, καλπασμός (κίνηση όπως τα αλογάκια), skipping, αναπηδήσεις (κουτσό) και απλές κινήσεις χεριών (περιφορές, ανάταση, διάταση, πρόταση κτλ.). Οι προαναφερόμενες δεξιότητες θεωρείται ότι στην ηλικία των 7-8 ετών ότι είναι ήδη γνωστές στα παιδιά. Στο διάστημα όπου τα παιδιά εξασκούν τις Σ.Ι. με τις βασικές δεξιότητες, θα πρέπει ταυτόχρονα να μαθαίνουν και τις ακόλουθες βασικές δεξιότητες με μπάλα: ρολάρισμα, ρίψη, έλεγχος τρίπλα, υποδοχή με τα χέρια, λάκτισμα και χτύπημα με ρακέτα (σχ. 8.25, Kroeger & Roth, 1999). Οι δεξιότητες με την μπάλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξάσκηση των Σ.Ι. μόνο όταν τα παιδιά τις έχουν μάθει σε ένα ικανοποιητικό βαθμό.



Ρολάρισμα ρίψη έλεγχος τρίπλα υποδοχή λάκτισμα ρακέτα

Σχ. 8.25. Βασικές δεξιότητες με μπάλα

Σε σχέση με τον όρο “ποικιλία εκτέλεσης” αυτή μπορεί να επιτευχθεί μεταβάλλοντας τους παρακάτω παράγοντες (Neumaier & Mechling, 1995):

- Εναλλαγή πηγών πληροφόρησης. Η υποδοχή και η επεξεργασία οπτικών, κιναισθητικών κτλ. πληροφοριών, είναι πολύ σημαντική για την εκτέλεση και καθοδήγηση της κίνησης. Για παράδειγμα, στο ποδόσφαιρο έχει

ιδιαίτερη σημασία η ανάλυση των οπτικών πληροφοριών. Αυτό όμως δε σημαίνει, ότι θα πρέπει να παραμελήσουμε και την ευαισθητοποίηση του αθλητή μας σε πληροφορίες, οι οποίες προέρχονται και από τους πληροφοριοδότες της κιναίσθησης και της αφής (π.χ. οι αμυντικοί στο ποδόσφαιρο αποζητούν την επαφή με το σώμα του αντίπαλου για να πληροφορούνται ανά πάσα στιγμή που βρίσκεται). Με τον περιορισμό των πληροφοριών που προέρχονται από τα μάτια (π.χ. με ειδικά γυαλιά, χαμηλό φωτισμό, εκτυφλωτικό φωτισμό κτλ.) ή τον πλήρη αποκλεισμό τους (π.χ. κλείσιμο ματιών), δίνεται η δυνατότητα να συμπεριληφθούν σκόπιμα στην εξάσκηση και οι πληροφορίες από τον κιναισθητικό αναλυτή, της αφής αλλά και της ακοής.

- Μεταβολή (αύξηση ή μείωση) της ταχύτητας εκτέλεσης της κίνησης.
- Αύξηση ή ελάττωση των απαιτήσεων σχετικά με την ακρίβεια εκτέλεσης της κίνησης. Στις ασκήσεις αυτές διακρίνουμε δυο κατηγορίες: την απαίτηση για ακριβή εκτέλεση της κίνησης και την απαίτηση για ακρίβεια στην επίτευξη του (π.χ. με την εναλλαγή μεγάλων, μικρών στόχων κτλ.).
- Μεταβολή της πολυπλοκότητας της κίνησης. Στις ασκήσεις αυτής της μορφής προσθέτουμε στη βασική κίνηση και άλλες κινήσεις τις οποίες πρέπει να εκτελεί ο ασκούμενος τη μια πίσω από την άλλη ή και ταυτόχρονα με τη βασική κίνηση (π.χ. τριπλάρουμε με μια μπάλα του μπάσκετ και ταυτόχρονα την καλύπτουμε με το άλλο χέρι).
- Μεταβολή των συνθηκών του γηπέδου ή/και αντιπάλων. Στις περιπτώσεις αυτές εκτελούνται οι κινήσεις σε διαφορετικά γήπεδα (βρεγμένα, ξερά, μικρά, κτλ.) ή/και με διαφορετικούς συμπαίκτες/αντιπάλους (ή μεταβολή του αριθμού τους).
- Μεταβαλλόμενες συνθήκες ψυχοσωματικής κούρασης. Ο ασκούμενος εκτελεί την κίνηση μετά από μεγάλες επιβαρύνσεις των φυσικών ικανοτήτων του.

Οι παραπάνω μεθοδικές δυνατότητες μεταβολής των συνθηκών εκτέλεσης μπορούν να εφαρμοστούν και σε συνδυασμό μεταξύ τους. Π.χ. αύξηση της ταχύτητας εκτέλεσης της κίνησης με ταυτόχρονη αύξηση της απαίτησης για ακρίβεια στο στόχο.

Από την ανάγνωση της βασικής αρχής εξάσκησης των Σ.Ι., δημιουργείται η εύλογη απορία μήπως τελικά η εξάσκηση των Σ.Ι. είναι ταυτόσημη με την εξάσκηση των κινητικών δεξιοτήτων. Για την εξακρίβωση των διαφορών μεταξύ τους ακολουθούν λίγα λόγια για την εξάσκηση της τεχνικής (κινητική δεξιότητα) και η διαφορά της με την εξάσκηση των Σ.Ι.

8.4 Διαφορές μεταξύ της εξάσκησης της τεχνικής και των Σ.Ι.

Σύμφωνα με τους Meinel και Schabel (1998), διακρίνονται τρία στάδια κατά την εξάσκηση της τεχνικής:

- Πρώτο στάδιο: ανάπτυξη αδρών συντονιστικών κινήσεων όσον αφορά στην τεχνική κίνηση (κινητική δεξιότητα)
- Δεύτερο στάδιο: ανάπτυξη λεπτών συντονιστικών κινήσεων της κινητικής δεξιότητας.
- Τρίτο στάδιο: σταθεροποίηση και εφαρμογή της τεχνικής κίνησης σε διάφορες (μεταβαλλόμενες) συνθήκες παιχνιδιού.

Στο τρίτο στάδιο, το βασικό χαρακτηριστικό της εξάσκησης είναι ότι η κινητική δεξιότητα εξασκείται σε διάφορες συνθήκες (Roth, 1998a). Η ίδια όμως αρχή εφαρμόζεται και στην εξάσκηση των Σ.Ι. Άρα το τρίτο στάδιο εξάσκησης της τεχνικής πληροί και τις προϋποθέσεις εξάσκησης των Σ.Ι., οπότε δεν υπάρχει καμία διαφορά μεταξύ τους. Το πρώτο και το δεύτερο στάδιο όμως της εξάσκησης της τεχνικής δεν πληροί την αρχή της εξάσκησης των Σ.Ι., σύμφωνα με την οποία για να εξασκηθούν τα μέγιστα οι Σ.Ι θα πρέπει οι ασκούμενοι να κατέχουν καλά την χρησιμοποιούμενη κινητική δεξιότητα (τρίτο στάδιο τεχνικής). Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι στο πρώτο και στο δεύτερο στάδιο της τεχνικής δεν εξασκούνται καθόλου οι Σ.Ι. Κάθε φορά που μαθαίνεται μια καινούρια δεξιότητα υπάρχει και εξάσκηση των Σ.Ι. Απλά, η εξάσκηση των Σ.Ι. φτάνει στο μέγιστό της όταν οι δεξιότητες που χρησιμοποιούνται είναι γνωστές (Roth, 1998b).

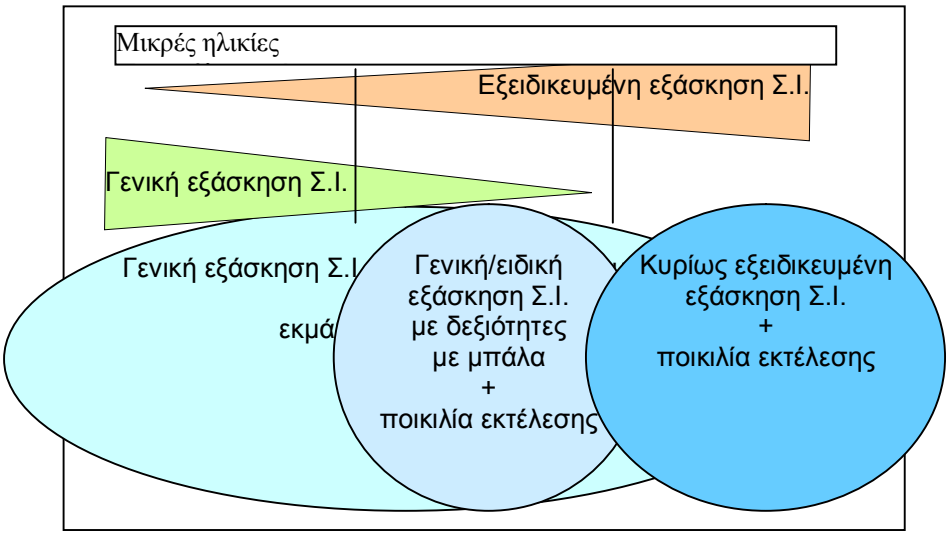
Το κομμάτι εκείνο της εξάσκησης των Σ.Ι. που γίνεται με τη βοήθεια δεξιοτήτων του αθλήματος με το οποίο ασχολείται ο ασκούμενος (και είναι ταυτόσημο με το τρίτο στάδιο της τεχνικής) ονομάζεται εξειδικευμένη εξάσκηση Σ.Ι. Σε αυτό το στάδιο χρησιμοποιούνται οι δεξιότητες του αθλήματος που είναι γνωστές στους αθλητές και εκτελούνται μεταβάλλοντας

τους παράγοντες που περιγράφτηκαν παραπάνω (π.χ. μεταβολή ταχύτητας της δεξιότητας, σε βρεγμένα γήπεδα κτλ.).

Η απαίτηση για αποκλειστικά εξειδικευμένη εξάσκηση των Σ.Ι. και η ταυτοποίησή της με την εξάσκηση της τεχνικής έγινε τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερα έντονη (Rostock & Zimmermann, 1997). Το αίτημα αυτό, στηρίζεται στο γεγονός ότι σε πολλές έρευνες δεν εμφανίστηκαν διαφορές μεταξύ των φοιτητών Φ.Α. και επαγγελματίες αθλητές σε «ουδέτερες δεξιότητες» (π.χ. μέτρηση της ικανότητας αντίδρασης με το πάτημα ενός κουμπιού σε οπτικό ερέθισμα). Αντίθετα, εμφανίζονταν διαφορές στην εκτέλεση των δεξιοτήτων με τις οποίες ασχολούνταν οι αθλητές στο άθλημά τους. Σε αυτές τις δεξιότητες οι αθλητές παρουσίαζαν καλύτερα αποτελέσματα (Mechling, 1999). Στηριζόμενοι σε αυτά τα ευρήματα, πολλοί συγγραφείς θεωρούν ότι θα πρέπει να γίνεται μόνο εξειδικευμένη εξάσκηση δεξιοτήτων και ότι μια γενική εξάσκηση Σ.Ι. (έτσι όπως αυτή περιγράφτηκε με βάση το μοντέλο των Meinel και Schnabel, 1998) είναι άσκοπη (Schnabel, 1997). Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να αναφερθεί ότι με τον όρο “γενική εξάσκηση Σ.Ι.” εννοούμε, την εξάσκηση των εφτά Σ.Ι. (ισορροπία, αντίδραση κτλ.) με δεξιότητες ξένες προς το άθλημα του ασκούμενου.

Στην διαμάχη μεταξύ εξειδικευμένης και γενικής εξάσκησης των Σ.Ι., η άποψη του συγγραφέα είναι, ότι η γενική εξάσκηση των Σ.Ι. - έτσι όπως περιγράφτηκε με βάση το μοντέλο των Meinel και Schnabel (1998) - είναι απαραίτητη κατά την παιδική ηλικία για την πολύπλευρη και καλύτερη ανάπτυξη των διαδικασιών καθοδήγησης και ρύθμισης της κίνησης. Η αποκλειστική εξάσκηση των Σ.Ι. των παιδιών μόνο με δεξιότητες του αθλήματός τους, εμπεριέχει τον κίνδυνο της μονόπλευρης και περιορισμένης ανάπτυξης αυτών των διαδικασιών. Σύμφωνα με τον Hirtz (1995), όσο πλησιάζει ο ασκούμενος στις ηλικίες του πρωταθλητισμού, τόσο περισσότερο θα πρέπει να μειώνεται το ποσοστό της γενικής εξάσκησης των Σ.Ι. προς όφελος της ειδικής εξάσκησής τους (σχ. 8.26). Στον πρωταθλητισμό θα πρέπει να χρησιμοποιούνται κυρίως δεξιότητες του αθλήματος και να εξασκούνται με βάση τους παράγοντες που αναφέρθηκαν για τη δημιουργία ποικιλίας εκτέλεσης της κίνησης (αύξηση της ταχύτητας, ακρίβειας, πολυπλοκότητας κτλ.). Ακόμη όμως και στην περίοδο του πρωταθλητισμού προτείνεται να μην εξαλειφθεί τελείως η γενική εξάσκηση των Σ.Ι (Neumaier,

2001). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η επιτυχημένη κοινή πρακτική πολλών σφαιροβόλων, οι οποίοι για να βελτιώσουν την ισορροπία που τους χρειάζεται, συμπεριλαμβάνουν στο πρόγραμμά τους όχι μόνο εξειδικευμένες ασκήσεις ισορροπίας (π.χ. στήριξη στο ένα πόδι, διάφορες μορφές γλιστρήματος κτλ.), αλλά και ένα μικρό ποσοστό από διάφορες ασκήσεις ισορροπίας που δεν έχουν σχέση με το άθλημα (π.χ. ισορροπία σε ταλαντευόμενη επιφάνεια, βλ. σχ. 8.19).



Σχ. 8.26. Πρόταση μακροχρόνιας εξάσκησης των Σ.Ι.

7.5 Τοποθέτηση της εξάσκησης Σ.Ι. σε μια προπονητική μονάδα και στον ετήσιο προγραμματισμό

Στο θέμα της θέσης της εξάσκησης των Σ.Ι. σε μια προπονητική ομάδα ήταν αδύνατο να βρεθούν ερευνητικά δεδομένα. Με βάση τη λογική ότι θα πρέπει να είναι ξεκούραστος ο οργανισμός για την εξάσκηση των Σ.Ι., προτείνεται στις μικρές ηλικίες να γίνεται η εξάσκησή τους αμέσως μετά την προθέρμανση και με διάρκεια περίπου 6΄-12΄ σε μια προπονητική μονάδα διάρκειας 70΄-80΄ λεπτών. Η διάρκεια των 6΄-12΄ αιτιολογείται με βάση το σκεπτικό, ότι η εξάσκησή των Σ.Ι. κουράζει γρήγορα τα παιδιά αφού απαιτείται να είναι απόλυτα συγκεντρωμένα σε αυτό που κάνουν (Zimmer & Cicurs, 1995), αλλά και γιατί συνήθως οι κινήσεις εκτελούνται με μεγάλη ταχύτητα. Γι΄ αυτό το λόγο, προτείνεται να υπάρχει μεταξύ των επαναλήψεων ένα μικρό διάλειμμα.

Ένας άλλος καθοριστικός παράγοντας για τη διάρκεια της εξάσκησης των Σ.Ι. είναι σίγουρα και το επίπεδο της φυσικής κατάστασης των αθλουμένων. Όσο καλύτερο το επίπεδο τόσο μεγαλύτερη μπορεί να είναι και η διάρκεια.

Για τον πρωταθλητισμό όμως διατυπώνεται και η άποψη, ότι θα πρέπει να γίνεται εξάσκηση των Σ.Ι. και μετά από ψυχοσωματική κούραση (αυτό άλλωστε αναφέρθηκε και στις μεταβαλλόμενες συνθήκες εκτέλεσης), άρα σε αυτή την περίπτωση δεν είναι απαραίτητο να μπει αμέσως μετά την προθέρμανση (Olivier, 1997). Η πρόταση του συγγραφέα είναι, ότι σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να προέχει η προστασία των αθλητών από τυχόν τραυματισμούς λόγω της κούρασης και της εσφαλμένης εκτέλεσης των δεξιοτήτων. Για αυτό το λόγο, προτείνεται στις περιπτώσεις αυτές, η εξάσκηση να διαρκεί τόσο, όσο το ποσοστό των ορθών και των λανθασμένων εκτελέσεων των δεξιοτήτων κυμαίνεται στο 1:1. Όταν η κούραση είναι μεγάλη και αυξάνεται το ποσοστό των λανθασμένων εκτελέσεων σε βάρος των ορθών, τότε προτείνεται να σταματά η εξάσκηση για την προστασία των αθλητών.

Σε σχέση με το πόσες φορές την εβδομάδα θα πρέπει να γίνεται η εξάσκηση δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα. Η άποψη του Neumaier (2001) είναι, ότι είναι προτιμότερο να γίνεται σε πολλές προπονητικές μονάδες, από το να γίνεται μια φορά την εβδομάδα και σε μεγάλη έκταση. Οι παραπάνω απόψεις - σε σχέση με τη θέση και τη διάρκεια εξάσκησης των Σ.Ι. σε μια προπονητική μονάδα - θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερη επιφυλακτικότητα, αφού στηρίζονται αποκλειστικά και μόνο σε λογικά επιχειρήματα και όχι σε ερευνητικά δεδομένα.

Βιβλιογραφία

Chatzopoulos, D. (2002). Schulung der Orientierungsfaehigkeit in der Grundschule. *Betrifft Sport*, 25(2), 16-21.

Chatzopoulos, D. Georgiou, M. & Kofterou A. (2002). Gleichgewichtschulung in der Grundschule. *Sportpraxis*, 43(6), 10-12.

Chatzopoulos, D. (2003). Measurement and practising of rhythmic ability with visual stimuli for elementary school children. *British Journal of Physical Education*. In print.

Hirtz, P. (1985). *Koordinative Faehigkeiten im Schulsport*. Berlin: Volk und Wissen.

Hirtz, P. (1994). Motorische Handlungskompetenz als Funktion motorischer Faehigkeiten. In P. Hirtz, G. Kirchner, R. Poehlmann (Hrsg.), *Sportmotorik, Psychomotorik in Forschung und Praxis*, Band 22, 117-147. GH Kassel.

Hirtz, P. (1995). Di Komponente Koordination. *Koerpererziehung*, 45(3), 102-106.

Kosel, A. (1998). *Schulung der Bewegungskoordination*. Schorndorf: Hofmann.

Kroeger, C. & Roth, K. (1999). *Ballschule. Ein ABC fuer Spielanfaenger*. Schorndorf: Hofmann.

Ljach, W. (1997). Bernstein und die Forschungen zur Bewegungskoordination in Russland. In P. Hirtz, F. Nueske (Hrsg.). *Bewegungskoordination und sportliche Leistung integrativ betrachtet*, 33-41. Hamburg.

Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1995). Handbuch Trainingslehre. Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Κ. Ταξιλδάρης, *Εγχειρίδιο Προπονητικής*. Κομοτηνή: ΑΛΦΑΒΗΤΟ.

Meinel, K. & Schnabel, G. (1987). *Bewegungslehre*. Berlin: Sportverlag.

Meinel, K. & Schnabel, G. (Hrsg.) (1998). *Bewegungslehre – Sportmotorik*. Berlin: Sportverlag.

Mechling, H. (1999). Fähigkeit – Fertigkeit: Generalitaet versus Spezifitaet im Technicktraining. In J. Wiemeyer, *Techniktraining im Sport*, 31-46. Darmstadt: IFS/TUD.

Neumaier, A. (2001). *Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining*. Koeln: Sport und Buch Strauss.

Neumaier, A. & Mechling, H. (1995). Allgemeines oder sportartspezifisches Koordinationstraining? *Leistungssport*, 25(5), 14-18.

Olivier, N. (1997). Soll das motorische Gleichgewicht faehigkeits- oder fertigkeitsspezifisch trainiert werden? In P. Hirtz & F. Nueske, *Bewegungskoordination und sportliche Leistung integrativ betrachtet*, 187-191. Dvs- Band 87. Hamburg: Czwalina.

Rostock, J. & Zimmermann, K. (1997). Koordinationstraining zwischen Generalität und Spezifitaet. *Leistungssport*, 27(4), 28-30.

Roth, K. (1987). Koordination – Koordinative Faehigkeiten. In H. Eberspaecher, H. (Hrsg.), *Handlexikon Sportwissenschaft*, 191-199. Reinbek.

Roth, K. (1998a). Wie lehrt man schwierige geschlossene Fertigkeiten? In Bielefelder Sportpaedagogen, *Methoden im Sportunterricht*, 27-46. Schorndorf: Hofmann.

