

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ
ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΤΩΝ ΑΝΩ ΑΚΡΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ
ΑΝΩΤΑΤΟΥ ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ
ΗΛΙΚΙΑΣ 18-22 ΕΤΩΝ

ΤΟΥ
Μπίλιου Πέτρου

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Άσκηση και Ποιότητα Ζωής» των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας στην κατεύθυνση «Μεγιστοποίηση Αθλητικής Απόδοσης ή Επίδοσης».

ΚΟΜΟΤΗΝΗ

2008

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:

1^{ος} Επιβλέπων: Σούλας Δημήτριος, Αναπλ. Καθηγητής

2^{ος} Επιβλέπων: Ταξιλδάρης Κυριάκος, Καθηγητής

3^{ος} Επιβλέπων: Γεροδήμος Βασίλειος, Λέκτορας



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 6524/1
Ημερ. Εισ.: 06/05/2010
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
613.711
ΜΠΙ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000102789

©2008

Μπίλιου Πέτρου

ALL RIGHTS RESERVED

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μπίλιος Πέτρος: Σύγκριση διαφορετικών περιοδικών προγραμμάτων βελτίωσης της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων φοιτητών Α.Σ.Ε.Ι ηλικίας 18-22 ετών.
(Υπό την επίβλεψη του Αναπλ. Καθηγητή Σούλα Δημητρίου)

Σκοπός της μελέτης ήταν να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα, της γραμμικής και της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας, στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης σε νεαρούς φοιτητές Ανώτατου Στρατιωτικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος. Το δείγμα αποτέλεσαν σαράντα πέντε ($n = 45$) φοιτητές, ηλικίας 18-22(± 1) ετών, οι οποίοι τυχαία χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, της γραμμικής περιοδικότητας (ΓΠ) ($n = 15$), της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας (ΗΜΓΠ) ($n = 15$) και της ομάδας ελέγχου (ΟΕ) ($n = 15$). Η ομάδα (ΓΠ) ασκούσαν τρεις φορές εβδομαδιαίως, για οκτώ εβδομάδες και ανά δύο μείωνε τις επαναλήψεις (10-4) και αύξανε την ένταση (70-90% 1RM). Η ομάδα (ΗΜΓΠ) ακολουθούσε το ίδιο γενικό μοντέλο προπόνησης, σχετικά ίσης ποσότητας και έντασης με την ομάδα (ΓΠ), ενώ άλλαζε σε ημερήσια βάση τις επαναλήψεις (15-2) και την ένταση (60-95% 1RM). Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης με δυο παράγοντες και επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Οι ομάδες (ΓΠ) και (ΗΜΓΠ) παρουσίασαν σημαντικές αυξήσεις της μέγιστης δύναμης στις πιέσεις πάγκου, $8.1 \pm 1.2\%$, και $10.8 \pm 1.7\%$, αντίστοιχα ($p < 0.01$) ενώ καμιά αλλαγή δεν παρατηρήθηκε στην ομάδα ελέγχου (ΟΕ). Η σωματική μάζα και το λίπος μειώθηκαν σημαντικά το ίδιο σε όλες τις ομάδες ($p < 0.01$). Καμιά μεταβολή δε φάνηκε στην άλιπη μυϊκή μάζα. Συνοψίζοντας, η γραμμική και η ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα είναι εξίσου αποτελεσματικές στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων, μειώνουν τη σωματική μάζα και το λίπος, ενώ δεν επιδρούν στην άλιπη μάζα.

Λέξεις Κλειδιά: Περιοδικότητα, Προπόνηση αντιστάσεων, Μέγιστη δύναμη

ABSTRACT

Petros Bilios: Comparison of a linear and daily undulating periodized training program for maximal strength in male air force cadets.
(Under the supervision of Associate Professor Soulas Dimitrios)