Roth, K. (1998b). Wie verbessert man die Koordinativen Faehigkeiten? In Bielefelder Sportpaedagogen, *Methoden im Sportunterricht*, 85-102. Schorndorf: Hofmann.

Schmidt, R. (1975). A schema theory of discrete motor skill-learning. *Psychological Review*, 82(4), 225-260.

Schabel, G. (1997). Trainingswissenschaft: Leistung – Training – Wettkampf. Berlin: Sportverlag.

Weineck, J. (1997). *Optimales Training*. Balingen: Spitta Verlag.

Zimmer, R. & Cicurs, H. (1995). *Psychomotorik*. Schorndorf: Hofmann.

Καμπάς, Α. & Χατζόπουλος, Δ. (2003). Εξέλιξη των επιδόσεων των συναρμοστικών ικανοτήτων. Στο Α. Καμπάς, *Συναρμοστικές Ικανότητες: ανάπτυξη και προπόνηση*, 45-60. Θεσ/νικη: University Studio Press.

Χατζόπουλος, Δ., Κοφτερού, Α., Γεωργίου, Μ. (2003). Παιχνίδια για την εξάσκηση της ισορροπίας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. *Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό*, 1(2), 176-183.

Κεφάλαιο 11	Βασικές αρχές διδασκαλίας στην κινητική μάθηση

Γιώργος Τζέτζης Ph.D. Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΕΦΑΑ/ΑΠΘ

Η επιστημονική μέθοδος είναι ένα σίγουρο μέσο απόκτησης πληροφοριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μια σταθερή βάση για την λήψη διδακτικών αποφάσεων
Magill (1993)

Αποτελεσματική διδασκαλία

Η αποτελεσματική διδασκαλία επιβεβαιώνει ότι εφαρμόζεται ένα μάθημα που καλλιεργεί την δημιουργικότητα και γίνεται με την σωστή σειρά. Ο σχεδιασμός μιας αποτελεσματικής παρουσίασης του μαθήματος περιλαμβάνει την προετοιμασία του πριν την αρχή του (Anderson 1982). Ένας σημαντικός λόγος που επιβάλλεται ο σχεδιασμός του μαθήματος είναι ώστε να εξασφαλιστεί ότι η διδασκαλία θα έχει ως αποτέλεσμα την μάθηση. Εάν οι μαθητές δεν καθοδηγούνται σωστά επέρχεται μικρό ποσοστό μάθησης των κινητικών δεξιοτήτων και το μαθησιακό αποτέλεσμα είναι μικρό.

Δεξιότητες

Δεξιότητα είναι η ικανότητα που έχει κάποιος ώστε να πετύχει ένα τελικό αποτέλεσμα με τη μεγαλύτερη δυνατή σιγουριά και τη λιγότερη κατανάλωση χρόνου και ενέργειας. Οι ικανότητες του ανθρώπου που είναι συγκεκριμένου τύπου και αριθμού για όλους τους ανθρώπους αλλά διαφορετικού επιπέδου ανάπτυξης στηρίζουν την εκτέλεση των κινητικών δεξιοτήτων. Οι δεξιότητες περιλαμβάνουν την επίτευξη ενός καλά καθορισμένου σκοπού κατά περίσταση όπου μεγιστοποιείται η σιγουριά της επιτυχίας, ελαχιστοποιείται η φυσική και πνευματική κατανάλωση ενέργειας στην εκτέλεση και ελαχιστοποιείται ο χρόνος που απαιτείται. Οι δεξιότητες κατηγοριοποιούνται σε ανοικτές και κλειστές ανάλογα με το εάν το περιβάλλον παραμένει ασταθές και απρόβλεπτο ή σταθερό και προβλεπόμενο αντίστοιχα. Ένας άλλος τύπος κατηγοριοποίησης είναι σε διακεκομμένες (μικρής χρονικής διάρκειας), διαδοχικές (μεσαίας χρονικής διάρκειας) και συνεχείς (μεγάλης χρονικής διάρκειας),

και ο τελευταίος διαχωρισμός είναι σε κινητικές και γνωστικές ανάλογα με την συμμετοχή των κινητικών ή γνωστικών ικανοτήτων αντίστοιχα (Schmidt 1975).

Χρόνος Αντίδρασης, τύποι και μέτρηση

Από τα πρώτα στάδια της επιστημονικής μέτρησης των ανθρώπινων κινήσεων χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές μέτρησης για την ανάλυση των ψυχολογικών διαδικασιών που διενεργούνται από το νευρικό και μυϊκό σύστημα του ανθρώπου με σκοπό να μετρήσουν την εγκυρότητα των μοντέλων κινητικού ελέγχου. Οι τύποι των μετρήσεων μπορούν να διαχωριστούν σε δύο βασικές κατηγορίες: α) τις μετρήσεις αποτελέσματος σύμφωνα με την αξιολόγηση του αποτελέσματος της κίνησης σε σχέση με κάποιο στόχο και β) τις μετρήσεις διαδικασίας δηλαδή τον τρόπο εκτέλεσης της κίνησης. Οι τεχνικές μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν για να μετρήσουν τα αρχικά αντανακλαστικά μοντέλα του κινητικού ελέγχου χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για να μετρήσουν το αποτέλεσμα της εκτέλεσης που παρατηρήθηκε αφού επέδρασαν μια ή περισσότερες πειραματικές μεταβλητές. Η μέτρηση του χρόνου ή ο συγχρονισμός και η διάρκεια των γνωστικών διαδικασιών που συμμετέχουν στον σχεδιασμό των μη αυτοματοποιημένων κινήσεων έχουν μελετηθεί εκτεταμένα από ένα μεγάλο αριθμό ερευνητών χρησιμοποιώντας διαφορετικές τεχνικές μέτρησης του χρόνου αντίδρασης (RT). Σε αυτήν την απλή μορφή ο RT ορίστηκε ως ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της παρουσίασης ενός ερεθίσματος (όπως ένα φως ή ένα ακουστικό ερέθισμα) και της έναρξης της απάντησης. Μπορεί να χρησιμεύσει σε ένα άθλημα και να καθορίσει πόσο γρήγορα ένας σπρίντερ απαντά στον εναρκτήριο πυροβολισμό του αφέτη και ξεκινά την κίνησή του από τον βατήρα, ή τον χρόνο που χρειάζεται ένας παίκτης του μπάσκετ για να εντοπίσει έναν αμαρκάριστο συμπαίκτη του και να αρχίσει την κίνηση της πάσας. Παρότι και οι δύο αυτές οι κινήσεις περιλαμβάνουν τον χρόνο αντίδρασης, μας παρέχουν με διαφορετικού τύπου πληροφορίες σχετικά με την διαδικασία λήψης της απόφασης. Χρόνος Αντίδρασης Απλός, Επιλογής και Διάκρισης. Το πρώτο παράδειγμα περιγράφει μια κατάσταση που συμμετέχει ο απλός χρόνος αντίδρασης επειδή ο σπρίντερ απαντά όταν παρουσιάζεται ένα ερέθισμα, δηλαδή ο εναρκτήριος πυροβολισμός του αφέτη. Αντίθετα στο παράδειγμα του καλαθοσφαιριστή συμμετέχει ο χρόνος αντίδρασης με επιλογή επειδή ο αθλητής έχει μια πληθώρα από πιθανές ενέργειες. Η απόφασή του εξαρτάται από την εξέλιξη της φάσεως και μπορεί να αποφασίσει αν θα κάνει την πάσα σε κάποιον συμπαίκτη του με πολλούς όμως πιθανούς αποδέκτες της πάσας ή

αν θα αποφασίσει να τρέξει ο ίδιος με την μπάλα. Ένας τρίτος τύπος χρόνου αντίδρασης που συμμετέχει σε παρόμοιες καταστάσεις ονομάζεται χρόνος αντίδρασης διάκρισης. Αντί να απαιτείται μια συγκεκριμένη απάντηση σε κάθε συγκεκριμένο ερέθισμα όπως στην προηγούμενη περίπτωση σε μια κατάσταση που απαιτείται ο χρόνος αντίδρασης διάκρισης αυτός που εκτελεί πρέπει να απαντήσει σε ένα μόνο από τα ερεθίσματα που παρουσιάζονται. (Ο προπονητής έχει καθοδηγήσει τον πασαδόρο να πασάρει σε ένα μόνο συγκεκριμένο παραλήπτη ακόμα και αν πολλοί άλλοι είναι ελεύθεροι.). Η μέτρηση των λαθών της απόδοσης είναι μια τακτική που χρησιμοποιείται κυρίως από διδάσκοντες που θέλουν να αξιολογήσουν την ικανότητα κάποιου να εκτελέσει μια συγκεκριμένη δεξιότητα, ή πόσο γρήγορα βελτιώνεται στη μάθηση μιας νέας δεξιότητας. Έτσι μια γρήγορη μέτρηση του μέσου όρου των χαμένων χτυπημάτων της μπάλας μιας ομάδας baseball δίνει στον προπονητή σημαντικές πληροφορίες που θα τον βοηθήσουν στην οργάνωση της επόμενης προπόνησης. Οι ερευνητές επίσης χρησιμοποιούν διαφορετικούς τύπους λάθους προκειμένου να καθορίσουν εάν ο στόχος της κίνησης έχει τελικά επιτευχθεί. Για παράδειγμα, πέτυχε ο αθλητής να πετύχει την μπάλα; ή εκτέλεσε την κινητική ακολουθία με την σωστή σειρά; Επίσης, για να εξηγήσουμε πώς μια συγκεκριμένη κίνηση εκτελέστηκε, συγκεκριμένα σκορ λαθών διαφορετικού τύπου μπορούν να μας βοηθήσουν να καταλάβουμε γιατί δεν εκτελέστηκε η κίνηση με πλήρη επιτυχία. Για παράδειγμα, συγκεκριμένα λάθη απόδοσης μας πληροφορούν εάν οι αθλητές υπερ-εκτίμησαν ή υπο-εκτίμησαν τον στόχο και πόσο σταθερότητα παρουσίασαν σε συνεχόμενες προσπάθειες.

Κινητική μάθηση και η μέτρησή της

Κινητική μάθηση είναι μια ομάδα από διαδικασίες που σχετίζονται με την πρακτική ή την εμπειρία και που οδηγούν σε σχετικά μόνιμες αλλαγές της ικανότητας για δεξιοτεχνική απόδοση (Magill 1998). Κάτι που θα πρέπει να τονιστεί είναι ότι όταν αναφερόμαστε στη μάθηση κυρίως αναφερόμαστε σε σχετικά μόνιμες αλλαγές και όχι παροδικές. Η βελτιωμένη απόδοση θα πρέπει να διατηρείται για κάποιο χρονικό διάστημα να υπάρχει σταθερότητα της απόδοσης δηλαδή κάθε φορά σχεδόν να φαίνεται η βελτιωμένη απόδοση. Η μέτρηση της μάθησης θα πρέπει να φαίνεται με τεστ διατήρησης της απόδοσης δηλαδή η μέτρηση της απόδοσης μετά από κάποιο χρονικό διάστημα έτσι ώστε να διαπιστωθεί εάν οι επιδράσεις της εξάσκησης είναι σχετικά μόνιμες, γεγονός που καθορίζει το ποσοστό της μάθησης.

Μεταφορά μάθησης

Πολλές δεξιότητες μοιάζουν μεταξύ τους και η μεταφορά της μάθησης από μια δεξιότητα μπορεί να βοηθήσει στην μάθηση μιας άλλης δεξιότητας. Η μεταφορά μάθησης μπορεί να γίνει από δεξιότητα σε δεξιότητα, από μέλος σε μέλος από μια κατάσταση (π.χ. προπόνηση) σε μια άλλη (π.χ. στον αγώνα). Το σημαντικό όφελος από την μεταφορά μάθησης είναι ότι σώζεται χρόνος γιατί η ήδη μαθημένη δεξιότητα βοηθά στην μάθηση της νέας δεξιότητας (Alard & Starkes 1980, Allard, Graham & Paarsalu 1980). Η φιλοσοφία που κρύβεται πίσω από την μεταφορά μάθησης είναι ότι η βελτιωμένη απόδοση κατά την εξάσκηση πρέπει να μεταφέρεται και στον αγώνα. Είναι γεγονός ότι όσο περισσότερο μοιάζει η προπόνηση με τον αγώνα τόσο θετικότερη είναι η μεταφορά. Άρα ένας κανόνας που θα πρέπει να υπάρχει είναι ότι η προπόνηση θα πρέπει να περιλαμβάνει ασκήσεις παιγνιώδους μορφής και άλλες καταστάσεις ακόμα και στις πιο σταθερές συνθήκες (π.χ ελεύθερη βολή) μπορούν να αλλάξουν οι συνθήκες (π.χ. η κούραση, ο αριθμός των βολών) έτσι ώστε να προσομοιάζονται οι πραγματικές συνθήκες.

Οργάνωση εξάσκησης

Πολλές φορές η ανάγκη δημιουργίας ενός νέου κινητικού προτύπου (νέας κίνησης) και όχι η αυτοματοποιημένη επανάληψη μιας παλιάς επιφέρει μια σύνδεση της σχέσης ερεθίσματος-απάντησης με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η μάθηση (Helsen & Starks 1999). Σε αυτό στηρίζεται η θεωρία της τυχαίας εξάσκησης (σε αντίθεση με την ομαδοποιημένη) κατά την οποία τα περιεχόμενα (ασκήσεις) παρουσιάζονται με τυχαία σειρά και η ανάγκη επαναδημιουργίας των απαντήσεων βοηθά στην με νόημα μάθηση. Πώς όμως δημιουργούνται οι νέες κινήσεις όταν αυτές δεν έχουν εκτελεστεί ποτέ με τις ίδιες παραμέτρους (απόστασης, ταχύτητας κλπ); Η θεωρία της σταθερής και μεταβαλλόμενης εξάσκησης προτείνει ότι όταν η εξάσκηση γίνεται με μεταβαλλόμενες παραμέτρους (μεταβαλλόμενη εξάσκηση σε αντίθεση με την σταθερή) τότε δημιουργείται ένα αποτελεσματικό σχήμα που συσχετίζει τις διάφορες παραμέτρους της κίνησης με τα αντίστοιχα αποτελέσματά τους. Συνοψίζοντας τις δύο παραπάνω θεωρίες μπορούμε να πούμε ότι η τυχαία εξάσκηση μπορεί να περιλαμβάνει δεξιότητες από διαφορετικές κατηγορίες ενώ η μεταβαλλόμενη εξάσκηση περιλαμβάνει εκδοχές μιας και μόνο κατηγορίας. Η τυχαία και η ομαδοποιημένη εξάσκηση περιλαμβάνουν και οι δύο αρκετές διαφορετικές

δεξιότητες αλλά με διαφορετική σειρά παρουσίασης. Η μεταβαλλόμενη και ης σταθερή εξάσκηση περιλαμβάνουν διαφορετικές εμπειρίες εξάσκηση μέσα στην ίδια κατηγορία κινήσεων. Η τυχαία εξάσκηση βελτιώνει την μάθηση δημιουργώντας νέες απαντήσεις ή κάνοντας ξεχωριστή και σημαντική την κάθε κίνησης ενώ η μεταβαλλόμενη εξάσκηση δημιουργεί πιο αποτελεσματικά σχήματα. Ίσως η χρήση της μιας ή της άλλης μεθόδου οφείλεται στο στάδιο μάθησης των ασκούμενων. Δηλαδή, στα πρώτα στάδια η σταθερή και η ομαδοποιημένη εξάσκηση είναι πιο αποτελεσματικές ενώ στα προχωρημένα στάδια όταν συνδυάζεται η μεταβαλλόμενη και η τυχαία εξάσκηση βοηθά περισσότερο στη μάθηση και επίσης προσομοιάζει και τις πραγματικές συνθήκες οι οποίες ποτέ δεν είναι επαναλαμβανόμενες.

Ανατροφοδότηση

Για να κάνετε την εξάσκηση αποτελεσματική, παρουσιάστε ασκήσεις που να ταιριάζουν στο επίπεδο ανάπτυξης των μαθητών. Παρέχετε τις σωστές οδηγίες, με το σωστό τρόπο, και χρησιμοποιήστε την επίδειξη μοντέλου για την αποτελεσματικότερη μάθηση νέων δεξιοτήτων. Προσεγγίστε την ιδέα της διδασκαλίας έχοντας υπόψη ότι πρέπει να είναι προσαρμόσιμη και εξατομικευμένη στις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών μιας τάξης.

Η ανατροφοδότηση που παρέχεται στους ασκούμενους από μια εξωτερική πηγή (προπονητής, βίντεο) έχει σαν σκοπό να συμπληρώσει, ή να προσθέσει στις πληροφορίες που είναι ήδη διαθέσιμες στον ασκούμενο από τις εσωτερικές αισθητήριες πηγές του (Adams 1971). Η πρόσθετη ανατροφοδότηση μπορεί να δοθεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους (προφορικά, με γραφικές παραστάσεις κλπ) και μπορεί να δοθεί ταυτόχρονα με την κίνηση, αμέσως μετά, ή μετά από κάποιο χρονικό διάστημα (Poteau 1998).

Η γνώση του αποτελέσματος (KR) και της απόδοσης (KP). Οι πληροφορίες που δίνονται σχετικά με το αποτέλεσμα της κίνησης είναι η γνώση του αποτελέσματος (KR) και οι πληροφορίες που δίνονται σχετικά με την ποιότητα εκτέλεσης της κίνησης είναι η γνώση της απόδοσης (KP). Το αν είναι προτιμότερο να δίνεται ένας τύπος πληροφοριών ή και οι δύο εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του ασκούμενου (πχ. επίπεδο μάθησης, προηγούμενη εμπειρία κ.α.) και την φύση της δεξιότητας που πρόκειται να μαθευτεί (πόσο σύνθετη είναι).

Πληροφορίες σχετικά με τα κινηματικά ή/και κινητικά χαρακτηριστικά της κίνησης είναι πληροφορίες σχετικά με το τι να κάνει στις επόμενες προσπάθειες ενώ

η πιο παραδοσιακή μέθοδος παροχής KR είναι πληροφορίες για το τι να *μην* κάνει στην επόμενη προσπάθεια. Η χρησιμότητα αυτού του τύπου ανατροφοδότησης δείχνει να μειώνεται όσο αυξάνονται οι βαθμοί ελευθερίας των κινήσεων.

Η βιοανατροφοδότηση. Η χρήση των πρόσθετων αισθητήριων πληροφοριών ή της βιοανατροφοδότησης αποδείχθηκε ότι είναι μια σημαντική τεχνική κυρίως στις κλινικές περιπτώσεις επειδή μεταφέρει πληροφορίες στους ασθενείς για γεγονότα ή συνθήκες που δεν μπορούν να παρατηρηθούν (μέγεθος της δραστηριοποίησης του μυός, ένταση της δύναμης, μετακίνηση του μέλους). Αυτός ο τύπος ανατροφοδότησης δίνει πληροφορίες που είναι πιο σχετικές και ακριβείς από αυτές που μπορεί να δώσει ο φυσιοθεραπευτής.

Η υπόθεση «καθοδήγησης». Σε πρόσφατες έρευνες σχετικά με την ιδανική ποσότητα παροχής ανατροφοδότησης έχει βρεθεί ότι ‘‘το περισσότερο δεν είναι και το καλύτερο’’. Παρ’ ότι η αρχική απόδοση βελτιώνεται όταν μετά από κάθε προσπάθεια ακολουθεί και ανατροφοδότηση, όταν αυτό σταματήσει μειώνεται η βελτιωμένη απόδοση και η διατήρηση. Σύμφωνα με την υπόθεση της καθοδήγησης αν και η συχνή ανατροφοδότηση οδηγεί στην βελτίωση της απόδοσης πολύ γρήγορα αυτό το γεγονός οδηγεί στην αυξημένη εξάρτηση σε αυτή την εξωτερική πηγή πληροφόρησης. Αντίθετα, η ανατροφοδότηση χαμηλής συχνότητας αναπτύσσει διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων και αντίληψη της δυναμικής των κινήσεων και έχει σαν αποτέλεσμα την καλύτερη διατήρηση των για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Η συχνότητα παροχής ανατροφοδότησης. Ιδιαίτερα χρήσιμα φαίνεται να είναι η χρήση των διαφορετικών προγραμμάτων ανατροφοδότησης που παρέχουν συχνότερα ανατροφοδότηση στα πρώτα στάδια της μάθησης και λιγότερο συχνά όσο προχωράει η μάθηση μιας δεξιότητας (Jackson & Farrow 2005). Παραδείγματα από τέτοια προγράμματα είναι η φθίνουσα συχνότητα ανατροφοδότησης και η ανατροφοδότηση ορισμένου εύρους. Σύμφωνα με την υπόθεση της σταθερότητας τέτοια προγράμματα αναπτύσσουν μια σταθερότητα στην κίνηση και αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερη ακρίβεια στην εκτέλεση. Η ανατροφοδότηση ορισμένου εύρους λειτουργεί με δύο τρόπους: (1) η ανατροφοδότηση που παρακινεί ή/και ενθαρρύνει τον ασκούμενο για τις προσπάθειες που δεν παρέχεται (2) η ανατροφοδότηση που λειτουργεί ως εργαλείο διόρθωση των λαθών όταν μια συγκεκριμένη εκτέλεση πέφτει έξω από κάποια προκαθορισμένα όρια λάθους.

Το περιληπτικό KR και το KR ορισμένου εύρους επίσης βοηθούν στην μάθηση των κινήσεων. Αντίθετα με τα άλλα χαμηλής συχνότητας προγράμματα

ανατροφοδότηση που παρέχουν πληροφορίες μετά από μια σειρά προσπαθειών σχετικά με την τελευταία προσπάθεια, η περιληπτική ανατροφοδότηση προσφέρει πληροφορίες για κάθε προσπάθεια ενώ το feedback μέσου όρου προσφέρει ως πληροφορία τον μέσο όρο του αποτελέσματος των προσπαθειών. Έρευνες έδειξαν ότι καθένα από αυτά τα προγράμματα προσφέρει μεγαλύτερη σταθερότητα και μικρότερη μεταβλητότητα στην εκτέλεση.

Από έρευνες επίσης έχει φανεί ότι πολύ μικρά διαστήματα καθυστέρησης πριν το KR δεν παρέχουν στον ασκούμενο αρκετό χρόνο για να γίνουν κάποιες γνωστικές λειτουργίες που σχετίζονται με αναγνώριση του λάθους και την διόρθωσή του. Δίνοντας στον ασκούμενο περισσότερο χρόνο καθυστέρησης πριν το KR και ενθαρρύνοντάς τον να σκεφτεί τι λάθος έκανε στην κίνηση που εκτέλεσε φαίνεται ότι είναι πολύ ευεργετικό για την μάθηση.

Είναι επίσης σημαντικό να θυμόμαστε ότι η πρόσθετη ανατροφοδότηση μπορεί επίσης να λειτουργήσει έτσι ώστε να παρακινήσει τους ασκούμενους όταν συγκεκριμένες πληροφορίες που δεν σχετίζονται με την κίνηση εμπλέκονται με άλλες που σχετίζονται με αυτή. Συγκεκριμένα προγράμματα χαμηλής συχνότητας ανατροφοδότηση (ορισμένου εύρους) λειτουργούν επίσης με παρακινητικό χαρακτήρα ανάλογα με τον τρόπο που παρέχονται.

Η χρήση μοντέλων ως μέσο ανατροφοδότησης. Οι περισσότεροι μαθητές μαθαίνουν πολύ γρηγορότερα όταν παρακολουθούν την επίδειξη μιας δεξιότητας από ένα μοντέλο. Η επίδειξη μιας δεξιότητας μπορεί να φανερώσει το βάθος ή την ποικιλία εκτέλεσής της, κάτι μοναδικό ή διαφορετικό, να δείξει σημεία της τεχνικής, διαφορετικά στυλ και την τέλεια εκτέλεση. Η επίδειξη θα πρέπει να βελτιώνει την κατανόηση των δεξιοτήτων και να ενθαρρύνει τους μαθητές να παρατηρούν, να αξιολογούν και να αναλύουν το τι είδαν. Η επίδειξη θα πρέπει να ακολουθείται άμεσα από μια περίοδο εξάσκησης. Εξαιτίας των φυσικών περιορισμών, μερικοί διδάσκοντες δεν μπορούν να επιδείξουν αποτελεσματικά τις δεξιότητες. Αυτό είναι αναμενόμενο αφού λίγοι διδάσκοντες μπορούν να εκτελέσουν όλες τις δεξιότητες πολύ καλά. Η μειωμένη ικανότητα επίδειξης δεν σημαίνει και μειωμένη ικανότητα διδασκαλίας. Ακόμα και κάποιος ικανός διδάσκων που επιδεικνύει για δεξιότητα χρειάζεται να αναπτύξει εναλλακτικές λύσεις επίδειξης για να βοηθηθεί σ' αυτή την διαδικασία αυτή. Η κατανόηση και η γνώση της εκτέλεσης των δεξιοτήτων μπορεί να αναπτυχθεί με το διάβασμα, την μελέτη, την ανάλυση των κινήσεων και την χρήση βοηθητικών συσκευών. Ακόμα όμως και αν η επίδειξη της δεξιότητας από τον ίδιο

είναι αδύνατη μπορεί με τη διδασκαλία να εξηγήσει πως θα πρέπει να εκτελεσθεί η δεξιότητα. Επιπρόσθετα, οπτικά βοηθήματα και μέσα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσφέρουν μια νοηματική προσαρμογή .

Παροχή οδηγιών. Οι διδακτικές οδηγίες είναι λέξεις που περιγράφουν γρήγορα και αποτελεσματικά τη σωστή τεχνική και εκτέλεση μιας δεξιότητας. Στο σχεδιασμό του μαθήματος θα πρέπει να περιλαμβάνονται πολλές διδακτικές οδηγίες που χρησιμοποιούνται κατά την διδασκαλία. Όταν τα παιδιά μαθαίνουν νέες δεξιότητες θα πρέπει να καταλαβαίνουν ξεκάθαρα τα σημαντικά σημεία της εκτέλεσης επειδή η κινητική μάθηση και η γνωστική κατανόηση αναπτύσσονται ταυτόχρονα. Σε πολλές περιπτώσεις, όταν οι διδάσκοντες σχεδιάζουν το πώς θα διδάξουν τις δεξιότητες δεν ορίζουν τις διδακτικές οδηγίες που θα χρησιμοποιήσουν κατά την διάρκεια της παρουσίασης. Όταν οι διδακτικές οδηγίες είναι σωστά σχεδιασμένες βοηθούν σημαντικά στην μάθηση της τεχνικής και των σημαντικών σημείων κλειδιών της απόδοσης. Η ανατροφοδότηση βοηθά στη μάθηση των κινήσεων (Schmidt, Young, Swinnen, & Shapiro 1989). Οι οδηγίες πρέπει να είναι σύντομες, περιγραφικές και τονίζουν σημαντικά σημεία της τεχνικής. Για να είναι αποτελεσματική η χρήση τους από τους μαθητές θα πρέπει να είναι ακριβείς και σωστές. Θα πρέπει να καθοδηγούν τον μαθητή αλλά και να είναι μέρος της διαδικασίας που έχει στόχο τη βελτίωση της ποιότητας στη διδασκαλία. Διαφορετικές οδηγίες θα πρέπει να συμπληρώνουν η μια την άλλη και να διευκολύνουν την προσαρμογή της κίνησης σε νέα πρότυπα. Οι οδηγίες δράσης θα πρέπει να είναι σύντομες και να περιγράφουν τα πιο σημαντικά σημεία. Αποφεύγετε να τα περιγράφετε πιο περιφραστικά. Για να αποφύγετε την υπερβολή ή τη σύγχυση επιλέξτε ένα μικρό αριθμό οδηγιών και παρουσιάστε τις σε κάθε μάθημα. Οι οδηγίες αυτές θα περιλαμβάνουν λέξεις κλειδιά και θα πρέπει να είναι σύντομες ώστε να ενθαρρύνουν τα παιδιά να συγκεντρώσουν την προσοχή τους σε μια παράμετρο της εκτέλεσης κάθε φορά. Ένας τρόπος για να αξιολογηθεί η καταλληλότητα των οδηγιών είναι να διαπιστωθεί εάν περιλαμβάνουν πληροφορίες για τα βασικά σημεία της κίνησης. Οι οδηγίες θα πρέπει να επικεντρώνονται μόνο σε μια παράμετρο της κίνησης αφού οι αρχάριοι μαθητές μπορούν να προσέξουν ένα πράγμα κάθε φορά (Smeeton, Williams, Hodges & Ward 2005).

Είναι κατανοητό ότι υπάρχουν πολλές μεταβλητές και μέθοδοι που θα πρέπει να συνδυαστούν έτσι ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό μαθησιακό αποτέλεσμα. Για να οργανωθεί σωστά η εξάσκηση ή το μαθησιακό περιβάλλον ο διδάσκων θα πρέπει

να λάβει υπόψη του κάποιους παράγοντες και να κατορθώσει να δώσει ποιότητα στην εξάσκησή του συνδυάζοντας α) την κατάλληλη μέθοδο εξάσκησης β) σύμφωνα με το είδος της δεξιότητας (Raab 2003) και γ) του επιπέδου μάθησης του ασκούμενου, δ) παρέχοντας ένα ιδανικό μαθησιακό περιβάλλον με έντονα τα στοιχεία του ενδιαφέροντος και της προσοχής του ασκούμενου. Έτσι το μαθησιακό αποτέλεσμα θα είναι το καλύτερο δυνατό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adams, J.A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. J Motor Behav, 3, 111-150.

Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skills. *Psychological Review*, 89(4) 369-406.

Allard, F., & Starkes, J. L. (1980). Perception in Sport: volleyball. *Journal of Sport Psychology,* 2, 22-23.

Allard, F., Graham, S. & Paarsalu, E. (1980). Perception in sport: basketball. *Journal of Sport Psychology,* 2, 14-21.

Helsen , W., & Starkes, J. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology,* 13, 1-27.

Jackson, R. C., & Farrow, D. (2005). Implicit training: How, when and why? *Human Movement Science,* 24, 308-325.

Magill, R. A. (1998). *Motor learning: Concepts and applications (5th eds.),* W.C.B: McGraw-Hill, Macison.

Proteau, L. (1998). On the specificity of learning and the role of visual information for movement control. In: Vision control and motor control (edited by L. Proteau and D. Elliott), pp. 67-103, Amsterdam, North-Holland

Raab, M. (2003). Implicit and explicit learning of decision making in sports is effected by complexity of situation. *International Journal of Sport Psychology*, 34, 273-288.

Schmidt, R.A. (1975). Motor Control and Learning: A Behavioral Empahsis. Champaign, ILL: Human Kinetics Publishers

Schmidt, R.A., Young, D. E., Swinnen, S., Shapiro, D. C. (1989). Summary knowledge of results for skill acquisition: Support for the guidance hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(2), 352-359.

Smeeton, J. N., Williams, M. A., Hodges, J. N., & Ward, P. (2005). The relative effectiveness of various instructional approaches in developing anticipation skill in a 'real w

Κεφάλαιο 11	Διατροφή και αναπτυξιακές ηλικίες

Σοφία Παπαδοπούλου, PhD

Η ισορροπημένη και σωστή διατροφή δημιουργεί γερά θεμέλια για την υγεία και την ανάπτυξη του ατόμου, ευθύς εξ' αρχής από την στιγμή της σύλληψής του. Ειδικότερα, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα, σε συνδυασμό με τη φυσική δραστηριότητα, για την καλή ψυχοσωματική και πνευματική ανάπτυξη του παιδιού που ξεκινάει από τη βρεφική ηλικία και επεκτείνεται μέχρι την ολοκλήρωση της εφηβείας (Τσιλιγκίρογλου-Φαχαντίδου, 2002).

Η επαρκής κάλυψη των διαιτητικών αναγκών ενός ατόμου που βρίσκεται στην αναπτυξιακή διαδικασία απαιτείται καλή γνώση των σταδίων φυσικής ανάπτυξης. Τα πρώτα δύο χρόνια ζωής ενός ατόμου, που χαρακτηρίζονται από μια ραγδαία φυσική και κοινωνική ανάπτυξη, παρατηρούνται πολλές αλλαγές που επηρεάζουν τη διατροφική του πρόσληψη (Albertson et al, 1992; Birch et al, 1991).

Συγκεκριμένα, το σωματικό βάρος ενός νεογέννητου τριπλασιάζεται κατά τους πρώτους 12 μήνες, ενώ το ανάστημα αυξάνεται κατά 50% και διπλασιάζεται στην ηλικία των 4 ετών. Στη συνέχεια, οι προσαυξήσεις που σημειώνονται είναι θεωρητικά μικρές κατά την παιδική ηλικία σε σχέση με την αντίστοιχη βρεφική και εφηβική. Η αναπτυξιακή αυτή επιβράδυνση στην παιδική ηλικία αναφέρεται συχνά σαν παθητικό ή λανθάνων αναπτυξιακό στάδιο, σε αντίθεση με τη βρεφική περίοδο και αυτή της εφηβείας, όπου επιτελούνται δραματικές αλλαγές με υψηλές απαιτήσεις ποιοτικής κάλυψης των διατροφικών αναγκών (Moore, Shulman, & Kerr, 1996).

Μολονότι, η φυσική ανάπτυξη κατά την παιδική προσχολική και σχολική ηλικία εμφανίζεται λιγότερο θεαματική συγκριτικά με τον πρώτο χρόνο ζωής ενός ατόμου, εν τούτοις αποτελεί ένα χρονικό διάστημα ιδιαίτερα σημαντικό στην κοινωνική και συναισθηματική ανάπτυξη του ανθρώπου (Whitney & Rolfes, 1999).

Από τη γέννηση μέχρι την ηλικία των 9 ή 10 ετών το βάρος αυξάνεται κατά 2-3 kg ετησίως. Όσον αφορά την αύξηση του ύψους αυτή κυμαίνεται

κατά μέσο όρο από 6-8 cm ετησίως από την ηλικία των 2 ετών μέχρι την εφηβεία (Mahan & Escott-Stump, 1996).

Στα παιδιά λόγω ανάπτυξης και εξέλιξης των οστών, των δοντιών, των μυών και του αίματος απαιτείται περισσότερη θρεπτική κατανάλωση τροφών αναλογικά με το βάρος τους, σε σχέση με τους ενήλικες. Ανάλογα όμως με την ηλικία τους προσδιορίζεται και η αντίστοιχη συνιστώμενη ημερήσια δόση (ΣΗΔ) θρεπτικών συστατικών. Τα παιδιά κινδυνεύουν από υποσιτισμό όταν για μεγάλα διαστήματα παρουσιάζουν ανορεξία, διατρέφονται υποθερμιδικά ή καταναλώνουν χαμηλής θρεπτικής αξίας τροφές (Whitney & Rolfes, 1999).

Παγκοσμίως αμέτρητα παιδιά υποφέρουν καθημερινά από τις συνέπειες της χρόνιας κακής διατροφής, η οποία αποτελεί μια από τις κύριες μάστιγες νοσηρότητας, ακόμη και θνησιμότητας. Γονείς, εκπαιδευτικοί, διαιτολόγοι, το Υπουργείο Υγείας, καθώς και τα ΜΜΕ θα πρέπει να συσπειρωθούν, έτσι ώστε να παρέχουν συνεχή ενημερωμένη πληροφόρηση και εκπαίδευση προς τα παιδιά, σχετικά με τον υγιεινό τρόπο διατροφής (Χασαπίδου & Τσιλιγκίρογλου-Φαχαντίδου, 2002).

Σκοπός του συγκεκριμένου συγγράμματος, το οποίο επικεντρώνεται στη διατροφή των ατόμων που βρίσκονται στην αναπτυξιακή διαδικασία, είναι να βοηθήσει τον καθηγητή φυσικής αγωγής να κατανοήσει τις βασικές αρχές που διέπουν τη διατροφή των νέων, παιδικής (σχολικής) και εφηβικής ηλικίας. Με αυτόν τον τρόπο, παράλληλα με τη σωματική άσκηση, θα μπορέσει να συμμετέχει στη διατροφική εκπαίδευση των παιδιών, επιδρώντας θετικά στη υιοθέτηση υγιεινών διατροφικών συνηθειών, που θα συμβάλλουν στην ομαλή ανάπτυξη και εξέλιξή τους.

9.1. Διατροφή και παιδική ηλικία

Η σωστή και πλήρης διατροφή κατά την παιδική ηλικία μπορεί να προφυλάξει τον άνθρωπο από πολλές ασθένειες και παθήσεις της μετέπειτα ενήλικης ζωής του. Κατά συνέπεια, είναι πολύ σημαντικό να βοηθηθούν τα παιδιά στην απόκτηση από νωρίς υγιεινών διαιτητικών συνηθειών, έτσι ώστε να μπορέσουν να αποδώσουν το μέγιστο των αναπτυξιακών δυνατοτήτων τους (Albertson et al, 1992).

Ένα σωστά και υγιεινά δομημένο πρόγραμμα διατροφής είναι αυτό που καλύπτει τις ανάγκες του ατόμου, σε ενέργεια και θρεπτικά συστατικά. Οι

ανάγκες αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το φύλο, την ηλικία, το βάρος, το ύψος, τη σύσταση σώματος, τη φυσική δραστηριότητα κ.α. (Birch et al, 1991). Σημαντικό ακόμη είναι η ώρα του φαγητού να αποτελεί μία ευχάριστη ώρα για το παιδί, κατά την οποία οι τροφές πέρα από τη θρεπτική του αξία θα πρέπει να είναι υγιεινές, εύγεστες, εύπεπτες φτιαγμένες με φαντασία και σερβιρισμένες όμορφα (Τσιλιγκίρογλου-Φαχαντίδου 2002).

Τα παιδιά σχολικής ηλικίας (6-11 ετών) αναπτύσσονται με σταθερό ρυθμό και εμφανίζουν συνήθως λιγότερα διατροφικά προβλήματα, σε σχέση με τα αντίστοιχα της προσχολικής ηλικίας (1-6 ετών). Η ανάπτυξη τους είναι αργή αλλά σταθερή με ανάλογη συνεχή αύξηση της διατροφικής τους πρόσληψης, η οποία είναι μεγαλύτερη από τα μικρότερα σε ηλικία παιδιά (Mahan & Escott-Stump,1996).

9.1.1. Διατροφικές συνήθειες των παιδιών σχολικής ηλικίας.

Το στάδιο λατρείας ή άρνησης ενός φαγητού που χαρακτήριζε την ηλικία των 1-6 ετών τώρα έχει σχεδόν ξεπεραστεί, αλλά συνεχίζουν να υπάρχουν έντονες προτιμήσεις σε κάποιες γεύσεις. Ανεξάρτητα από αυτό, οι γονείς θα πρέπει να συνεχίζουν να προσφέρουν και τροφές σε μικρές ποσότητες, που δεν αρέσουν στα παιδιά χωρίς πίεση, διότι οι γευστικές προτιμήσεις των παιδιών τροποποιούνται από καιρό σε καιρό. Επιπλέον, η ενθάρρυνση για τη συμμετοχή των παιδιών στον προγραμματισμό και την προετοιμασία των γευμάτων βοηθάει στο να μάθει το παιδί τις βασικές αρχές που ισχύουν για τη σωστή υγιεινή διατροφή (Falcigia & Norton, 1994).

Το παιδί της σχολικής ηλικίας συμμετέχει στο μεγαλύτερο μέρος της ημέρας σε ατομικές και ομαδικές δραστηριότητες, ψυχαγωγικού ή αθλητικού περιεχομένου, όπου η επίδραση των γονέων και άλλων σημαντικών ενηλίκων (δάσκαλοι, γυμναστές, αθλητικά πρότυπα κ.α), είναι μεγάλη. Σύμφωνα μετα παραπάνω ασκούν σε γενικές γραμμές θετική επίδραση στην υγιεινή πρόσληψη τροφής του παιδιού, που χαίρεται να τρώει για να ικανοποιήσει την πείνα του μετά από την ενεργή συμμετοχή του σε ποικίλες αθλητικές και κοινωνικές δραστηριότητες (Moore, Shulman & Kerr, 1996).

Ωστόσο, η παρακολούθηση επί πολλές ώρες της τηλεόρασης και η παρατεταμένη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή, απειλούν το ενεργειακό ισοζύγιο των παιδιών και τα οδηγούν στην παχυσαρκία, διότι σύμφωνα με τον

Dietz (1994), τα παιδιά ωθούνται στην υπερκατανάλωση παχυντικών τροφών (σνακς), με έμφαση στα κορεσμένα λίπη (πατατάκια, πίτσες, γλυκά κ.α.), ενθαρρύνοντάς τα ταυτόχρονα σε περισσότερο καθιστική ζωή.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τις ημερήσιες διατροφικές συνήθειες του παιδιού είναι η κατάσταση υγείας του, το οικογενειακό περιβάλλον, η ανορεξία, οι κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες κ.α. (Gortmaker, 1993).

9.1.2. Ενεργειακές ανάγκες των παιδιών σχολικής ηλικίας.

Οι ημερήσιες θερμιδικές ανάγκες που απαιτούνται για τη σωστή ανάπτυξη των παιδιών ποικίλλουν, βάσει της ηλικίας τους αλλά κυρίως ανάλογα με το βαθμό ανάπτυξης, το βασικό μεταβολισμό και τη σωματική δραστηριότητά τους. Στον πίνακα 8.1. παραθέτουμε ενδεικτικά τις ενεργειακές ημερήσιες ανάγκες σε θερμίδες (kcal), που έχουν τα παιδιά κατά ηλικία.