The purpose of present study was to compare a Linear (LP) and a Daily Undulating Periodized (DUP) strength training program aiming to increase maximal strength. Forty five healthy male cadets of the Hellenic Air Force Academy (aged 18-22 y) were randomly assigned to a LP group (n=15, height: 176.3 ± 6.8 cm, body mass: 77.0 ± 9.6 kgr; mean \pm SD), a DUP group (n=15, 176.2 ± 5.0 cm, 77.2 ± 7.3 kgr) or a control (C) group (n=15, 176.5 ± 8.5 cm, 75.5 ± 9.0 kgr). One repetition maximum (1RM) bench press strength and body composition were measured before and after 8 weeks of bench press training that involved four sets three times per week. Every two weeks, the LP group gradually decreased the repetitions (from 10 to 4) and increased resistance (from 70% to 90% of 1RM), while the DUP group followed the same pattern, but also altered the repetitions (2 -15) and load of training (60-95% of 1RM) on a daily basis. The weekly volume and intensity were equated for each training program. Data were analyzed using a two Way analysis of variance with repeated measures. Body fat and body mass were similarly decreased in all groups ($p < 0.01$), but fat free mass remained unchanged. A significant but similar improvement in 1 RM bench press strength was observed in the two experimental groups but not in C (LP: $8.1 \pm 1.2\%$, DUP: $10.8 \pm 1.7\%$, C: $2.3 \pm 2.1\%$). This data suggest LP and DUP strength training is equally effective in increasing maximal bench press strength in healthy young males.

Key Words: 1RM, resistance training, periodization

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	i
Περίληψη στην Αγγλική Γλώσσα.....	ii
Πίνακας Περιεχομένων.....	iii
Κατάλογος Πινάκων.....	iv
Κατάλογος Σχημάτων.....	v
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
Σκοπός.....	4
Λειτουργικοί ορισμοί.....	4
Περιορισμοί της έρευνας.....	6
Οριοθετήσεις της έρευνας.....	6
Ερευνητικές υποθέσεις.....	6
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	8
Δύναμη.....	8
Αρχή της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης.....	10
Αρχή της αυξανόμενης εξειδίκευσης.....	14
Αρχή της παραλλαγής της προπονητικής επιβάρυνσης.....	18
Περιοδικότητα.....	20
Φυσιολογικές βάσεις της περιοδικότητας.....	25
Κύκλοι της περιοδικότητας.....	28
Περίοδοι της περιοδικότητας.....	31
Φάσεις της περιοδικότητας.....	34
Γραμμική περιοδικότητα.....	36
Μη γραμμική-κυματοειδής περιοδικότητα.....	44
Ημερήσια μη γραμμική-κυματοειδής περιοδικότητα.....	50

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	56
Δείγμα.....	56
Όργανα μέτρησης.....	56
Περιγραφή δοκιμασιών.....	57
Διαδικασία μέτρησης.....	58
Σχεδιασμός της έρευνας.....	60
Στατιστική ανάλυση	62
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	64
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	67
Επίδραση της πειραματικής παρέμβασης στη μέγιστη δύναμη	68
Σωματομετρικές απαντήσεις στην πειραματική παρέμβαση.....	71
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	77
Βιβλιογραφία.....	80
Παράρτημα Α.....	96

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Διαδικασία διεξαγωγής μετρήσεων.....	59
Πίνακας 2. Προπονητικά περιεχόμενα και ποσότητα προπόνησης.....	61
Πίνακας 3. Περιοδικά πρωτόκολλα προπόνησης αντιστάσεων.....	61
Πίνακας 4. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά δείγματος ανά ομάδα	63
Πίνακας 5. Μεταβολές σωματικής μάζας, λίπους και άλιπης μυϊκής μάζας	64

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Ποσοστιαία μεταβολή των τιμών της 1RM.....	65
---	----

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ
ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΤΩΝ ΑΝΩ ΑΚΡΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ
Α.Σ.Ε.Ι, ΗΛΙΚΙΑΣ 18-22 ΕΤΩΝ**