Πίνακας 9.1. Ενεργειακές ημερήσιες ανάγκες των παιδιών ανά ηλικιακή ομάδα.

Χρονολογική Ηλικία (έτη)	Ενέργεια (kcal)
1	1000
2-3	1300
4-6	1800
7-10	2000

Απαιτείται ελαφρά αύξηση της συνολικής ενέργειας ανά ηλικιακό έτος, η οποία θα είναι σαφώς μεγαλύτερη στα παιδιά που ασκούνται συστηματικά (Konopka, 1996).

Ο βασικός μεταβολισμός του ανθρώπου από 55 kcal/kg που έχει κατά τη γέννηση, κατεβαίνει σε 25 kcal/kg, όταν γίνεται ενήλικας. Η φυσική δραστηριότητα (παιχνίδι-άσκηση), διατηρεί το βασικό μεταβολισμό σε υψηλά επίπεδα, ενώ η έλλειψή της μπορεί να οδηγήσει τα παιδιά στην παιδική παχυσαρκία, που αποτελεί τη μάστιγα του σύγχρονου βιομηχανοποιημένου πολιτισμού (Τσιλιγκίρογλου-Φαχαντίδου, 2002).

9.1.3. Θρεπτικά συστατικά των παιδιών σχολικής ηλικίας.

Τα θρεπτικά συστατικά που προσλαμβάνουν ημερησίως τα παιδιά θα πρέπει να είναι πλούσια και σε σωστή αναλογία, ως προς τους υδατάνθρακες, τα λίπη, τις πρωτεΐνες, τις βιταμίνες και τα ανόργανα στοιχεία, ενώ συγχρόνως θα πρέπει να προσφέρονται μέσα από μία ποικιλία τροφών. Ιδιαίτερα σημαντικό στις ηλικίες αυτές είναι το γεγονός τα παιδιά να μην παραλείπουν γεύματα, δίνοντας έμφαση στην πρόσληψη πρωινού που ευθύνεται για την καλή πνευματική απόδοση (Σαρρή και συν, 1999).

Μία ισορροπημένη διατροφική πρόσληψη θα πρέπει να περιέχει 50-60% υδατάνθρακες, 25-35% λίπη και 10-15% πρωτεΐνες. Συνιστάται, η κατανάλωση σύνθετων υδατανθράκων και η καθημερινή πρόσληψη τροφών που περιέχουν διαιτητικές ίνες. Ακόμη, το λίπος των τροφών δεν θα πρέπει να ξεπερνά κατά μέσο όρο το 30% των συνολικά προσλαμβανομένων θερμίδων, εκ των οποίων το 20% θα πρέπει να προέρχεται εξίσου από πολυακόρεστα και μονοακόρεστα λίπη. Επίσης, σημαντικό είναι να αποφεύγεται η κατανάλωση περισσότερο από 300 mg χοληστερίνης ημερησίως. Επιπλέον, φρόνιμο είναι να αποφεύγονται τα απλά σάκχαρα (λευκή ζάχαρη) και οι τροφές που εμπεριέχουν τεχνητές γλυκαντικές ουσίες, όπως επίσης και αυτές με υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι (Moore, Shulman & Kerr, 1996).

Οι βιταμίνες και τα ανόργανα συστατικά (μέταλλα - ιχνοστοιχεία) είναι απαραίτητα για τη φυσιολογική ανάπτυξη και εξέλιξη των παιδιών. Το ασβέστιο είναι ιδιαίτερα σημαντικό στα παιδιά για τη δημιουργία καλής οστικής μάζας, καθώς και η βιταμίνη D διότι συντελεί στην απορρόφηση και διασπορά του ασβεστίου στα οστά. Κλινικές μελέτες έδειξαν ότι τα παιδιά που έχουν μικρή οστική μάζα κινδυνεύουν από οστεοπόρωση κατά την ενήλικη ζωή τους. Επομένως, συνιστάται η κατανάλωση 500 g γάλακτος, με χαμηλά λιπαρά 1-1,5 % σε περίπτωση υπέρβαρου ή παχύσαρκου παιδιού (Nestle, 1987).

Ο σίδηρος διαδραματίζει επίσης ένα πολύ σημαντικό ρόλο, διότι η έλλειψη του εκτός από αναιμία, μπορεί να προκαλέσει ψυχοσωματικά προβλήματα όπως διάσπαση της συγκέντρωσης και προσοχής, κόπωση καθώς και επιθετικότητα (Pollitt, 1997). Τέλος, ο ψευδάργυρος (zinc), που συναντάται στα κρέατα και τα θαλασσινά, κρίνεται απαραίτητος, διότι

υποστηρίζει την ανάπτυξη, την όρεξη και βοηθάει στην ταχύτερη επούλωση των τραυμάτων (Mahan & Escott-Stump, 1996).

9.1.4. Διατροφικές διαταραχές στην παιδική σχολική ηλικία.

Το εργαστήριο Διατροφής και Κλινικής Διαιτολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, δηλώνει μετά από μελέτες ότι τα Ελληνόπουλα μπορεί να μην είναι τα πιο παχύσαρκα παιδιά στην Ευρώπη, είναι όμως τα πιο υπέρβαρα. Η παιδική παχυσαρκία ξεκινά από την ηλικία των 6-9 ετών και είναι αποτέλεσμα της υπερκατανάλωσης κορεσμένων λιπών και σακχάρων.

Πρόσφατες μελέτες που έγιναν σε 178 παιδιά, ηλικίας 8-17 ετών, το 2004, από το τμήμα Προληπτικής Ιατρικής και Διατροφής της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Κρήτης, έδειξαν ότι το 42% των παιδιών που ήταν υπέρβαρα ή παχύσαρκα είχαν σημαντικά υψηλότερες τιμές αρτηριακής πίεσης, "κακής" χοληστερόλης, τριγλυκεριδίων, αθηρωματικού δείκτη και ινσουλίνης, σε σύγκριση με τα παιδιά που είχαν φυσιολογικό βάρος. Οι μελέτες επίσης έδειξαν ότι ο κίνδυνος εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων και σακχαρώδους διαβήτη στα παιδιά, ανεξάρτητα από το αν μεγαλώνουν σε αστικές ή αγροτικές περιοχές είναι μεγάλος, καθώς παρατηρείται αύξηση στη συχνότητα ενοχοποιητικών παραγόντων, όπως είναι η παχυσαρκία, η υπέρταση, η δυσλιπιδαιμία (αυξημένα λιπίδια στο αίμα), ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 (ο οποίος εμφανιζόταν κυρίως σε ενήλικες), η αυξημένη κατανάλωση λίπους και κορεσμένων λιπαρών οξέων στη διατροφή του, ακόμη και το κάπνισμα! (Μπίτσικας & Τράτσα, 2004, Ιούνιος).

Από την παραπάνω μελέτη φάνηκε επίσης ότι τα παιδιά στην Ελλάδα καταναλώνουν τροφές με επικίνδυνα λιπαρά οξέα και φτωχές διαιτητικές ίνες, σε αντίθεση με το παρελθόν, με αποτέλεσμα την εμφάνιση μεταβολικού συνδρόμου. Το μεταβολικό σύνδρομο αποτελεί τη συγκέντρωση παραγόντων κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα (π.χ. υπέρταση, παχυσαρκία) και σακχαρώδη διαβήτη, με επιπρόσθετο χαρακτηριστικό την εμφάνιση αντίστασης στην ινσουλίνη.

Συμπερασματικά, καταλήγουμε ότι θα πρέπει να υπάρχει διαρκής ενημέρωση και καθοδήγηση των παιδιών, από γονείς, δασκάλους, γιατρούς, διαιτολόγους, κοινωνικούς λειτουργούς, στα θέματα που αφορούν τη σωστή διατροφή και τη φυσική δραστηριότητα για την προάσπιση της ανάπτυξης και

υγείας. Η διαιτητική υποστήριξη μέσω παρεμβατικών προγραμμάτων μπορεί να διδάξει στα παιδιά, δια βίου, πως να εκτιμούν τη θρεπτική αξία των τροφών, ώστε να κάνουν υγιεινότερες επιλογές (Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics,1998; McGill,1997).

9.2. Διατροφή και εφηβεία.

Η εφηβεία αποτελεί μία από τις απαιτητικές περιόδους της ανθρώπινης ανάπτυξης. Κατά τη διάρκεια της εφηβείας παρουσιάζεται μια ταχύτατη ψυχοσωματική και διανοητική ανάπτυξη, ο ρυθμός της οποίας διαφοροποιείται από άτομο σε άτομο. Ακόμη και οι διαιτητικές συνήθειες των εφήβων διαφοροποιούνται σημαντικά στη διάρκεια αυτής της ευαίσθητης και ευμετάβλητης από κάθε άποψη περιόδου. Ως επί το πλείστον, η πρόσληψη τροφής των εφήβων αντανακλά τις διατροφικές συνήθειες που είχαν υιοθετήσει επί σειρά ετών από την οικογένειά τους. Ένα σημαντικό όμως ποσοστό εφήβων υιοθετούν ακραίες ή αντίθετες συνήθειες, για λόγους πειραματισμού ή αντίδρασης (Moore, 1990).

Κλινικές μελέτες αποκάλυψαν ότι ενώ πολλοί έφηβοι φαίνονται να διατρέφονται ικανοποιητικά ένα μεγάλο ποσοστό εμφανίζει προβλήματα παχυσαρκίας, νευρικής ανορεξίας, βουλιμίας, σιδηροπενικής αναιμίας, τερηδόνας κ.α. Τα προβλήματα αυτά επιδεινώνονται και από άλλους παράγοντες που είναι ο καθιστικός τρόπος ζωής, η έλλειψη φυσικής δραστηριότητας, η χρήση αλκοολούχων ποτών και ναρκωτικών ουσιών, το κάπνισμα, οι ανεξέλεγκτες δίαιτες, η εγκυμοσύνη κ.α. (Μόρτογλου, 1996; Nestle, 1987; Mahan, & Rosebrough, 1984).

Επισημαίνεται, ότι είναι πρωταρχικής σημασίας οι καλές συνήθειες δραστηριότητας και διατροφής να θεμελιώνονται από την νηπιακή και παιδική ηλικία, ώστε να μεγιστοποιείται η πιθανότητα διατήρησης τους, δια βίου. Επιπλέον, υπάρχει επιτακτική ανάγκη συνεχούς ενημέρωσης και εκπαίδευσης των εφήβων σχετικά με τη σωστή διατροφική πρόσληψη και τον υγιεινό τρόπο ζωής, για να μπορέσουν να ολοκληρώσουν ομαλά την ανάπτυξη τους (Dietz, 1994; Rees, 1984).

9.2.1. Ψυχοσωματικές μεταβολές των εφήβων.

Οι ψυχολογικές και σωματικές μεταβολές σε συνάρτηση με τη διανοητική και συναισθηματική ανάπτυξη, επιδρούν στις διατροφικές συνήθειες των παιδιών που διανύουν την εφηβική ηλικία. Οι έφηβοι διακρίνονται από μία έντονη διάθεση για ανεξαρτητοποίηση και διαφοροποίηση από τις μέχρι τότε καθιερωμένες από το στενό τους περιβάλλον συνήθειες. Ακόμη, η διαδικασία ανάπτυξης με τις συνεχείς αλλαγές που επιφέρει στη σωματική τους εικόνα, προκαλεί πολλές φορές ψυχολογικές πιέσεις και άγχος στον έφηβο, που προσπαθεί να συγκριθεί και να ανταγωνισθεί τα αποδεκτά πρότυπα σώματος της εποχής (Moore, 1990).

Οι έφηβοι αποκτούν το 20% του τελικού ύψους και το 50% του τελικού βάρους, που θα έχουν σαν ενήλικες, κατά τη διάρκεια της εφηβείας. Η ηλικία όμως κατά την οποία σημειώνεται η αναπτυξιακή έκρηξη (growth spurt) καθώς και το διάστημα που διαρκεί, ποικίλουν σημαντικά ανάλογα με το παιδί (Gong & Heald, 1994).

Συνήθως στα αγόρια διακρίνεται μία έντονη προσπάθεια να αποκτήσουν μυϊκό όγκο, εν αντιθέσει με τα κορίτσια που επιθυμούν γρήγορα να αποβάλλουν κάθε ίχνος σωματικού λίπους, με αποτέλεσμα οι μεν πολλές φορές να προσλαμβάνουν επιβλαβείς σκευάσματα και ουσίες, οι δε να υποβάλλονται σε δίαιτες υποσιτισμού, θέτοντας σε μεγάλο κίνδυνο την υγεία τους (Rees, 1984)..

Απαιτείται επομένως, να ενθαρρυνθούν οι έφηβοι να αποδεχθούν και να συμφιλιωθούν με τις μεταβολές της σωματικής εικόνας τους, μέχρι τη σταδιακή ολοκλήρωση της ανάπτυξης. Η εφαρμογή ακατάλληλων διατροφικών παρεμβάσεων το μόνο που καταφέρνουν είναι να διαταράσσουν τη φυσιολογική αναπτυξιακή διαδικασία, που απαιτεί μια ισορροπημένη πρόσληψη θρεπτικών συστατικών (Moore,1990).

9.2.2. Διατροφικές συνήθειες των εφήβων.

Η διαμόρφωση των διατροφικών συνηθειών κατά την περίοδο της εφηβείας επηρεάζεται ιδιαίτερα από τις συναναστροφές (συνομήλικοι, φίλοι κ.τλ.), τη χαλάρωση των δεσμών τους με την οικογένεια και την αντίληψη που έχουν οι νέοι για τη σωματική τους εικόνα. Μελέτες έδειξαν ότι ένα σημαντικά μεγάλο ποσοστό εφήβων υιοθετεί ακατάστατα γεύματα (παραλείποντας ιδιαίτερα το πρόγευμα), τρώει ακατάλληλες ώρες, καταναλώνει μεγάλες

ποσότητες φαστ-φουντ, πίτσες, τηγανιτά, γλυκά, σνακς, αλκοόλ, (κενές θερμίδες) δεν προσλαμβάνει τροφές πλούσιες σε θρεπτικές ουσίες και φυτικές ίνες και εφαρμόζει εξαντλητικές δίαιτες υποσιτισμού (Meyers, et al 1989).

Μεσοπρόθεσμα αλλά και μακροπρόθεσμα οι επιπτώσεις αυτών των διατροφικών συνηθειών, μπορούν να λάβουν επιδημιολογικές διαστάσεις κλονίζοντας την ανάπτυξη και την υγεία των νέων (Μόρτογλου, 1996). Επομένως, κρίνεται αναγκαία η διαιτητική καθοδήγηση των εφήβων για να μην υποστούν στο παρόν και το μέλλον τις καταστροφικές επιπτώσεις που μπορούν να έχουν οι κακές διατροφικές συνήθειες στη ζωή τους (Moore, 1990).

9.2.3. Ενεργειακές ανάγκες των εφήβων.

Κατά τη διάρκεια της ήβης τα αγόρια αναπτύσσουν περισσότερη μυϊκή μάζα, λόγω της τεστοστερόνης, συγκριτικά με τα κορίτσια τα οποία εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά σωματικού λίπους, λόγω των οιστρογόνων. Η σύνθεση και συντήρηση του μυϊκού ιστού έχει περισσότερες ενεργειακές απαιτήσεις από αυτή του λιπώδους ιστού, κατά συνέπεια τα αγόρια έχουν ανάγκη να τρέφονται περισσότερο. Αυτό αποτελεί ένα σημαντικό διαιτητικό πλεονέκτημα για τα αγόρια που έχουν τη δυνατότητα μεγαλύτερης θερμιδικής πρόσληψης, σε σχέση με τα κορίτσια (Gong & Heald, 1994).

Σχετικά με το ενεργειακό ισοζύγιο στο διάστημα της εφηβείας, οι ελάχιστες μελέτες που υπάρχουν δείχνουν ότι η ενεργειακή αύξηση που απαιτείται για την ανάπτυξη είναι μόνο 50-150 kcal/ημέρα, ποσότητα που δεν εξηγεί το έντονο αίσθημα πείνας και τη μεγάλη ποσότητα τροφής που καταναλώνουν καθημερινά πάρα πολλοί έφηβοι (Nestle, 1987).

Η ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας των εφήβων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες που είναι το φύλο, η ηλικία, η σωματική μάζα, το ανάστημα, η σύσταση σώματος κ.α. Μια ενδεικτική εξίσωση που προσδιορίζει την ημερήσια ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας (kcal) στην ηλικία των 11-17 ετών, για τα αγόρια είναι: 17,5 Χ σωματική μάζα (kg) + 651 και για τα κορίτσια είναι: 12,2 Χ σωματική μάζα (kg) + 746 (Μούγιος,1999).

Επιπλέον, ενδεικτικά τα αγόρια ηλικίας 14-17 έτη, με μέση σωματική μάζα 55-75 kg και ύψος 1,66-1,76 m έχουν ημερησίως μέση ενεργειακή απαίτηση της τάξης των 2600-3000 kcal, ενώ τα αντίστοιχα κορίτσια με μέση

σωματική μάζα 50-62 kg και ύψος 1,60-1,63 m. έχουν μέση ημερήσια ενεργειακή απαίτηση που κυμαίνεται από 2100-2200 kcal (Whitney & Rolfes, 1999).

Προφανώς, οι έφηβοι που αθλούνται έχουν ανάγκη από περισσότερες θερμίδες ανάλογα με το αγώνισμα ή άθλημα στο οποίο επιδίδονται. Πάντως, οι θερμιδικές ανάγκες είναι μεγαλύτερες στην εφηβεία από κάθε άλλη φάση της ζωής. Απαιτείται επομένως ιδιαίτερη προσοχή στην πρόσληψη ενέργειας μέσω της τροφής, διότι η ανεπάρκεια μπορεί να προκαλέσει διαταραχές και σημαντική καθυστέρηση στην ανάπτυξη (Konopka, 1996).

9.2.4. Θρεπτικά συστατικά στην εφηβεία.

Τα έφηβα αγόρια και κορίτσια έχουν εξίσου υψηλές απαιτήσεις σε υδατάνθρακες, πρωτείνες, λίπη, βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία.
Όσον αφορά τα μακροθρεπτικά οι έφηβοι θα πρέπει να προσλαμβάνουν ημερησίως 55-60% υδατάνθρακες, 12-15% πρωτεΐνες και 30% λίπη. Οι θρεπτικές ανάγκες τους είναι περισσότερο έντονες κατά την κορύφωση της εφηβείας, η οποία κατά μέσο όρο στα κορίτσια επέρχεται στην ηλικία των 12 ετών, ενώ στα αγόρια στην ηλικία των 14 ετών. Ωστόσο, οι έφηβοι διαφοροποιούνται σύμφωνα με το ρυθμό και το χρόνο ωρίμανσής τους, επομένως οι ανάγκες τους σε θρεπτικά συστατικά ποικίλλει ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης που διανύουν και όχι με βάση τη χρονολογική τους ηλικία (Rees, 1984).

Οι διακυμάνσεις αυτές που αφορούν το ρυθμό ωρίμανσης των εφήβων της ίδιας ηλικίας, δύσκολα διερευνώνται για αυτό και δεν είναι εφικτός ο ακριβής καθορισμός των θρεπτικών τους αναγκών. Η συνιστώμενη ημερήσια δόση (ΣΗΔ) θρεπτικών ουσιών είναι σχεδόν αντίστοιχη με αυτή των ενήλικων, βάσει της θεώρησης ότι οι έφηβοι έχουν σωματικό βάρος και ανάγκες παρομοιότυπες με αυτές των ενηλίκων, πλην όμως χρειάζονται πρόσθετα θρεπτικά συστατικά και ενέργεια για να υποστηριχθεί η ανάπτυξή τους (Μούγιος, 1999).

Όσον αφορά την πρόσληψη βιταμινών στις αναπτυξιακές ηλικίες συνιστώντας αυξημένες ποσότητες θειαμίνης, ριζοφλαβίνης, νιασίνης και ιδιαίτερα βιταμίνης Β. Η βιταμίνη D που συμβάλλει στην απορρόφηση του ασβεστίου, κρίνεται απαραίτητη διότι συντελεί στη γρήγορη σκελετική

ανάπτυξη. Ιδιαίτερες απαιτήσεις σε βιταμίνες Α, Ε, C, Β6 και φολικό οξύ δεν υπάρχουν, αν και αρκετές μελέτες έδειξαν ότι οι έφηβοι προσλαμβάνουν λιγότερη βιταμίνη Α, C και Β6 από τη ΣΗΔ. Ωστόσο, ένα ισορροπημένο διαιτητικό πρόγραμμα καλύπτει τη ΣΗΔ όλων αυτών των βιταμινών, χωρίς να υπάρχει ανάγκη χορήγησης συμπληρωμάτων. Επιπλέον, η βιταμίνη C παρέχεται μόνο σε περίπτωση που ο έφηβος καπνίζει, επειδή η νικοτίνη έχει την ιδιότητα να εμποδίζει την απορρόφηση της βιταμίνης C από τον οργανισμό (Τσιλιγκίρογλου-Φαχαντίδου, 2002; Gong & Heald, 1994).

Όσον αφορά τα ανόργανα συστατικά παρατηρήθηκαν ιδιαίτερα αυξημένες απαιτήσεις σε ασβέστιο, σίδηρο, ψευδάργυρο και μαγνήσιο, κατά τη διάρκεια της έντονης ανάπτυξης των εφήβων μέχρι τη κορύφωση αυτής. Οι ανάγκες σε ασβέστιο σε αναλογία με το βάρος, προσεγγίζουν τις υψηλότερες τιμές στην ηλικία της μέγιστης ανάπτυξης, που είναι κατά μέσο όρο η ηλικία των 10-12 ετών και 13-15 ετών, για τα κορίτσια και τα αγόρια αντίστοιχα (Mahan & Escott-Stump, 1996).

Τα αγόρια που βρίσκονται στην εφηβεία αποθηκεύουν ημερησίως 200-400 mg ασβέστιο. Αυτό προϋποθέτει βεβαίως καθημερινή υψηλή κατανάλωση γαλακτοκομικών ειδών. Για παράδειγμα, τα τέσσερα ποτήρια γάλα ή 200 gr τυρί καλύπτουν τη ΣΗΔ των εφήβων σε ασβέστιο (Τσιλιγκίρογλου-Φαχαντίδου, 2002).

Αναφορικά με το σίδηρο υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις πρόσληψης στα κορίτσια με την εμμηναρχή (σιδηροπενική αναιμία), ενώ τα αγόρια εμφανίζουν υψηλές απαιτήσεις σε σίδηρο, λόγω της πρωτεϊνοσύνθεσης και του όγκου αίματος που παρουσιάζουν αύξηση στην εφηβική ηλικία. Επομένως, η ΣΗΔ σιδήρου που απαιτείται κατά την ήβη είναι 2 mg και 5 mg ημερησίως, για τα αγόρια και τα κορίτσια αντίστοιχα (Pollitt, 1997).

Η έλλειψη ψευδάργυρου (zinc) ευθύνεται σημαντικά για τη καθυστέρηση της ανάπτυξης και την εμφάνιση της ακμής. Η ΣΗΔ είναι 15mg για τα αγόρια και 12mg για τα κορίτσια. Επιπλέον, υπάρχει ανάγκη αυξημένης πρόσληψης μαγνησίου, ιωδίου, φωσφόρου, χαλκού, χρωμίου, κοβαλτίου και φθορίου (Nestle, 1987).

Δυστυχώς, παρά τις αυξημένες διατροφικές ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά, είναι λίγοι οι έφηβοι που έχουν μια καλά ισορροπημένη διατροφή.

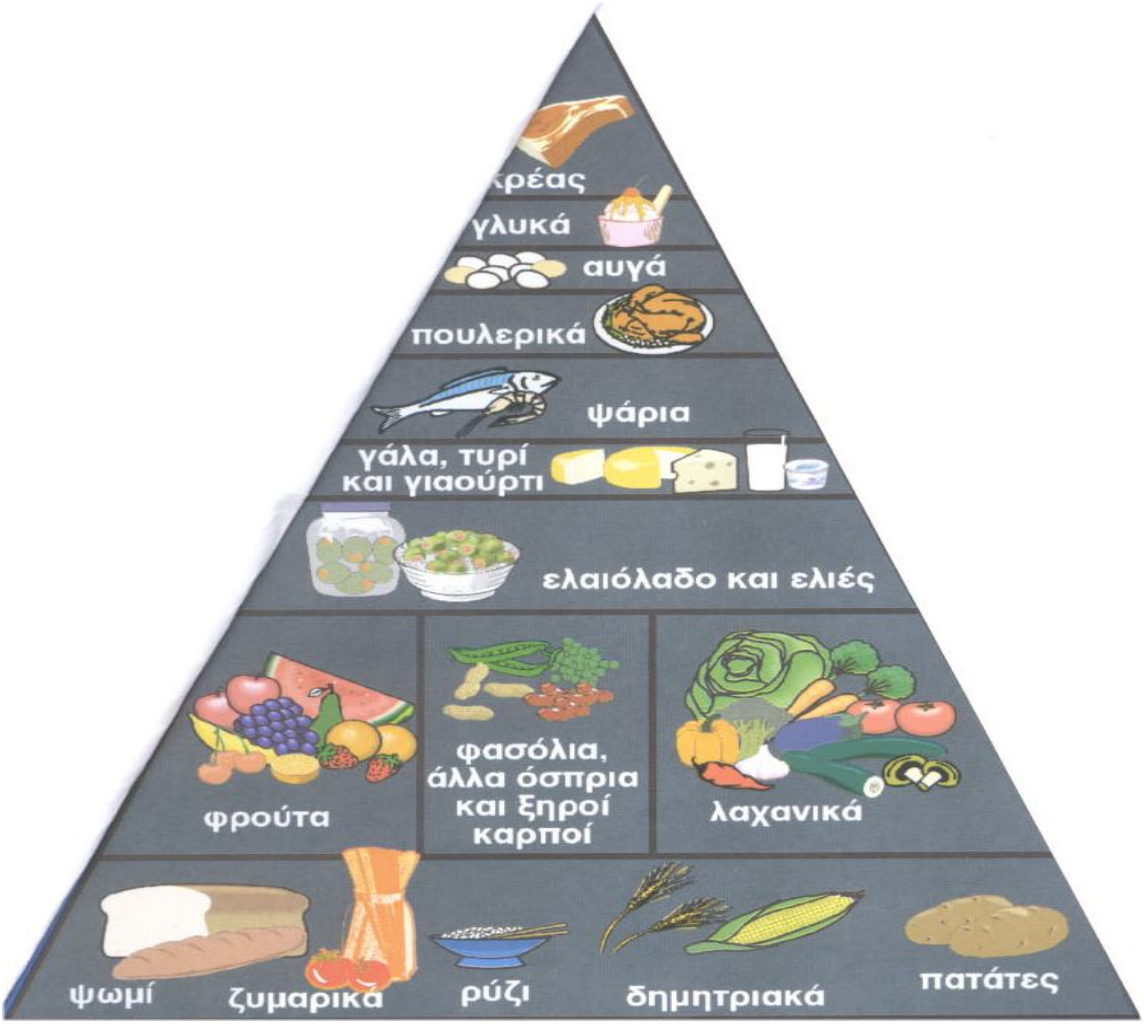
9.2.5. Διατροφικές διαταραχές στην εφηβεία.

Οι διαιτητικές διαταραχές που παρουσιάζουν οι έφηβοι είναι η παχυσαρκία, η νευρική ανορεξία, βουλιμία και η υπερλιπιδαιμία (αρτηριοσκλήρωση). Πολλές διαταραχές προκαλούνται από την αυστηρή εφαρμογή δίαιτας (χορτοφαγίας, μονοφαγίας κτλ.), ψυχολογικές διαταραχές, κληρονομικότητα, χρήση τοξικών ουσιών, αλκοόλ, νικοτίνης κ.α. και εμποδίζουν την ομαλή ανάπτυξη των εφήβων (Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics, 1998; McGill,1997).

Σύμφωνα με δημοσιεύματα του 2002 σε έντυπο της Αμερικανικής Ιατρικής Ένωσης οι ΗΠΑ και η Ελλάδα κατέγραψαν τα μεγαλύτερα ποσοστά υπέρβαρων εφήβων, μετά από έρευνα που διεξήχθη σε 30.000 παιδιά, ηλικίας 13-15 ετών από 14 ευρωπαϊκές χώρες, το Ισραήλ και τις ΗΠΑ. Απαραίτητη λοιπόν, είναι η εφαρμογή προγραμμάτων παρέμβασης, τα οποία να είναι προσαρμοσμένα στην ηλικία και την κουλτούρα των παιδιών της ήβης (Μπίτσικας & Τράτσα, 2004, Ιούνιος).

Τέλος, από πολλούς επιστήμονες συνιστάται η εφαρμογή της μεσογειακής διατροφής από τα παιδιά και τους έφηβους, η οποία σε συνδυασμό με την άσκηση προασπίζει την ανάπτυξη και την υγεία των νέων (Χασαπίδου & Τσιλιγκίρογλου-Φαχαντίδου, 2002), (εικόνα 9.1.).

Εικόνα 9.1: Μεσογειακή Διατροφή



Βιβλιογραφία

Albertson, A.M. et al (1992). Nutrient intake of 2 to 10 year old American children: 10 year trends. *J. Am. Diet. Assoc.*, pp. 92-582.

Birch, L.L. et al (1991). The variability of young children's energy intake. *N. Engl. J. Med.*, pp. 232-324.

Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics (1998). Cholesterol in childhood. *Pediatrics,* 101: 141-147.

Dietz, W.H. (1994). Critical periods in Child hood for the development of obesity. *Am. J. Clin. Nutr.*, pp. 56-955.

Falcigia, G.A. & Norton, P.A. (1994). Evidence for a genetic influence on preference for some foods. *J. Am. Diet. Assoc.*, pp. 94-154.

Gong, E. & Heald, F.I. (1994). Diet nutrition and adolescence. *In Shils, M.E. Olson, J.A. & Shike, M. (eds): Modern Nutrition in Health and Disease*, 8th ed. Philadelphia, Lea & Febiyer.

Gortmaker, S.L.et al (1993). Social and economic consequences of overweight in adolescence and young adulthood. *N. Engl. J. Med.*, pp. 329-1008.

Konopka, P. (1996). *Διατροφή και άθληση.* Εκδόσεις Salto, Θεσσαλονίκη.

Mahan, L.K. & Escott-Stump S. (1996). *Krause's Food Nutrition and Diet Therapy.* 9th Edition. W.B. Saunders Company, U.S.A.

Mahan, L.K. & Rosebrough, R.H. (1984). Nutritional requirements and nutritional status assessment in adolescence. In: Mahan, L.K. & Rees J.M.: *Nutrition in Adolescence*. St. Louis Times/ Mirror Mosby.

McGill, H.C. (1997). Childhood nutrition and adult cardiovascular disease. *Nutrition Reviews,* 55: 52-511.

Meyers, A.F. et al (1989). School breakfast program and school performance. *Am. J. Dis. Child,* pp. 143-1234.

Moore, C., Shulman, R. & Kerr, M. (1996). *Η παιδική διατροφή.* Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.

Moore, D.C. (1990). Body image and eating behavior in adolescent boys. *Am. J. Dis. Child,* pp. 144-475.

Μόρτογλου, Α. (1996). *Παχυσαρκία*. Advance Publishing, Αθήνα.

Μούγιος, Β. (1999). Θρεπτικά συστατικά και ενεργειακό ισοζύγιο. Στο Τσιλιγίρογλου- Φαχαντίδου, Α. και συν. (εκδ.): *Διατροφή Αθλουμένων*. Σημειώσεις ΤΕΦΑΑ, ΑΠΘ.

Μπίτσικας, Π. & Τράτσα, Μ. (2004, Ιούνιος). Πρωταθλητές Ευρώπης στα κιλά. *Βήμα: Science.* Α40-Α41.

Nestle, M. (1987). *Διατροφή και Κλινική Πράξη.* Εκδόσεις Παρισιανός, Αθήνα.

Pollitt, E. (1997). Iron deficiency and education deficiency. *Nutrition Reviews,* 55: 133-141.

Rees, J.M. (1984). *Nutrition in Adolescence.* St. Louis, Time/ Mirror Mosby.

Σαρρή, Κ. και συν. (1999). Συσχέτιση χρόνου παρακολούθησης τηλεόρασης και γυμναστικής με το ποσοστό σωματικού λίπους σε παιδιά δημοτικού.

Περιλήψεις 7ου Διεθνούς Συνεδρίου Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Κομοτηνή.

Τσιλιγκίρογλου-Φαχαντίδου, Α. (2002). Διατροφή και ανάπτυξη στη νηπιακή, παιδική και εφηβική ηλικία. Στο: Χασαπίδου, Μ. & Τσιλιγκίρογλου-Φαχαντίδου, Α.: *Διατροφή για Υγεία Άσκηση & Αθλητισμό*. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Whitney, E.N. & Rolfes, S.R. (1999). *Understanding Nutrition*. 8th Edition. Thomson Publishing Inc. U.S.A.

Χασαπίδου, Μ. & Τσιλιγκίρογλου-Φαχαντίδου, Α. (2002). *Διατροφή για Υγεία Άσκηση & Αθλητισμό*. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Κεφάλαιο 12	*Ασκηση και μυοσκελετικέςκακώσεις-στην παιδική ηλικία*

Α. Παπαβασιλείου BSc, MD, PhD
Ορθοπαιδικός – Χειρουργός
Διδάκτωρ Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Τα παιδιά δεν είναι μικρογραφία των ενηλίκων έχουν διαφορετική ψυχολογία, φυσιολογία και δυνατότητες του μυοσκελετικού τους συστήματος. Η συμμετοχή στις αθλητικές δραστηριότητες των νέων στο σχολείο ή σε συλλόγους έχει αυξηθεί εντυπωσιακά κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Αυτό έχει και ως αποτέλεσμα και την αύξηση των αθλητικών κακώσεων. Στις ΗΠΑ υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο, οι σχετιζόμενες με τον αθλητισμό κακώσεις στον παιδικό πληθυσμό που χρήζουν νοσηλεία, χειρουργική αντιμετώπιση ή απλώς έχουν ως αποτέλεσμα την απουσία από το σχολείο προσεγγίζουν σε αριθμό το ένα εκατομμύριο με το ανάλογο οικονομικό και κοινωνικό κόστος (Adirim TA και συν., 2003).
Σε μια πρόσφατη έρευνα οι μυοσκελετικές κακώσεις στον παιδικό πληθυσμό (ηλικίες 5-21 ετών) που είναι αποτέλεσμα αθλητικών δραστηριοτήτων αποτελούσαν το 41% των επισκέψεων στα επείγοντα των νοσοκομείων για αυτή την ηλικιακή ομάδα (Conn JM και συν., 2003, Boyce SH και συν., 2003).
Η ηλικία των 13 ετών είναι αυτή με το μεγαλύτερο αριθμό αθλητικών κακώσεων (Hambridge SJ και συν, 2002). Στην ηλικία αυτή τα παιδία είναι ανατομικά, φυσιολογικά και ψυχολογικά ανώριμα κάτι που τα κάνει πιο επιρρεπή σε τραυματισμούς.

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου μεταδώσει κάποιες βασικές αρχές βοηθώντας την κατανόηση, αντιμετωπιση και πρόληψη των αθλητικών κακώσεων στα παιδιά.

Βασικές Γνώσεις

Οστά

Τα οστά δε βρίσκονται πότε σε μεταβολική αδράνεια. Υφίστανται συνεχώς αποδόμηση και ανακατασκευή για να προσαρμοστούν σε καινούργιες μηχανικές συνθήκες που δημιουργούνται με την πάροδο του χρόνου (Παπαβασιλείου Β, 2002).
Η αύξηση των οστών σε μήκος και πάχος γίνεται με την εναπόθεση νέων στοιβάδων πάνω στις προϋπάρχουσες. Η αύξηση κατά πάχος γίνεται από το περιόστεο. Η αύξηση σε μήκος γίνεται στα μακρά οστά από τον συζευκτικό χόνδρο (Εικ. 1). Βλάβη του συζευκτικού χόνδρου προκαλεί διαταραχή ή αναστολή στην ανάπτυξη του οστού (Παπαβασιλείου Β, 2002). Η αύξηση σε μήκος των οστών συμπληρώνεται στα κορίτσια στην ηλικία των 14-16 ετών και στα αγόρια στην ηλικία των 16-18 ετών.
Η αύξηση των οστών προηγείται αυτής των μαλακών μορίων (μυών, τενόντων, νεύρων) με αποτέλεσμα μυϊκή ανισορροπία και ενίοται κακό συντονισμό κινήσεων στα παιδιά.

Κακώσεις

Υπάρχουν πολλών ειδών τραυματισμοί-κακώσεις που σχετίζονται με την αθλητική δραστηριότητα από ελαφριές έως πολύ σοβαρές.
Γενικά ως κάκωση ονομάζεται η βλάβη των ιστών του σώματος που προκαλείται από άμεση ή έμμεση βία (Αμπατζίδης Γ, 1998). Οι κακώσεις μπορούν να διακριθούν ανάλογα με την διάρκεια εφαρμογής και την ένταση της βίας σε κακώσεις από υπερχρησία και τραυματικές.

<u>ΤΡΑΥΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΚΩΣΕΙΣ</u>

-Κάταγμα

Κάταγμα ονομάζεται η μερική ή πλήρης λύση της συνέχειας του οστού και είναι αποτέλεσμα άμεσης ή έμμεσης βίας και συνοδεύονται από διάφορης έκτασης βλάβη στα παρακείμενα μαλακά μόρια (Παπαβασιλείου Β,2002, Αμπατζίδης Γ, 1998).

Στη παιδική ηλικία, τα οστά, είναι περισσότερο ελαστικά λόγω της μικρότερης περιεκτικότητας σε ανόργανα στοιχεία και γι αυτό παρατηρούνται 4 ιδιαίτεροι τύποι καταγμάτων.

1. Κάταγμα σαν σπασμένο χλωρό ξύλο
2. Απλή κάμψη του οστού χωρίς κάταγμα (πλαστική παραμόρφωση) (Εικ. 2)
3. Πτύχωση φλοιού του οστού δίκην σπείρας ή πόρπης
4. Επιφυσιόλυση-Επιφυσιολύσθηση

Η Επιφυσιόλυση-Επιφυσιολύσθηση χρήζουν ιδιαίτερης μνείας διότι είναι κάταγμα που οφείλεται σε δύναμη που δρα στο επίπεδο του συζευκτικού χόνδρου και γι αυτό είναι δυνατό να προκληθεί βλάβη σε αυτόν και διαταραχή στην ανάπτυξης του οστού. Σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Salter-Harris διακρίνονται έξι (I-VI) τύποι επιφυσιολύσθησης με τον τύπο II να είναι ο πιο συχνός (Εικ. 3, Εικ. 4).

-Διάστρεμμα

Διάστρεμμα ονομάζεται η βίαιη διάταση των συνδέσμων και του θυλάκου της άρθρωσης, που συχνά συνοδεύεται από διάφορης έκτασης και βαρύτητας ρήξεις (Αμπατζίδης Γ, 1998). Το διάστρεμμα είναι μια από τις συχνότερες κακώσεις στους νεαρούς και ενήλικες αθλητές.

Στους μικρότερους ηλικιακά και σκελετικά ανώριμους αθλητές, το διάστρεμμα είναι λιγότερο συχνό διότι η φορά της βίας θα ακολουθήσει την οδό με την μικρότερη αντίσταση που είναι ο συζευκτικός χόνδρος, με αποτέλεσμα το κάταγμα.

-Μυϊκές κακώσεις

Οι μυϊκές κακώσεις είναι αποτέλεσμα άμεσης ή έμμεσης βίας (Αμπατζίδης Γ, 1998). Οι άμεσες κακώσεις είναι αποτέλεσμα πλήξης του μυός. Οι έμμεσες κακώσεις οφείλονται σε βίαιη διάταση ή σύσπαση του μυός. Οι πιο συχνές εντοπίσεις είναι στον τετρακέφαλο και γαστροκνήμιο.

<u>ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΥΠΕΡΧΡΗΣΙΑ</u>

Η συμμετοχή στον αθλητισμό και πρωταθλητισμό τα τελευταία χρόνια μέσο των διαφόρων προγραμμάτων που είναι σχεδιασμένα να εντοπίσουν τους αυριανούς πρωταθλητές, ξεκινά όλο και σε νεότερη ηλικία (Higgins R και συν., 2006) Τα παιδιά δεν αποτελούν μικρογραφία των ενηλίκων και δυνατότητες του μυοσκελετικού τους συστήματος μπορούν να μεταβάλλονται κατά την διάρκεια της ανάπτυξης τους (Παπαβασιλείου Β, 2002). Έτσι, ένα παιδί που θα ψηλώσει 10 εκατοστά σε ένα έτος μπορεί να παρουσιάσει μυϊκή ανισορροπία και κακό συντονισμό κινήσεων και θα χρειαστεί χρόνο να προσαρμοστεί στα νέα δεδομένα και δυνατότητές του. Το χρονικό αυτό διάστημα είναι που ο κίνδυνος κακώσεων από υπερχρησία είναι και ο υψηλότερος (ΠΙΝΑΚΑΣ 1).