Η μυϊκή δύναμη είναι απαραίτητη σε ένα ευρύ φάσμα λειτουργικών δραστηριοτήτων, από τον αγωνιστικό αθλητισμό έως την καθημερινή ζωή. (Caroll, Abernethy, Logan, Barber & McEniery, 1998). Η καλή λειτουργική κατάσταση του μυοσκελετικού συστήματος είναι θεμελιώδης για τη λειτουργική ικανότητα και την καλή ποιότητα της ζωής (Topp, Fahlman & Boardley, 2004) και συχνά συνδέεται με τη βελτίωση της υγείας (Kell, Bell & Quinney, 2001). Η προπόνηση δύναμης, η οποία συχνά συναντάται και ως προπόνηση αντιστάσεων αποτελεί μια από τις ελκυστικότερες μορφές άσκησης για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης στο πλαίσιο του μαζικού και του αγωνιστικού αθλητισμού (Bell, Peterson, Wessel, Bagnell & Quinney, 1991; Bell, Syrotuik, Socha, McLean & Quinney, 1997; Fleck & Kraemer, 1997), της επίδοσης σε στρατιωτικά καθήκοντα (Kraemer et al., 1995b; Schiotz, Potteiger, Huntsinger & Denmark, 1998) και στην πρόληψη τραυματισμών και καρδιαγγειακών ασθενειών (McCartney, McKelvie, Haslan & Jones, 1991). Συνιστάται δε από διεθνείς οργανισμούς υγείας για τις ευεργετικές της επιδράσεις στην υγεία και στην αθλητική απόδοση, που σχετίζονται με τη φυσική κατάσταση (Kraemer et al., 2002a; Kraemer & Ratamess, 2004; Topp et al., 2004). Σύμφωνα με τους Fleck και συν. (1997) ενώ ο όρος προπόνηση δύναμης περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα μορφών προπόνησης, όπως πλειομετρικές ασκήσεις και τρέξιμο σε λόφους, ο όρος προπόνηση αντιστάσεων αφορά μόνο στην προπόνηση δύναμης με ελεύθερα βάρη ή μηχανήματα δύναμης. Η προπόνηση αντιστάσεων αυξάνει τη μέγιστη δύναμη, την ταχυδύναμη, την ταχύτητα, τη μυϊκή υπερτροφία, την τοπική μυϊκή αντοχή, την κινητική απόδοση, την ισορροπία, το συντονισμό (Kraemer & Ratamess, 2000) και συμβάλει αποφασιστικά στη βελτίωση της τεχνικής (Κέλλης, 2004). Η αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος προπόνησης αντιστάσεων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες,

όπως την επίκαιρη προπονητική κατάσταση, το επίπεδο της υγείας, τις λειτουργικές ικανότητες του ατόμου, την ηλικία, τις διατροφικές συνήθειες και τον τρόπο ζωής (Descheness & Kraemer, 2002). Επιπρόσθετα εξαρτάται από την ένταση και την ποσότητα της προπόνησης, τη σειρά των ασκήσεων, τη διάρκεια των διαλειμμάτων ανάμεσα στα σετ και τις ασκήσεις, τη συχνότητα της προπόνησης και την ταχύτητα της μυϊκής συστολής (ACSM, 1998; Feigenbaum, Zaichkowsky, Westcott, Micheli & Fehlandt, 1997; Fleck et al., 1997; Galvao & Taaffe, 2004; Kraemer et al., 2002a; Kraemer, Fleck & Evans, 1996; Stone et al., 1998; Tan, 1999).

Το ζήτημα της επιλογής του αποτελεσματικότερου προγράμματος για την ανάπτυξη της δύναμης δεν έχει απολύτως διασαφηνιστεί και αποτελεί αντικείμενο έρευνας για πολλές δεκαετίες, αν και οι περισσότεροι μελετητές φαίνεται να συμφωνούν στην υπεροχή του περιοδικού μοντέλου προπόνησης (Rhea, Ball, Phillips & Burkett, 2002). Περιοδικότητα είναι μια μέθοδος σχεδιασμού περιόδων ή κύκλων, στους οποίους η εξειδίκευση της προπόνησης, η ένταση και η ποσότητα (δυναμική της επιβάρυνσης) αλλάζουν μέσα σ' ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα προπόνησης (Baechle & Earle, 2000). Ο O' Bryant (1982) ορίζει την περιοδικότητα «ως μια κυκλική προσέγγιση της προπόνησης, όπου σχεδιάζονται περιοδικές αλλαγές στις προπονητικές παραμέτρους (ποσότητα, ένταση, επιλογή των ασκήσεων), για να μπορέσει ο αθλητής να πετύχει θετική απόδοση την κατάλληλη στιγμή». Μελέτες έχουν δείξει ότι τα περιοδικά προγράμματα προπόνησης είναι πιο αποτελεσματικά στην ανάπτυξη της δύναμης και της μυϊκής μάζας απ' ό,τι τα μη περιοδικά προγράμματα δύναμης (Fleck & Kraemer, 2004; Fleck, 1999; Fleck et al., 1997; Graham, 2002; Haff, 2004; Hakkinen, Kalliner, Komi & Kauhanen, 1991; Hakkinen, Pakarinen, Alen, Kauhanen & Komi, 1987; Hunter et al., 2001; Kraemer et al., 2003; Kraemer et al., 2002a; Kraemer et al., 2000b; Kraemer, 1997; Kramer et al., 1997; Marx et al., 2001; Newton et al., 2002; O Bryant, Byrd & Stone, 1988; Pearson, Faigenbaum, Conley & Kraemer, 2000; Rhea & Alderman, 2004; Rhea et al., 2003; Rhea et al., 2002; Schioltz et al., 1998; Stone et al., 2000; Stone, O Bryant, Garhammer, McMillan & Rozenek, 1982; Stone, O Bryant & Garhammer, 1981; Stowers et al., 1983; Willoughby, 1993).