Η κάκωση από υπερχρησία οφείλεται σε επαναλαμβανόμενη, μικρής έντασης βία που καταπονεί τους ιστούς και προκαλεί βλάβες στα μαλακά μόρια και τα οστά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Κακώσεις από υπερχρησία σε αθλητές στην παιδική ηλικία

ΕΝΤΟΠΙΣΗ	ΑΘΛΗΜΑ	ΚΑΚΩΣΗ ΑΠΟ ΥΠΕΡΧΡΗΣΙΑ
Ώμος	Tennis	Συζευκτικός χόνδρος εγγύς Βραχιονίου
Αγκώνας	Baseball	Συζευκτικός χόνδρος έσω επικόνδυλου
Σπονδυλική Στήλη	Ενόργανη γυμναστική	Σπονδυλόλυση
Γόνατο	Ποδόσφαιρο, ποδηλασία, ρίψεις, άλματα	Osgood-Schlatter, Sinding-Larsen-Johansson
Ποδοκνημική	Ποδόσφαιρο	Νόσος του Sever

Κάταγμα από καταπόνηση (stress fracture)

Ονομάζονται τα κατάγματα που προκαλούνται από μικρής έντασης βία που δρα πολλές φορές πάνω σε φυσιολογικό οστό. Είναι πιο συχνά σε ενήλικες αλλά μπορεί να συμβούν και σε παιδία αθλητές. Εντοπίζονται όπως και στου ενήλικες στην κνήμη και τα μετατάρσια. Η διάγνωση πολλές φορές καθυστερεί μια και η απλή ακτινογραφία μπορεί να μην είναι διαγνωστική για αρκετές εβδομάδες από την έναρξη των συμπτωμάτων.

-Σπονδυλόλυση

Στη σπονδυλόλυση υπάρχει λύση της συνέχειας του οστού μεταξύ της άνω και κάτω αρθρικής απόφυσης του σπονδυλικού τόξου (Εικ. 5) (Παπαβασιλείου Β, 2002). Η λύση αφορά συνήθως και τους δύο ισθμούς. Εντοπίζεται συνήθως στον 5^{ο} Οσφυϊκό σπόνδυλο.
Αιτιολογία: Αποτελεί κάταγμα από καταπόνηση ύστερα από επαναλαμβανόμενους μικροτραυματισμούς.
Αντιμετώπιση: Αν τα συμπτώματα είναι ήπια εφαρμόζεται συντηρητική αγωγή.

Οστεοχονδρίτιδα-Αποφυσίτιδα

Ο όρος οστεοχονδρίτιδα καλύπτει μια ομάδα παθήσεων που προκαλούν βλάβες στον πυρήνα οστέωσης διαφόρων οστών. Ο πυρήνας γίνεται μαλακός, παραμορφώνεται, κομματιάζεται και τελικά αποκαθίσταται χωρίς όμως να αποκτά το φυσιολογικό του σχήμα. Ο τραυματισμός παίζει σημαντικό ρόλο στην πάθηση (Παπαβασιλείου Β, 2002, Αμπατζίδης Γ, 1998, Higgins R και συν., 2006). Οι οστεοχονδρίτιδες από έλξη (αποφυσίτιδες) παρατηρούνται στις αποφύσεις των οστών στα παιδιά, κάτω από την επίδραση ισχυρών έλξεων από του τένοντες που καταφύονται σε αυτές.

-Οστεοχονδρίτιδα κάτω πόλου της επιγονατίδος ή νόσος Sinding-Larsen-Johansson

Η οστεοχονδρίτιδα του κάτω πόλου της επιγονατίδας, οφείλεται στις επαναλαμβανόμενες κακώσεις από έλξη και εμφανίζεται συνήθως σε αγόρια ηλικίας 11 με 14 ετών που καταπονούν τον εκτατικό μηχανισμό του γόνατος (Medlar RC, Lyne ED, 1978). Συνυπάρχει με τενοντίτιδα του επιγονατιδικού τένοντα και παρατηρήται στους αθλητές αλμάτων (jumper's knee). Η θεραπεία είναι κατά κύριο λόγω συντηρητική.

-Αποφυσίτιδα κνημιαίου κυρτώματος ή νόσος Osgood-Schlatter

Η αποφυσίτιδα του κνημιαίου κυρτώματος παρουσιάζεται σε παιδιά ηλικίας 10-14 ετών συνήθως αγόρια. Οφείλεται σε επαναλαμβανόμενους μικροτραυματισμούς από έλξη που ασκούνται στο κνημιαίο κύρτωμα από τον επιγονατιδικό τένοντα που καταφύεται εκεί (Εικ. 6) (Dunn JF, 1990). Το άλγος εντοπίζεται στο κνημιαίο κύρτωμα το οποίο μπορεί να εμφανιστεί διογκωμένο. Η θεραπεία είναι συντηρητική με επίδεση με το γόνατο σε έκταση και μείωση των αθλητικών δραστηριοτήτων. Η πρόγνωση είναι καλή και η αποκατάσταση πλήρης.

-Αποφυσίτιδα πτέρνας ή νόσος του Sever

Είναι ανάλογη με τη αποφυσίτιδα του κνημιαίου κυρτώματος. Προκαλείται από επαναλαμβανόμενες βίαιες έλξεις του αχίλλειου τένοντα στην οπίσθια απόφυση της πτέρνας (Παπαβασιλείου Β, 2002).

ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗ ΖΕΣΤΗ

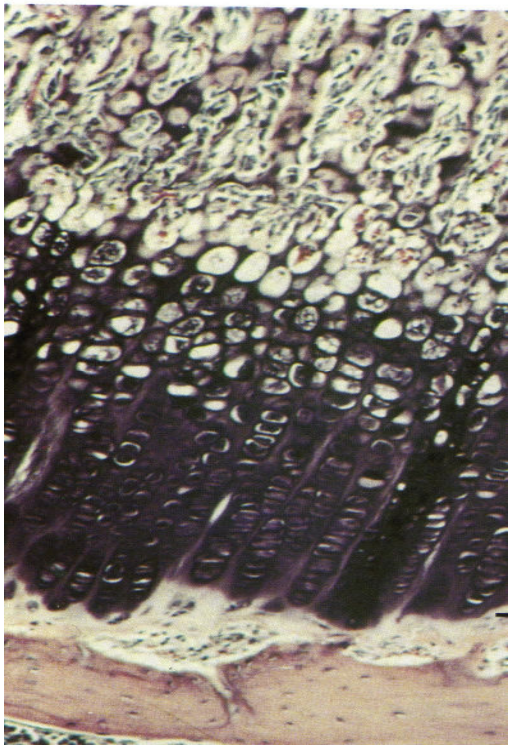
Τα παιδιά παρουσιάζουν ιδιαίτερη ευαισθησία σε υψηλές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια αθλοπαιδιών. Ο λόγος είναι ότι ιδρώνουν λιγότερο με αποτέλεσμα την μειωμένη ευεργετική επίδραση του εξατμιζόμενου ιδρώτα. Ακόμα , η θερμότητα που παράγουν κατά την άσκηση είναι αυξημένη λόγω του αυξημένου μεταβολισμού και παράγεται πιο γρήγορα από ότι στους ενήλικες. Γενικά τα παιδία εγκλιματίζονται πιο αργά στις ακραίες θερμοκρασίες και είναι πιο επιρρεπείς σε θερμοπληξία (Higgins R και συν., 2007).

Για την αποφυγή θερμοπληξίας συνιστάται η σωστή ένδυση, η άφθονη χορήγηση ισοτονικών υγρών και η αποφυγή της άσκησης μεταξύ 11:00 και 15:00 όταν αυτό είναι δυνατό.

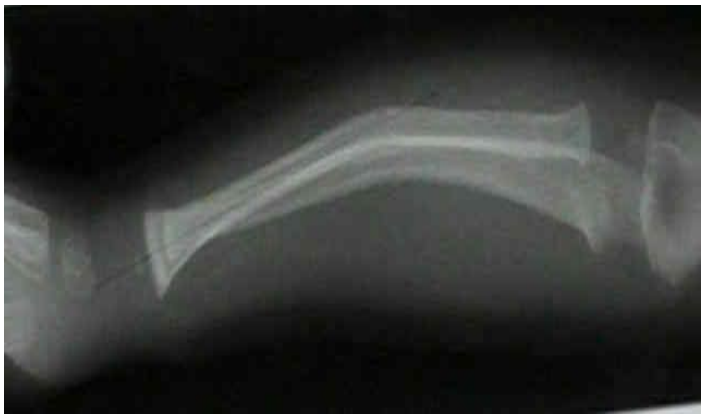
ΠΡΟΛΗΨΗ

Οι περισσότερες αθλητικές κακώσεις στην παιδική ηλικία παρότι είναι συχνές δεν είναι σοβαρές και είναι αυτοπεριοριζόμενες (Shanmugam C., Maffulli N, 2008). Για να μειωθούν στο ελάχιστο προτείνονται τα εξής μέτρα:

- Βασικός ιατρικός έλεγχος (καρδιαγγειακό) σε όλους τους αθλητές
- Ιατρικό ιστορικό (φαρμακευτική αγωγή, αλλεργίες)
- Επιβολή των κανόνων του αθλήματος σε όλους – FAIR PLAY
- Προστατευτικός εξοπλισμός
- Προθέρμανση
- Καλή γενική φυσική κατάσταση
- Οι αθλητές μεταξύ αντίπαλων ομάδων θα πρέπει να έχουν το ίδιο επίπεδο ωριμότητας σωματικά και ψυχολογικά
- Σωστό τερρέν

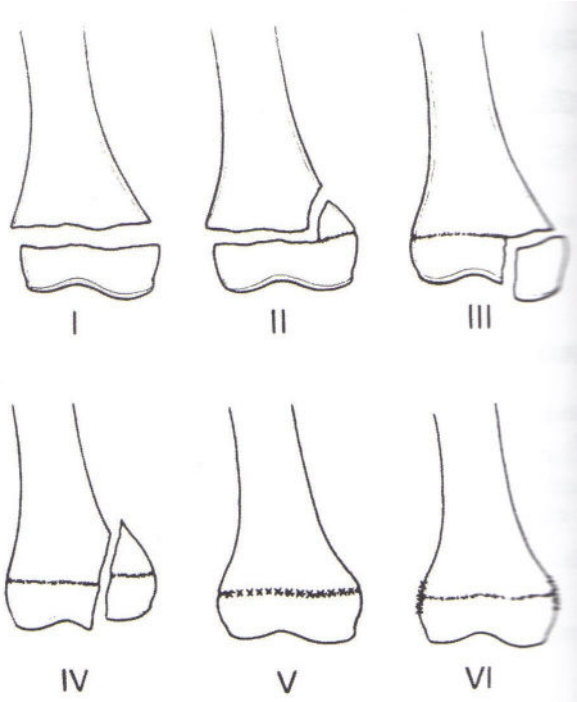


Εικ.1 Ιστολογικό παρασκεύασμα που απεικονίζει τις στοιβάδες του συζευκτικού χόνδρου (Αρχείο Α. Παπαβασιλείου-Διδακτορική Διατριβή)

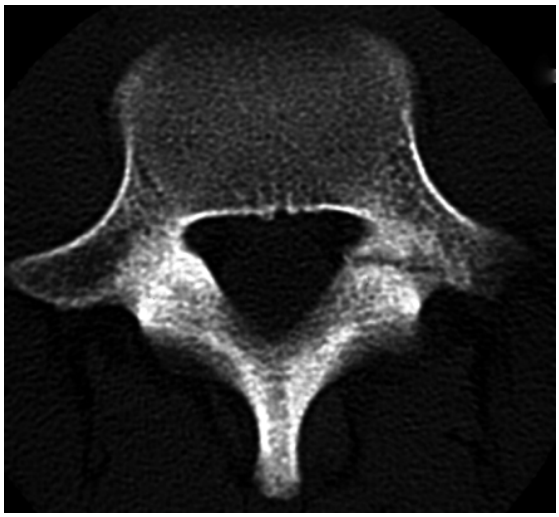


Εικ.2 Τα οστά κάμπτονται πέρα από το όριο της πλαστικής επαναφοράς χωρίς όμως να σπάσουν (Αρχείο Παπαβασιλείου)

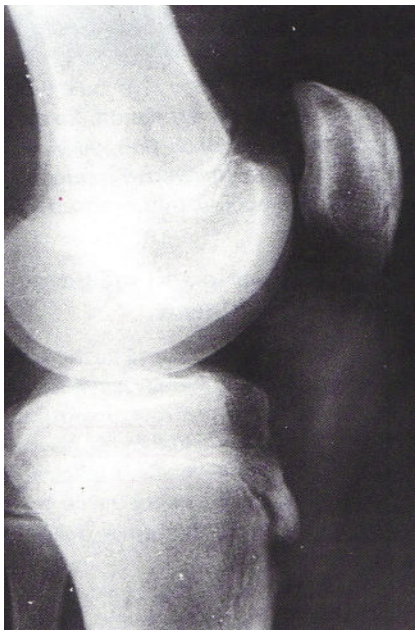
Εικ.3 Επιφυσιόλυση-Επιφυσιολίσθηση. Ο συζευκτικός χόνδρος αποτελεί τον ιστό μειωμένης αντίστασης μεταξύ της επίφυσης και μετάφυσης με αποτέλεσμα τον συχνό τραυματισμό (Αρχείο Παπαβασιλείου)



Εικ. 4 Ταξινόμηση κατά Salter-Harris



Εικ.5 Αξονική Τομογραφία που απεικονίζει ετερόπλευρη σπονδυλόλυση (Εικόνα από το JBJS-Br Vol.)



Εικ.6 Αποφυσίτιδα του κνημιαίου κυρτώματος (Αρχείο Παπαβασιλείου)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1.Adirim TA, Cheng TL. Overview of injuries in the young athlete. Sports Med. 2003;33:75-81.

2.Conn JM, Annest JL, Gilchrist J. Sports and recreation related injury episodes in the US population, 1997 1999. Inj Prev. 2003;9:117-123.

3.Boyce SH, Quigley MA. An audit of sports injuries in children attending an Accident & Emergency department. Scott Med J. 2003;48:88-90.

4.Hambridge SJ, Davidson AJ, Gonzales R, Steiner JF. Epidemiology of pediatric injury-related primary care office visits in the United States. Pediatrics. 2002;109:559-565.

5.Παπαβασιλείου Β., Ορθοπαιδική, Β Έκδοση, University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2003

6.Αμπατζίδης Γ., Αθλητικές Κακώσεις, University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 1998

7.Higgins R., Brukner P., English B, Essential Sports Medicine, Blackwell Publishing, Oxford, 2006

8. Medlar RC, Lyne ED. Sinding-Larsen-Johansson disease. Its aetiology and natural history. JBJS(A), 1978 Dec; 60(8) 1113-1116

9. Dunn JF. Osgood-Schlatter disease. *Am Fam Physician*. Jan 1990;41(1):173-6.

10. Shanmugam C., Maffulli N. Sports injuries in children Br Med Bull.2008; 86: 33-57

Κεφάλαιο 13	*Σχεδιασμός Προπόνησης*

Κοτζαμανίδης Χρήστος Ph.D. Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. Α.Π.Θ.

Βασικός στόχος του σχεδιασμού είναι η ρύθμιση των προπονητικών προσαρμογών στον χρόνο, ούτως ώστε να επιτευχθεί το ευνοϊκότερο επίπεδο ετοιμότητας του αθλητού στους αγώνες.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινισθεί ότι ο όρος προσαρμογή σημαίνει την διαδικασία βελτίωσης απόδοσης ενός προπονητικού στόχου, μέσο της προπονητικής επιβάρυνσης. Ακόμη οι προσαρμογές είναι δύο κατηγοριών (Zatziorsky 1997).

1. **Άμεσες** οι οποίες επιτυγχάνονται στην διάρκεια της προπονητικής μονάδας και είναι ασταθείς.
2. **Σταθερές** είναι αυτές που υλοποιούνται μετά από μακρόχρονη προπόνηση. Οι σταθερές προσαρμογές επιτυγχάνονται μέσο μεταφοράς των προσαρμογών από προπονητική μονάδα σε προπονητική μονάδα.

Η μεταφορά αυτή γίνεται, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, από προπονητική μονάδα σε προπονητική μονάδα με την προϋπόθεση ότι:

- Στις αναφερόμενες προπονητικές μονάδες καλλιεργείται ίδιος προπονητικός στόχος. Αυτό πρακτικά σημαίνει, ότι η μεταφορά προπονητικού αποτελέσματος έχει αυστηρά εξειδικευμένο χαρακτήρα και αναφέρεται μόνο στον προπονητικό στόχο που καλλιεργείται στις δοσμένες προπονητικές μονάδες. Για παράδειγμα, η διαδοχική προπόνηση ανά προπονητική μονάδα της προπόνησης ταχύτητας, προκαλεί μεταφορά μόνο της ταχύτητας.
- Ο συγκεκριμένος προπονητικός στόχος θα διενεργείται σε τακτά χρονικά διαστήματα και το ενδιάμεσο διάστημα μεταξύ των προπονητικών μονάδων δεν θα υπερβαίνει τις τρεις ημέρες (λεπτομέρειες στον μικρόκυκλο).

- Η μεταφορά του προπονητικού αποτελέσματος γίνεται αρχικά μέσα στον μικρόκυκλο, κατόπιν από μικρόκυκλο σε μικρόκυκλο και τελικά μέσο των περιόδων, του ετήσιου και των μακρόχρονων κύκλων.

- Η μεταφορά του προπονητικού αποτελέσματος δεν γίνεται συνεχώς αλλά έχει ένα καταληκτικό χρονικό σημείο, το οποίο εξαρτάται από κάθε προπονητικό στόχο. Ουσιαστικά δηλαδή, οι προσαρμογές του κάθε προπονητικού στόχου στην διάρκεια του ετήσιου κύκλου δεν γίνονται συνεχόμενα. Μετά από κάποιο χρονικό σημείο δηλαδή δεν επέρχεται βελτίωση της απόδοσης όσο και αν συνεχίζεται η αύξηση της επιβάρυνσης. Το σημείο αυτό μπορεί να ονομασθεί πλατό.

- Το διάστημα έλευσης του πλατό εξαρτάται από τον κάθε προπονητικό στόχο. Γενικά χρειάζεται ένα διάστημα 2-3 μηνών για την υλοποίηση του.

- Μετά το πλατό οι προσαρμογές πρέπει να σταθεροποιούνται. Δηλαδή η προπόνηση του σχετικού προπονητικού στόχου συνεχίζεται με σκοπό την σταθεροποίηση του προπονητικού αποτελέσματος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσο:

- Της μείωσης της συχνότητας η της εβδομαδιαίας επιβάρυνσης του προπονητικού στόχου.

- Της σταθεροποίησης της έντασης.

- Μετά την σταθεροποίηση μπορεί να σχεδιασθεί προπονητική επιβάρυνση που στόχο έχει την πρόκληση νέων προσαρμογών.

- Αυτή η διαδικασία επιβάρυνσης – προσαρμογής – μεταφοράς – πλατό – σταθεροποίησης μπορεί να επαναληφθεί 2-3 φορές τον χρόνο. Τα αντίστοιχα διαστήματα εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως η ηλικία, το προπονητικό επίπεδο, τον προπονητικό στόχο κ.λπ..

- Αν διακοπεί η προπόνηση μετά το πλατό, τότε άμεσα αρχίζουν να χάνονται οι προσαρμογές που έχουν αποκτηθεί. Αν μετά την διακοπή αρχίσει εκ νέου προπόνηση τότε το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα είναι η επανάκτηση του επιπέδου απόδοσης στο πλατό.

- Η διαδικασία μεταφοράς του προπονητικού αποτελέσματος (Verhosianski 1989) είναι πολύ καλά διευκρινισμένη σε επίπεδο περιόδου, αλλά είναι λιγότερο στον ετήσιο κύκλο και ακόμη λιγότερο η ελάχιστα στον

μακρόχρονο κύκλο. Βασική αιτία για το τελευταίο είναι ότι στις αναπτυξιακές ηλικίες δεν ισχύουν οι κανόνες περιοδικότητας που ισχύουν στους ενήλικες

- Σε σχέση με την υλοποίηση της μεταφοράς του προπονητικού αποτελέσματος η προπόνηση ταξινομείται στις παρακάτω χρονικές φάσεις (δομές):

Μικροδομή. Περιλαμβάνει:

- Την Προπονητική μονάδα
- Τον Μικρόκυκλο

Μεσοδομή. Περιλαμβάνει:

- Την Περίοδο προετοιμασίας
- Τον ετήσιο κύκλο

Μακροδομή. Περιλαμβάνει:

- Τον ηλικιακό κύκλο στις αναπτυξιακές ηλικίες που διαρκεί 2 χρόνια.
- Τον Ολυμπιακό κύκλο στους αθλητές υψηλού επιπέδου που διαρκεί τέσσερα χρόνια.
- Τον μακρόχρονο σχεδιασμό που διαρκεί 8-12 χρόνια, περικλείοντας όλη την αναπτυξιακή περίοδο.

1. Προπονητική μονάδα (Π.Μ.)

Η Π.Μ. αποτελεί τη μικρότερη χρονική φάση της προπονητικής διαδικασίας, η οποία ουσιαστικά αποτελεί και τη λειτουργική της μονάδα. Ο όρος λειτουργική μονάδα πρακτικά σημαίνει ότι όλες οι μορφολειτουργικές προσαρμογές προκαλούνται αρχικά στην Π.Μ. και κατόπιν μεταφέρονται μέσο των άλλων φάσεων του σχεδιασμού.

Οι προπονητικές μονάδες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

Π.Μ. ενιαίας κατεύθυνσης

Καλλιεργούν έναν και μοναδικό προπονητικό στόχο. Αντικειμενικός σκοπός είναι η εφαρμογή των ψηλότερων δυνατών επιβαρύνσεων για την επίτευξη συγκεκριμένων και μεμονωμένων προπονητικών στόχων. Για τους

παραπάνω λόγους είναι οι πλέον αποδοτικές για αθλητές υψηλής κατηγορίας και για αγωνίσματα στα οποία επιβάλλονται οριακές επιβαρύνσεις και επιδόσεις, όπως είναι ο στίβος, η κολύμβηση, η άρση βαρών κ.λπ. (Verhosianski 1989)

Π.Μ. πολλαπλής κατεύθυνσης

Στην κατηγορία αυτή καλλιεργούνται μέσα σε μία Π.Μ. περισσότεροι από ένας προπονητικοί στόχοι και διακρίνονται επίσης σε δύο κατηγορίες:

1. Π.Μ. με διαδοχική δομή.

Στις Π.Μ. αυτής της κατηγορίας οι ξεχωριστοί προπονητικοί στόχοι προπονούνται διαδοχικά ο ένας μετά τον άλλον, π.χ. πρώτα τεχνική και κατόπιν ταχύτητα.

Στη δόμηση όμως των προπονητικών στόχων θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι θα προηγούνται πάντα οι προπονητικοί στόχοι που βασίζονται κύρια στο νευρομυϊκό μηχανισμό και λιγότερο στον περιφερειακό ενεργειακό (μυϊκό) μηχανισμό.

Οι προπονητικοί στόχοι που έχουν σχέση με τον νευρομυϊκό μηχανισμό είναι:

- Η θεωρία
- Η τεχνική και η τακτική μάθησης
- Η προπόνηση Δύναμης (νευρογενούς τύπου, είτε είναι δυναμικού, είτε ισομετρικού τύπου και η πλειομετρική δύναμη), Ταχύτητας, Επιδεξιότητας, Ευκαμψίας
- Οι προπονητικοί στόχοι περιφερειακού χαρακτήρα είναι:
- Η προπόνηση αντοχής (αερόβια, αναερόβια)
- Η αντοχή δύναμης
- Η προπόνηση μυϊκής υπερτροφίας

♦ Η τελειοποιημένη τεχνική και τακτική, όταν εκτελούνται με επιβαρύνσεις αντοχής (ειδική αντοχή)

Συνοπτικά η δομή της Π.Μ. πρέπει να έχει την παρακάτω ακολουθία.

- Θεωρία
- Ευκαμψία
- Επιδεξιότητα
- Τεχνική Μάθησης
- Τακτική Μάθησης
- Προπόνηση Δύναμης Νευρογενούς Χαρακτήρα ή Ταχύτητας ή Πλειομετρία
- Προπόνηση Μυϊκής Υπερτροφίας ή Αντοχής ή Αντοχής Δύναμης.

Ερμηνευτικά στοιχεία*:*

- Τεχνική ή τακτική μάθησης θεωρείται η προπόνηση που στοχεύει στην μάθηση νέων κινήσεων. Ενώ προπόνηση τεχνικής και τακτικής τελειοποίησης είναι η προπόνηση που βελτιώνει και αυτοματοποιεί την κίνηση που βρίσκεται ήδη σε κατάσταση μάθησης.
- Σε περίπτωση που προγραμματίζονται ταυτόχρονα δύο η περισσότεροι προπονητικοί στόχοι τότε θα εκτελούνται με την σειρά που αναφέρονται.
- Η προπόνηση θεωρίας προηγείται πάντα.
- Στις περιπτώσεις όπου προπονητικοί στόχοι αναφέρονται στην ίδια αρίθμηση αλλά με διαζευκτικό τότε δεν εκτελούνται στην ίδια προπονητική μονάδα εκτός από ορισμένες περιπτώσεις που σχεδιάζονται συνδυαστικά προγράμματα δύναμης π.χ. Μ. Δύναμη (ενδομυϊκού χαρακτήρα), με ταχύτητα ή πλειομετρική προπόνηση. Ακόμη μετά από προπόνηση Μ. Δύναμης (νευρομυϊκού χαρακτήρα) μπορεί να προγραμματισθεί τεχνική ή τακτική τελειοποίησης.
- Η τεχνική ή τακτική τελειοποίησης μπορεί να προγραμματισθεί και μετά την προπόνηση ταχύτητας.
- Μετά από πλειομετρική προπόνηση δεν προγραμματίζεται κανένας προπονητικός στόχος.
- Ο συνδυαστικός σχεδιασμός δεν ισχύει μεταξύ των προπονητικών στόχων περιφερειακού χαρακτήρα, οι οποίοι τοποθετούνται πάντα στο τέλος

της Π.Μ. και ποτέ ταυτόχρονα. Επίσης κανένας άλλος προπονητικός στόχος δεν προγραμματίζεται μετά από αυτούς.

- Οι προπονητικοί στόχοι νευρογενούς χαρακτήρα προηγούνται όλων των άλλων γιατί όταν σχεδιάζονται ο οργανισμός δεν πρέπει να είναι κοπωμένος.

- Η κόπωση εκτός των άλλων κριτηρίων υπολογίζεται συνδυαστικά μέσο της συσσώρευσης του γαλακτικού οξέος που επιφέρει η άσκηση. Έτσι όταν σχεδιάζονται οι στόχοι νευρομυϊκού χαρακτήρα δεν πρέπει στην διάρκεια της εφαρμογής τους η συσσώρευση γαλακτικού οξέος να ξεπερνά το όριο του αναερόβιου κατωφλιού (4 mmol/l). Η διαδικασία αυτή ακολουθείται διότι είναι διαπιστωμένο ότι η κόπωση γενικότερα και οι υψηλές συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος ειδικότερα, δημιουργούν αρνητικές προϋποθέσεις για την πλήρη ανταπόκριση του μυός στον προγραμματισμό του κεντρικού νευρικού συστήματος (Jones 1983, Jones and Hunter 1983, Hakkinen et al. 1988, Moritani et al. 1985). Τελικό αποτέλεσμα θα είναι η κίνηση να μαθαίνεται λανθασμένα ή να μειώνεται η απόδοση αν πρόκειται για προπονητικό στόχο φυσικής κατάστασης νευρογενούς χαρακτήρα και ιδιαίτερα της εκρηκτικότητας.

- Στην περίπτωση που η κίνηση βρίσκεται στην φάση της τελειοποίησης ή έχει αυτοματοποιηθεί τότε η προπόνηση τεχνικής ή τακτικής μπορεί να σχεδιαστεί ως:

- προπόνηση ταχύτητας

- προπόνηση αντοχής ή αντοχής δύναμης,

- αρκεί η επιβάρυνση να έχει τις προδιαγραφές του αντίστοιχου προπονητικού στόχου.

- Ο παράγοντας που είναι σημαντικός για την αποτελεσματικότητα των Π.Μ. αυτής της κατεύθυνσης είναι το ποσοστιαίο μέρος του κάθε προπονητικού στόχου. Σύμφωνα με τον Platonov (1984), το ποσοστιαίο μέρος του κάθε προπονητικού στόχου που διενεργείται πρέπει να είναι σε ποσοστό τουλάχιστον του 45% της συνολικής διάρκειας προπόνησης που απαιτείται στην περίπτωση που ο προπονητικός στόχος διενεργείται μόνος

του. Δηλαδή, σε μια Π.Μ. διάρκειας 60 min, ένας προπονητικός στόχος πρέπει να διαρκέσει τουλάχιστον 25-30 min. Αυτό πρακτικά οριοθετεί και την χρονική σχέση των διαφόρων προπονητικών στόχων στην Π.Μ. Έτσι σύμφωνα με τους Duhley and Djamil, (1985) στις διαδοχικές προπονητικές μονάδες η διάρκεια των προπονητικών στόχων μπορεί να είναι η παρακάτω:

- Η προπόνηση τεχνικής μάθησης χρειάζεται περίπου 30min διδασκαλίας.
- Η προπόνηση αντοχής, 20-30min διάρκεια είτε με τη συνεχόμενη μορφή είτε με τη διαλειμματική.
- Η προπόνηση μέγιστης δύναμης, τουλάχιστον 60-80% του συνολικού αριθμού επαναλήψεων. Π.χ. αν χρειάζεται να γίνουν 6 σετ που συνολικά έχουν 60 επαναλήψεις, πρέπει να εκτελεσθούν 35-48 επαναλήψεις.
- Όταν στο πρόγραμμα σχεδιάζεται τεχνική και μέγιστη δύναμη, η τεχνική περιορίζεται στα κατώτατα όρια της 10-20min για να σχεδιασθούν τουλάχιστον 60-80min για τη δύναμη.
- 2 Π.Μ. με παράλληλη δομή.
- Στις Π.Μ. αυτής της κατηγορίας οι προπονητικοί στόχοι καλλιεργούνται ταυτόχρονα. Χρησιμοποιούνται:
- Για την παράλληλη ανάπτυξη πολλών προπονητικών στόχων π.χ. ταχύτητας συνδυαστικά με επιδεξιότητα και εκρηκτικότητα.
- Όταν επιδιώκεται ταυτόχρονα προπόνηση φυσικής κατάστασης, τεχνικής και τακτικής, π.χ. παιχνίδι χάντμπολ με βάρος 1 kg στα πόδια.

Η προπονητική μονάδα έχει όμως και μία γενικότερη δομή όπως φαίνεται παρακάτω (πίνακας 7.1):

Πίνακας 7.1: Δομή προπονητικής μονάδας.

1. Προθέρμανση
2. Ευκαμψία (προσαρμογή)
3. Επιδεξιότητα
4. Κύριο μέρος
5. Αποθεραπεία
   α. Δρομική
   β. Ευκαμψία (επαναφορά)

Ο σκοπός του κάθε δομικού στοιχείου της προπόνησης είναι:

Προθέρμανση. Σκοπός της προθέρμανσης είναι:

Η ανύψωση της εσωτερικής θερμοκρασίας, ούτως ώστε να μειωθούν οι αντιστάσεις του συνδετικού ιστού που περιβάλλει τους μύες για την αποφυγή τραυματισμών.

Τη συνολικότερη λειτουργική προετοιμασία του οργανισμού σε σχέση με τις επιβαρύνσεις που θα ακολουθήσουν στο κύριο μέρος.

Η προθέρμανση διαρκεί 10-15min. Δεν ταυτίζεται με την προπόνηση ευκαμψίας ούτε επηρεάζει το εύρος της κίνησης (Moller 1984). Στην προθέρμανση, η ένταση είναι χαμηλή 100-130 σφ/min και μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε είδους κινητική δραστηριότητα αρκεί να μην είναι έντονη και μεγάλου εύρους.

Ευκαμψία. Στην ευκαμψία αντίθετα επιδιώκεται η αύξηση του εύρους της κίνησης. Διαρκεί 10-15 min.

Κύριο μέρος. Στο κύριο μέρος εκτελείται το βασικό μέρος της προπόνησης είτε αφορά φυσική κατάσταση ή τεχνικο-τακτική προετοιμασία όπως αναλύθηκε παραπάνω.

Αποθεραπεία. Το στάδιο της αποθεραπείας διαρκεί 10-20 min. Σκοπός της αποθεραπείας είναι η ταχύτερη αποκατάσταση της λειτουργικής ικανότητας του οργανισμού μετά την κόπωση.

Περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Χαλαρό τρέξιμο.

- Ασκήσεις ευκαμψίας αποκατάστασης. Ο σκοπός της ευκαμψίας στην περίπτωση αυτή δεν είναι αναπτυξιακός, αλλά σκοπεύει στην αποκατάσταση του εύρους της κίνησης της άρθρωσης που η κόπωση ενδεχόμενα έχει μειώσει. Η διάρκειά της είναι μικρότερη σε σχέση με την ευκαμψία που αναφέρεται σαν ευκαμψία προσαρμογής. Με τη μορφή της αποκατάστασης η ευκαμψία εκτελείται και μεταξύ των σετ στην προπόνηση δύναμης, όπου σκοπεύει πάλι στην αποκατάσταση του αρχικού μήκους του μυός.
- Κατόπιν μπορεί να ακολουθήσει ντους, μασάζ, σάουνα.

2. Μικρόκυκλος (ΜΙΚ)

Η διάρκεια ενός ΜΙΚ είναι από 2 έως 10 προπονητικές μέρες. Συνήθως για λόγους κοινωνικού καταμερισμού εργασίας υπολογίζεται σε εβδομαδιαία βάση.

Για τη δόμηση ενός ΜΙΚ πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παρακάτω αρχές:

- Ρύθμιση της επιβάρυνσης. Θα πρέπει ανά Π.Μ. να καθοριστεί η διακύμανση της επιβάρυνσης ώστε να καθοριστούν οι ημέρες της κορύφωσης και της ανάληψης. Κορύφωση εννοείται ο προπονητικός στόχος που προκαλεί την μεγαλύτερη επιβάρυνση. Ο προπονητικός στόχος αυτός ποικίλει και εξαρτάται από την εκάστοτε περίοδο προετοιμασίας.
- Λειτουργική μεταφορά του προπονητικού αποτελέσματος. Το πιο σημαντικό στοιχείο σε έναν μικρόκυκλο είναι ότι δημιουργεί προϋποθέσεις για μεταφορά του άμεσου προπονητικού αποτελέσματος (προπονητικό κέρδος ή προσαρμογή από κάθε προπονητική μονάδα).

Αυτή η μεταφορά επιτυγχάνεται αποτελεσματικά μέσο της πολλαπλής εκτέλεσης Π.Μ. που περιλαμβάνουν τον ίδιο προπονητικών στόχων.

Για να υλοποιηθεί το παραπάνω θα πρέπει:

- Ο κάθε ΜΙΚ να έχει τουλάχιστον δύο λειτουργικά μέρη. Ως λειτουργικό μέρος ορίζεται το σύνολο των ημερών που περιλαμβάνονται μέχρι και την ημέρα της κορύφωσης. Με μοντέλο τους ενήλικες ένας ΜΙΚ με έξι

προπονητικές ημέρες με μία Π.Μ. / ημέρα, πρέπει να έχει δύο τουλάχιστον κορυφώσεις. Κατ' επέκταση δύο τουλάχιστον λειτουργικά μέρη. Στον ΜΙΚ αυτό η πρώτη κορύφωση μπαίνει την τρίτη ημέρα και η δεύτερη την έκτη ημέρα.

- Ακόμη, σε κάθε λειτουργικό μέρος περιλαμβάνονται οι ίδιοι προπονητικοί στόχοι.

- Η μεταφορά αυτή απαιτεί ο κάθε προπονητικός στόχος να επαναλαμβάνεται τουλάχιστον δύο φορές, δηλαδή σε έναν ΜΙΚ, ή μία τουλάχιστον σε κάθε λειτουργικό μέρος. Ο αριθμός των προπονητικών στόχων που μπορεί να επαναληφθεί σε κάθε ΜΙΚ σύμφωνα με τον Boba (1981), εξαρτάται από τη σχετική ένταση που απαιτείται για την επίτευξη των προσαρμογών του. Έτσι οι προπονητικοί στόχοι που απαιτούν σχετικά χαμηλές επιβαρύνσεις ή προκαλούν χαμηλό επίπεδο κόπωσης μπορούν να επαναληφθούν από 2-5 φορές. Τέτοιοι στόχοι είναι: η αερόβια ικανότητα, η ευκαμψία, η αντοχή στη δύναμη αερόβιου χαρακτήρα, η προπόνηση τεχνικής και τακτικής μάθησης και η επιδεξιότητα.

- Αντίθετα οι στόχοι που απαιτούν υψηλές εντάσεις καλλιεργούνται 2 και 3 φορές (μέγιστη δύναμη, δύναμη, ταχύτητα, αναερόβια ικανότητα, αντοχή δύναμης αναερόβιου χαρακτήρα και η τεχνική τακτική τελειοποίησης).

- Μεταξύ των δύο λειτουργικών μερών ή μετά από κάθε κορύφωση παρεμβάλλεται πάντα Π.Μ. με αναληπτική κατεύθυνση, ενεργητικού χαρακτήρα.

- Στο τέλος του ΜΙΚ τοποθετείται υποχρεωτικά ημέρα παθητικής ανάληψης.

3. Τοποθέτηση των προπονητικών στόχων στο ΜΙΚ. Η τοποθέτηση των προπονητικών στόχων δεν πρέπει να γίνεται τυχαία. Συγκεκριμένα:

- Οι προπονητικοί στόχοι που απαιτούν ξεκούραστο το νευρομυϊκό μηχανισμό πρέπει να τοποθετούνται πάντα στις ξεκούραστες ημέρες δηλαδή, μετά από ημέρες ενεργητικής ή παθητικής ανάληψης και ποτέ μετά από κορύφωση.

- Αντίθετα οι προπονητικοί στόχοι περιφερειακού χαρακτήρα τοποθετούνται χωρίς προκαθορισμένη σειρά. Ακόμη, οι προπονητικοί περιφερικοί στόχοι

που προκαλούν μεγάλες κοπώσεις μπορούν να τοποθετηθούν και ως στόχοι κορύφωσης, όπως για παράδειγμα η προπόνηση αναερόβιας ικανότητας ή μυϊκής υπερτροφίας.

4. Ο χρόνος διενέργειας της προπόνησης των διαφόρων στόχων. Στην περίπτωση αυτή διακρίνονται δύο καταστάσεις.

Η επιλογή του καλύτερου χρόνου ημερήσιας άσκησης. Σαν τέτοιος θεωρείται η περίοδος 10-12 π.μ. και 4-6 μ.μ. Η εμπειρία έδειξε ότι μπορεί να δημιουργηθούν και σε άλλες ώρες της ημέρας ευνοϊκές προϋποθέσεις αποτελεσματικής προπόνησης αρκεί να εκτελούνται για κάποιο σημαντικό διάστημα σε σταθερή ώρα (Platonov 1984).

Θα πρέπει οι προπονητικοί στόχοι που θεωρούνται εξειδικευμένοι με τον αγώνα, να εκτελούνται την ίδια ώρα με τον αγώνα. Σύμφωνα με τον Platonov (1984), η υπερανάληψη του κάθε προπονητικού στόχου επέρχεται την ίδια περίπου χρονική φάση της πρωταρχικής του διενέργειας. Αν ο χρόνος διενέργειας είναι ακανόνιστος, τότε ποτέ δεν είναι σίγουρο ότι αν η επιδιωκόμενη υπερανάληψη θα συμπέσει με την ώρα του αγώνα.

Ακόμη, αλλαγή της προπονητικής ώρας σημαίνει ότι ο χρόνος προσαρμογής στη νέα ώρα απαιτεί ένα διάστημα 3-4 εβδομάδων για τους προπονητικούς στόχους που έχουν νευρομυϊκό χαρακτήρα και 4-6 για αυτούς που έχουν περιφερικό λειτουργικό χαρακτήρα.

5. Σε μια προπονητική ημέρα

- Δεν καλλιεργούνται ίδιοι προπονητικοί στόχοι
- Δεν εφαρμόζονται δύο Π.Μ. με μέγιστη επιβάρυνση

6. Ρύθμιση του χρόνου επιβάρυνσης στο ΜΙΚ. Ανάλογα με την περίοδο ρυθμίζεται και η ημέρα της τελευταίας κορύφωσης. Συγκεκριμένα στην περίοδο προετοιμασίας η τελευταία κορύφωση δίνεται στην τελευταία ημέρα, ενώ στην αγωνιστική περίοδο δίνεται 1-2 ημέρες πριν τον αγώνα.

3. Ετήσιος σχεδιασμός

Ο ετήσιος σχεδιασμός των αναπτυξιακών ηλικιών σε αντίθεση με αυτή των ενηλίκων διαφέρει στα παρακάτω σημεία.