Σε αντίθεση, σε μελέτη των Baker, Wilson και Carlyon (1994) φάνηκε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης

ανάμεσα σε περιοδικά και μη περιοδικά προγράμματα, όταν η ποσότητα και η ένταση της επιβάρυνσης ήταν ίδια. Επιπρόσθετα σε μελέτη των Debeliso, Harris και Spritzer-Gibson (2001) δε φάνηκε καμία διαφορά στις μετρήσεις της μέγιστης δύναμης όταν εφαρμόζονται περιοδικά και μη περιοδικά προγράμματα προπόνησης σε ηλικιωμένους ενήλικες.

Το γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης (Linear Periodization) είναι ένα μοντέλο περιοδικότητας, όπου προοδευτικά αυξάνεται η ένταση, ενώ μειώνεται ο όγκος της προπόνησης μέσα και ανάμεσα στους προπονητικούς κύκλους (Rhea et al., 2002), με τις αλλαγές αυτές να γίνονται περίπου κάθε 4 εβδομάδες (Fleck, 1999; Pearson et al., 2000; Rhea et al., 2004; Rhea et al., 2003) ή ακόμα και κάθε 2 εβδομάδες (Hoffman, Wendell, Cooper & Kang, 2003; Pearson et al., 2000). Ένα λιγότερο χρησιμοποιούμενο μοντέλο περιοδικότητας είναι το μη γραμμικό (Undulating Periodization), που χαρακτηρίζεται από συχνότερες αλλαγές στην ποσότητα και στην ένταση (Baker et al., 1994; Poliquin, 1988; Rhea et al., 2002) οι οποίες υλοποιούνται όχι κάθε 4, αλλά κάθε 2 εβδομάδες (Rhea et al., 2003) ή και μέσα στην εβδομάδα (Kraemer et al., 2003). Το μη γραμμικό περιλαμβάνει αυξήσεις όπως επίσης και μειώσεις στην ποσότητα και στην ένταση μέσα στους προπονητικούς κύκλους (Fleck et al., 1997; Rhea et al., 2003) σε εβδομαδιαία (Rhea et al., 2002) ή ακόμα και σε καθημερινή βάση (Rhea et al., 2004; Rhea et al., 2003), ημερήσιος μη γραμμικός περιοδισμός (Daily Undulating Periodization).

Πολύ λίγες μελέτες έχουν διεξαχθεί που συγκρίνουν άμεσα τις επιδράσεις των γραμμικών (linear) και μη γραμμικών (undulating) περιοδικών προγραμμάτων προπόνησης στη δύναμη (Rhea et al., 2003; Tan, 1999). Οι Baker και συν. (1994) και Hoffman και συν. (2003) δε βρήκαν καμία διαφορά στις αυξήσεις των τιμών της μέγιστης δύναμης καθώς συνέκριναν γραμμικά (LN) και ημερήσια μη γραμμικά (DUP) περιοδικά προγράμματα προπόνησης με βάρη σε αθλητές. Αντίθετα άλλες μελέτες σε αθλητές έδειξαν σημαντικά μεγαλύτερες αυξήσεις στις τιμές της μέγιστης δύναμης στην ομάδα που ακολουθούσε ένα ημερήσιο μη γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης (DUP) συγκριτικά με την ομάδα του γραμμικού περιοδικού προγράμματος προπόνησης με βάρη (LP) (Harris, Stone, O Bryant, Proulx & Johnson, 2000; Kraemer, 1997) όπως και σε έμπειρους μη αθλητές (Rhea et al., 2002).

Σκοπός

Σκοπός της μελέτης ήταν να διερευνήσει ποιο από τα δύο περιοδικά προγράμματα προπόνησης δύναμης, γραμμικό ή ημερήσιο μη γραμμικό, είναι περισσότερο αποτελεσματικό για τη βελτίωση της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων σε σπουδαστές Ανώτατου Στρατιωτικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος ηλικίας 18-22 ετών.

Σημασία της Έρευνας

Τα δεδομένα της μελέτης θα βοηθήσουν καθηγητές φυσικής αγωγής, προπονητές, σε επίπεδο μαζικού και μη αγωνιστικού αθλητισμού στην επιλογή του αποδοτικότερου περιοδικού προγράμματος προπόνησης για την ανάπτυξη της δύναμης και τη βελτίωση της σωματικής σύστασης των αθλουμένων. Επίσης η μελέτη θα είναι χρήσιμη για την επιλογή του αποτελεσματικότερου περιοδικού προγράμματος προπόνησης δύναμης των φοιτητών του Ανώτατου Στρατιωτικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος ιδιαίτερα μετά την αναθεώρηση των αναλυτικών προγραμμάτων στο μάθημα φυσικής αγωγής και των δοκιμασιών αξιολόγησης της φυσικής κατάστασης.

Λειτουργικοί ορισμοί

Περιοδικότητα: είναι η κυκλική εναλλαγή της ποσότητας και της έντασης στη διάρκεια του προπονητικού κύκλου (Tan, 1999).

Γραμμική περιοδικότητα: μορφή περιοδικότητας στην οποία προοδευτικά αυξάνεται η ένταση και μειώνεται η ποσότητα της επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια ή μεταξύ των προπονητικών κύκλων (Baker et al., 1994).

Μη γραμμική περιοδικότητα: μορφή περιοδικότητας η οποία χαρακτηρίζεται από συχνότερες, κυματοειδείς εναλλαγές της ποσότητας και της έντασης της προπόνησης σε εβδομαδιαία ή και ημερήσια βάση (Rhea et al., 2002).

Ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα: μορφή περιοδικότητας η οποία χαρακτηρίζεται από κυματοειδείς εναλλαγές της ποσότητας και της έντασης της προπόνησης σε ημερήσια βάση (Rhea et al., 2003).

Μέγιστη δύναμη: είναι η μέγιστη τιμή δύναμης που μπορεί να παράγει ο μυς ή μια μυϊκή ομάδα σε μια συγκεκριμένη κίνηση και με μία συγκεκριμένη ταχύτητα κίνησης (Fleck et al., 1997; Harman, 1994; Knuttgen & Kraemer, 1987).

Μυϊκή αντοχή: είναι η ικανότητα ενός μυ ή μυϊκής ομάδας να αντιστέκεται στην κόπωση και να εκτελεί επαναλαμβανόμενες μυϊκές συστολές (Αντοχή Δυναμικής Δύναμης) ή να παράγει έργο για μεγάλο χρονικό διάστημα (Αντοχή Ισομετρικής Δύναμης) (Ζάκας, 1995)

Μυϊκή υπερτροφία: είναι η αύξηση της εγκάρσιας διατομής του μυ. (Bompa, Di Pasquale & Cornacchia, 2003).

Ποσότητα: είναι το συνολικό ποσό του έργου που παράγεται σε κάθε προπονητική μονάδα (ΠΜ) και συνήθως η μέτρησή του στην προπόνηση δύναμης εκφράζεται ως συνολικός αριθμός επαναλήψεων (επαναλήψεις*σετ) (Baker et al., 1994; Kraemer et al., 2004) ή/και ως το σύνολο της ποσότητας του φορτίου (επαναλήψεις*σετ*βάρος) (Tan, 1999).

Ένταση: Η ένταση από προπονητικής πλευράς σύμφωνα με τον Κέλλη (2004) χαρακτηρίζει το ύψος, την ισχύ του ερεθίσματος ή επίσης το βαθμό προσπάθειας που καταβάλλεται σε μια κινητική ενέργεια ή σειρά κινητικών ενεργειών και καθορίζεται σε χρόνο, ταχύτητα, αντίσταση, φυσιολογικές παραμέτρους (γαλακτικό οξύ, καρδιακή συχνότητα) κ.α. Στην περίπτωση της δύναμης εκφράζεται ως ποσοστό της μέγιστης επανάληψης (1RM) (Wathen, 1994a).