- Στους ενήλικες ο βασικός στόχος είναι η προετοιμασία για τους αγώνες.
- Αντίθετα για τις αναπτυξιακές ηλικίες βασικός στόχος είναι η κινητική μάθηση και η ανάπτυξη των κινητικών ικανοτήτων.
- Για τον παραπάνω λόγο δεν υπάρχουν και τάσεις για ενιαίες προτάσεις για τον ετήσιο σχεδιασμό της προπόνησης στην προεφηβική ηλικία. Για τον παραπάνω λόγο χρειάζεται συνολική αναπροσαρμογή και ο καθορισμός (ποιοτικός και ποσοτικός) των περιόδων προετοιμασίας.
- Ο σχεδιασμός προπόνησης περιλαμβάνει προπονητικούς στόχους που επιτρέπεται και μπορούν να καλλιεργηθούν στην προεφηβική ηλικία.
- Βασικό ζήτημα που τίθεται είναι αν θα πρέπει ανά περίοδο προετοιμασίας να υπάρχει καθορισμένο περιεχόμενο προπόνησης ή απλά να σχεδιάζονται προπονητικοί στόχοι (επιτρεπτοί) χωρίς καμία συγκεκριμένη περιοδικότητα. Απλά δηλαδή, τα παιδιά να γυμνάζονται. Η απάντησή μας είναι ότι τα περιεχόμενα προπόνησης κάθε περιόδου πρέπει να είναι συγκεκριμένα.
- Η διάρκεια της κάθε περιόδου πρέπει να είναι τόση όσο χρειάζεται για την επίτευξη προσαρμογών, των υπό σχεδιασμό προπονητικών στόχων.
- Η προσέγγιση αυτή προκαλεί και την βάση μίας αδρής περιοδικότητας, όπου οι προπονητικοί στόχοι θα καλλιεργούνται με την παρακάτω σειρά:
- Προηγούνται στον σχεδιασμό οι προπονητικοί στόχοι που ενισχύουν τον καρδιοκυκλοφορικό και μυοσκελετικό σύστημα (προπονητικοί στόχοι προστασίας, δηλαδή, ευκαμψία, επιδεξιότητα, δρομική αντοχή, ενδυνάμωση). Για τον παραπάνω λόγο η περίοδος που σχεδιάζονται λέγεται λειτουργική. Η σκοπιμότητα της περιόδου αυτής αντιστοιχεί με αυτή των περιόδων που αναφέρονται στην κλασσική προπονητική ως μεταβατική ή γενική περίοδος, που εκτός των άλλων είναι η προστασία του οργανισμού από τις εν γένει κακώσεις. Έχει αποδειχθεί ότι αθλητές ανεξαρτήτως ηλικίας, που ακολουθούν

τέτοιου είδους σχεδιασμούς παρουσιάζουν πολύ μικρότερη συχνότητα τραυματισμών (Cahil and Griffith 1978).

- Ακολουθούν οι προπονητικοί στόχοι που απαιτούν υψηλότερες εντάσεις π.χ. δύναμη, ταχύτητα. Η περίοδος που περιλαμβάνει αυτούς τους στόχους μπορεί να λεχθεί και ως εποικοδομητική.

- Ο σχεδιασμός αυτός δεν σχετίζεται καθόλου με την αγωνιστική ετοιμότητα και δεν λαμβάνει καθόλου υπόψη το ενδεχόμενο αγωνιστικό πρόγραμμα.

- Για πρόκληση ενδιαφέροντος και μόνο σε τακτά διαστήματα (ανά περίοδο ή ανά δίμηνο), οργανώνονται φεστιβαλικές εκδηλώσεις με αγωνιστικό περιεχόμενο ποικίλης μορφής. Εν πάση περιπτώσει για τέτοιου είδους εκδηλώσεις δεν υπάρχει περιοριστικός κανόνας.

- Το αγωνιστικό πρόγραμμα παίρνει πιο συγκεκριμένες μορφές με την αύξηση της ηλικίας και ειδικότερα στις ηλικίες 10-12 χ, αλλά πάντα με ***σεβασμό*** στους κανόνες ανάπτυξης της δοσμένης ηλικίας.

- Η διάρκεια του ετήσιου κύκλου προτείνεται να είναι δέκα έως 11 μήνες.

- Τον ετήσιο κύκλο μπορούμε να τον διακρίνομε σε τρεις περιόδους: Την Λειτουργική περίοδο, την εποικοδομητική και την αγωνιστική. Η κάθε περίοδος διακρίνεται σε μικρότερες περιόδους που ονομάζονται φάσεις και έχουν διάρκεια ενός μήνα. Η κάθε φάση με την σειρά της ταξινομείται σε τέσσερις μικρόκυκλους της μίας εβδομάδας.

- Στους μικρόκυκλους με τρεις προπονητικές μονάδες, ο πιο ευνοϊκός σχεδιασμός είναι με μία η μέρα ανάπαυλας μεταξύ των προπονητικών μονάδων.

- Στους ΜΙΚ με τέσσερις προπονητικές μονάδες να σχεδιάζεται μία ανάπαυλα μεταξύ τρίτης και τέταρτης ημέρας.

Ανά ηλικιακή περίοδο στην διάρκεια της παιδικής ηλικίας ο ετήσιος σχεδιασμός μπορεί να έχει την παρακάτω δομή.

Ηλικιακή περίοδος 7-8 χρόνων

Λειτουργική περίοδος

1. Οι κύριοι στόχοι στην λειτουργική περίοδο ειδικά για την ηλικιακή περίοδο αυτή είναι κατά σειρά προτεραιότητας:
2. Η προπόνηση συναρμοστικών ικανοτήτων
3. Η προπόνηση κινητικών δεξιοτήτων
4. Η προπόνηση γενικής αντοχής
5. Η προπόνηση αντοχής δύναμης με την μορφή της κυκλικής προπόνησης.

Η διάρκεια της περιόδου αυτής είναι τέσσερις μήνες με τέσσερις φάσεις. Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικοί μικρόκυκλοι.

Πρώτη φάση

Πιν 7.2 Μικρόκυκλος 1^{ης} φάσης

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση	Προθέρμανση	Προθέρμανση
Ευκαμψία	Ευκαμψία	Ευκαμψία
Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα
Μάθηση τεχνικής βαδίσματος και τρεξίματος- Γενική Αντοχή	Μάθηση τεχνικής βαδίσματος και τρεξίματος- Γενική Αντοχή	Μάθηση τεχνικής βαδίσματος και τρεξίματος- Γενική Αντοχή

Δεύτερη φάση

Πιν 7.3 Μικρόκυκλος 2^{ης} Φάσης

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση	Προθέρμανση	Προθέρμανση
Ευκαμψία	Ευκαμψία	Ευκαμψία
Επιδεξιότητα	Κινητικές Δεξιότητες	Επιδεξιότητα
Γενική αντοχή Διαλειμματική	Γενική αντοχή συνεχόμενη	Γενική αντοχή Διαλειμματική

Τρίτη φάση

Σκοπός της φάσης αυτής είναι η εισαγωγή στην αντοχή δύναμης και η δυνατότητα των παιδιών να τρέχουν συνεχόμενα

Πιν 7. Μικρόκυκλος 3^{ης} φάσης

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση	Προθέρμανση	Προθέρμανση
Ευκαμψία	Ευκαμψία	Ευκαμψία
Επιδεξιότητα	Κινητικές Δεξιότητες	Επιδεξιότητα
Γενική αντοχή Συνεχόμενη	Κυκλική Προπόνηση Αντοχής Δύναμης	Γενική αντοχή Συνεχόμενη

4^{η} φάση

Χαρακτηριστικό της φάσης αυτής φάσης είναι η συμμετοχή σε αγωνιστικά τουρνουά διαφόρων αγωνισμάτων

Πιν 7.4 . 4ος Μικρόκυκλος

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση	Προθέρμανση	Προθέρμανση
Ευκαμψία	Ευκαμψία	Ευκαμψία
Επιδεξιότητα (ΧΔΤ)	Κινητικές Δεξιότητες	Επιδεξιότητα (ΧΔΤ)
Αγώνες ποικίλου ενδιαφέροντος	Κυκλική Προπόνηση Αντοχής Δύναμης	Αγώνες ποικίλου ενδιαφέροντος

Εποικοδομητική περίοδος

Κύρια έμφαση στην περίοδο αυτή δίνεται στην αντοχή δύναμης και στο ότι η προπόνηση δεξιοτήτων αποκτά πιο εξειδικευμένο χαρακτήρα σε σχέση με το κάθε άθλημα

Φάσεις 1-2

Πιν 7.5 Μικρόκυκλοι 1-3 και των 2 φάσεων

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση	Προθέρμανση	Προθέρμανση
Ευκαμψία	Ευκαμψία	Ευκαμψία
Κινητικές Δεξιότητες γενικού και ειδικού χαρακτήρα	Επιδεξιότητα	Κινητικές Δεξιότητες γενικού και ειδικού χαρακτήρα
Αντοχή δύναμης με κυκλική προπόνηση	Γενική αντοχή συνεχόμενη	Αντοχή δύναμης με κυκλική προπόνηση

Πιν 7.6, 4^{ος} Μικρόκυκλος των δύο πρώτων φάσεων

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση	Προθέρμανση	Προθέρμανση
Ευκαμψία	Ευκαμψία	Ευκαμψία
Κινητικές δεξιότητες	Επιδεξιότητα	Κινητικές δεξιότητες
Αγώνας	Αντοχή δύναμης	Αγώνας

Αγωνιστική Περίοδος

Πιν 7.4 Μικρόκυκλοι Αγωνιστικής Περιόδου

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση	Προθέρμανση	Προθέρμανση
Ευκαμψία	Ευκαμψία	Ευκαμψία
Ταχύτητα	Κινητικές δεξιότητες εξειδικευμένου αγωνίσματος	Ταχύτητα
Αγώνας	Αγώνας	Αγώνας

Ηλικιακή περίοδος 9-10 χρόνων

Δεν παρουσιάζονται ουσιαστικές διαφοροποιήσεις στους στόχους της περιόδου 7-8 χ

Λειτουργική περίοδος

Πρώτη φάση

Πιν 7.6. Μικρόκυκλοι 1ης φάσης

Πρώτη*	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση	Προθέρμανση	Προθέρμανση
Ευκαμψία	Ευκαμψία	Ευκαμψία
Επιδεξιότητα	Κυρίως δεξιότητες αθλήματος	Επιδεξιότητα
Γενική Αντοχή Συνεχόμενη	Γενική Αντοχή Συνεχόμενη	Γενική Αντοχή Συνεχόμενη

Δεύτερη φάση

Πιν 7.7 1-3ος Μικρόκυκλος 2ης Φάσης

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία
Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα
Κινητικές δεξιότητες	Κινητικές Δεξιότητες	Κινητικές δεξιότητες
Γενική αντοχή Διαλειμματική	Κυκλική Προπόνηση	Γενική αντοχή Διαλειμματική

Πιν 7.8 4^{ος} Μικρόκυκλος 2^{ης} Φάσης

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία
Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα
Κινητικές δεξιότητες	Κινητικές Δεξιότητες	Κινητικές δεξιότητες
Γενική αντοχή Διαλειμματική	Αντοχή δύναμης στο 30% της ΜΒΔ	Γενική αντοχή Διαλειμματική

Τρίτη φάση

Πιν 7.9 1-2^{ος} Μικρόκυκλος

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία
Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα
Κινητικές δεξιότητες	Κινητικές Δεξιότητες	Κινητικές δεξιότητες
Γενική αντοχή Διαλειμματική	Αντοχή δύναμης στο 30% της ΜΒΔ κυκλικά	Γενική αντοχή Διαλειμματική

Πιν 7.10 3-4^{ος} Μικρόκυκλος

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία
Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα
Κινητικές δεξιότητες	Κινητικές Δεξιότητες	Κινητικές δεξιότητες
Αντοχή δύναμης στο 30% της ΜΒΔ, Κυκλικά	Γενική αντοχή Διαλειμματική	Αντοχή δύναμης στο 30% της ΜΒΔ Κυκλικά

Εποικοδομητική περίοδος

Πιν 7.12 Αντιπροσωπευτικοί Μικρόκυκλοι

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία
Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα	Επιδεξιότητα
Κινητικές δεξιότητες/ Αγώνας	Κινητικές Δεξιότητες/ Αγώνας	Κινητικές δεξιότητες/ Αγώνας
Αντοχή δύναμης στο 30% της ΜΒΔ, Κυκλικά	Αντοχή δύναμης στο 30% της ΜΒΔ, Κυκλικά	Αντοχή δύναμης στο 30% της ΜΒΔ Κυκλικά

Αγωνιστική περίοδος

Πιν 7.13 Αντιπροσωπευτικοί Μικρόκυκλοι

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**
Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία
Ταχύτητα	Ταχύτητα	Ταχύτητα
Κινητικές δεξιότητες	Κινητικές Δεξιότητες	Κινητικές δεξιότητες
Αγώνας	Αντοχή δύναμης στο 30% της ΜΒΔ, Κυκλικά	Αγώνας

Σκοπός της φάσης αυτής είναι η εισαγωγή στην αντοχή δύναμης και η δυνατότητα των παιδιών να τρέχουν συνεχόμενα

Ηλικιακή περίοδος 11-12 χρόνων

Λειτουργική περίοδος

Πρώτη φάση

Πιν 7.14. Μικρόκυκλοι 1ης φάσης

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**	**Τέταρτη**
Προθέρμανση	Προθέρμανση	Προθέρμανση	Προθέρμανση
Ευκαμψία	Ευκαμψία	Ευκαμψία	Ευκαμψία
Επιδεξιότητα / δεξιότητες	Τεχνική	Επιδεξιότητα/ δεξιότητες	Τεχνική
Γενική Αντοχή Συνεχόμενη	Κυκλική Προπόνηση	Γενική Αντοχή Συνεχόμενη	Κυκλική Προπόνηση

Δεύτερη/ Τρίτη φάση

Πιν 7.15 1-4ος Μικρόκυκλος 2ης Φάσης

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**	**Τέταρτη**
Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία
Επιδεξιότητα Κινητικές δεξιότητες	Τεχνική	Επιδεξιότητα Κινητικές δεξιότητες	Τεχνική
Γενική αντοχή Διαλειμματική	Αντοχή δύναμης στο 30% της ΜΒΔ, Κυκλικά	Γενική αντοχή Συνεχόμενη	Αντοχή δύναμης στο 30% της ΜΒΔ, Κυκλικά

Εποικοδομητική Περίοδος

Πρώτη/ Δεύτερη Φάση

Πιν 7.16. 1-8ος Μικρόκυκλος

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**	**Τέταρτη**
Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία
Επιδεξιότητα Κινητικές δεξιότητες	Τεχνική	Επιδεξιότητα Κινητικές δεξιότητες	Τεχνική
Γενική αντοχή Διαλειμματική	Αντοχή δύναμης στο 50-70% της ΜΒΔ, Κυκλικά	Γενική αντοχή Συνεχόμενη	Αντοχή δύναμης στο 50-70% της ΜΒΔ, Κυκλικά

Τρίτη φάση

Πιν 7.17. 8-12ος Μικρόκυκλος

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**	**Τέταρτη**
Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία
Τεχνική/ Τακτική	Τεχνική/ Τακτική	Τεχνική/ Τακτική	Τεχνική/ Τακτική
Αναερόβια Προπόνηση	Αντοχή δύναμης στο 50-60% της ΜΒΔ, Κυκλικά	Αναερόβια Προπόνηση	Αντοχή δύναμης στο 50-60% της ΜΒΔ, Κυκλικά

Αγωνιστική περίοδος

Πρώτη φάση

Πιν 7.18. 1-8ος Μικρόκυκλος

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**	**Τέταρτη**
Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία
Τεχνική/ Τακτική Αγώνας	Ταχύτητα	Τεχνική/ Τακτική	Ταχύτητα
Αντοχή δύναμης στο 50-70% της ΜΒΔ, Κυκλικά	Τεχνική/ Τακτική Αγώνας	Αντοχή δύναμης στο 50-70% της ΜΒΔ, Κυκλικά	Τεχνική/ Τακτική Αγώνας

Τρίτη φάση

Πιν 7.19. 8-12ος Μικρόκυκλος

Πρώτη	**Δεύτερη**	**Τρίτη**	**Τέταρτη**
Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία	Προθέρμανση/ Ευκαμψία
Τεχνική/ Τακτική Αγώνας	Ταχύτητα	Τεχνική/ Τακτική	Ταχύτητα
Αλτικές ασκήσεις	Τεχνική/ Τακτική Αγώνας	Αλτικές Ασκήσεις	Τεχνική/ Τακτική Αγώνας

Βιβλιογραφία

Adams E. H (1938) A comparative anthropometric study of hard labor during youth as a stimulator of physical growth of young colored women. *Res Quart 9*:102-108

Bar Or (1983). *Sports Medicine for Practitioner*. New York

Beyer H. G. (1896)The influence of exercise on growth. *J Exp Med 1*: 546-558

Brady T. A., Cahill and Bodnar C.: Weight training related injuries. *Am J Sports Med 10:*1-5, 1982.

Bringmann W. (1980). Wirkungen von trainingbelastungen auf leistungsbezogene parameter des schulkindes. In: *Theorie und Praxis der Korper Kultur 29*:7 pp. 516-519

Brook C. (1982). *Growth Assessment in Childhood and Adolescence*. Blacwel Scientific Publications

Clarke D., Clarke H. (1970).*Research processes in Physical Education Recreation and Health*: Prentice-Hall, Inc. Engelewood Cliffs, New Jersey

Clarke H., Petersen K. (1961) Contrast of Maturational Structural and Strength Characteristics of Athletes and Nonathletes 10 to 15 Years of Age. *Res Quart 32* (2):163

Ekblom B. (1969) Effect of physical training in adolescence boys. *J Appl Physiol 27*: 350-355

Ganong W. (1985) Review of Medical Physiology. Μετάφραση στην ελληνική έκδοση από τις επιστημονικές εκδόσεις Γρ. Παριζιάνος με τίτλο *"Ιατρική Φυσιολογία*", Αθήνα

Germanescu, (1989). International handball federation. *Symposium Portugal*.

Harre D and team of writers. (1987)Μετάφραση και επιμέλεια στην ελληνική έκδοση από το Β. Κλεισούρα με τίτλο *"Θεμελιώσεις Αθλητικής Προπόνησης"*, Αθήνα

Kobayashi K., Kitamura k., Miura et al. (1978).Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: A longitudinal study. *J Appl Physiol 44*: 666-672

Kotzamanidis, Ch., (1985). Optimizizane na polkotovka na gritzki handbalisti. Sofia. (*Διδακτορική διατριβή*)

Kotzamanidis, Ch., Doganis, G., Hatziharistos, (1989). *Aspects of player*

Malina R.: Human growth maturation and regular physical activity: Advances in *Pediatric Sport Sciences*. Vol 1, Biological issues. Human Kinetics Publishers Inc. 1984.

Martin, D., (1994). *Προπόνηση στην παιδική και εφηβική ηλικία*. Εκδόσεις Σάλτο, Θεσσαλονίκη.

Micheli L (1984). Sport injuries in the young athlete: Questions and controversies. In L.J. Micheli (Ed). *Pediatric and Sport Medicine* (pp 1-9) Boston

Milicer H., Denisiuk L.: "The physical development of youth". In *International research in part and physical education, edited by E. Jokl and E. Simon*, pp. 262-285. Springfield, IL: Thomas, 1964.

Novotny V.: Veranderungen des knochenalters im verlauf einer mehrjahrigen sportlichen belastung. *Med u Sport 21*:44-47, 1981.

Ratzev, K., (1982). *Optimizirane na polkotofka na mlandide sportisti*. Sofia

Rowland T. W (1994). *Developmental Exercise Physiology*.

Schwartz L., Britten R. H., Thompson L. R. (1928) Studies in physical development and posture. 1. The effect of exercise on the physical condition and development of adolescent boys. *Pub Health Bull 179*:1-38.

Tanner J. (1962) *Growth at adolescence* (2nd ed). Oxford: Blackwell

Zatziorsky, (1968*). Kibernetica sport i mathematica*. Moscva.

Blimkie C.(1992). Resistance training during pre-and early puberty: Efficacy, trainability, mechanisms, and persistence. *Can. J. Sport Science, 17:4* 264-279.

Ζάκας Θ., Βαμβακούδης Ευστ. (1987). Ανάστημα και σωματικό βάρος παιδιών ηλικίας 6-12 χρόνων επαρχίας και Θεσσαλονίκης. *Poster στο 7ο Βαλκανικό Αθλητιατρικό Συνέδριο, Αθήνα*

Ζάκας Θ. (1990). Η επίδραση της προπόνησης στα επίπεδα ορμονών και σε νευρομυϊκές προσαρμογές σε αγόρια προεφηβικής και εφηβικής ηλικίας. *Διδακτορική διατριβή*, Θεσσαλονίκη