Συχνότητα: είναι ο αριθμός των προπονητικών μονάδων (ΠΜ) που εκτελούνται κάθε εβδομάδα και ο οποίος εξαρτάται από την ποσότητα της προπόνησης, την ένταση, το επίπεδο της τρέχουσας φυσικής κατάστασης, την επιλογή των ασκήσεων, την ικανότητα ανάληψης και τον αριθμό των μυϊκών ομάδων που ασκούνται (Kraemer et al., 2002a).

Φορτίο: είναι το μετρήσιμο μέγεθος της αντίστασης (Pearson et al., 2000).

Μέγιστη επανάληψη (1RM): είναι το μέγιστο φορτίο που μπορεί να υπερνικηθεί μόνο μία φορά με μέγιστη εκούσια μυϊκή συστολή (Tan, 1999).

Περιορισμοί της έρευνας

Οι συμμετέχοντες ήταν φοιτητές Α.Σ.Ε.Ι, έμπειροι στην προπόνηση αντιστάσεων.

Η ηλικία των συμμετεχόντων ήταν 18-22 ετών.

Οι συμμετέχοντες ήταν 45.

Στη μελέτη συμμετείχαν μόνο άντρες.

Στη μελέτη οι πειραματικές ομάδες εκτέλεσαν τα προγράμματα προπόνησης με ελεύθερα βάρη.

Δεν υπήρχε έλεγχος του διαιτολογίου και της αποκατάστασης των συμμετεχόντων

Η συνολική διάρκεια της έρευνας ήταν 8 εβδομάδες.

Οριοθετήσεις της έρευνας

Η μελέτη αυτή αφορούσε την επίδραση των δύο διαφορετικών περιοδικών προγραμμάτων βελτίωσης της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων σε φοιτητές Α.Σ.Ε.Ι., ηλικίας 18-22 ετών, οι οποίοι είχαν πάρει παλαιότερα μέρος σε προγράμματα άσκησης. Το πρόγραμμα προπόνησης υλοποιούνταν τρεις φορές την εβδομάδα για δύο μήνες με την εφαρμογή ασκήσεων μυϊκής ενδυνάμωσης μεσαίας έως μέγιστης έντασης για το άνω μέρος του σώματος. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν τη δοκιμασία των πιέσεων σε επίπεδο πάγκο για την αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης (1RM) σε ένα περιορισμένο αριθμό εξεταζόμενων. Οι συμμετέχοντες προέρχονταν από συγκεκριμένο Α.Σ.Ε.Ι. Επομένως, λόγω των παραπάνω, οι γενικεύσεις των αποτελεσμάτων για το σύνολο του πληθυσμού δεν μπορούν να διατυπωθούν με ασφάλεια.

Κύρια ερευνητική υπόθεση

Υπάρχει διαφορά μεταξύ της ομάδας γραμμικής περιοδικής προπόνησης και της ομάδας ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικής προπόνησης στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων.

Στατιστικές υποθέσεις

Μηδενική υπόθεση : δε θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων μεταξύ της ομάδας γραμμικής περιοδικότητας και της ομάδας ελέγχου. $H_0: \mu_{ΓΠ} = \mu_{ΟΕ}$

Εναλλακτική υπόθεση: θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων μεταξύ της ομάδας γραμμικής περιοδικότητας και της ομάδας ελέγχου. $H_1: \mu_{ΓΠ} \neq \mu_{ΟΕ}$

Μηδενική υπόθεση: δε θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων μεταξύ της ομάδας ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας και της ομάδας ελέγχου. $H_0: \mu_{ΗΜΓΠ} = \mu_{ΟΕ}$

Εναλλακτική υπόθεση: θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων μεταξύ της ομάδας ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας και της ομάδας ελέγχου. $2H_1: \mu_{\text{ΗΜΓΠ}} \neq \mu_{\text{ΟΕ}}$

Μηδενική υπόθεση: δε θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων μεταξύ της ομάδας γραμμικής περιοδικότητας και της ομάδας ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας. $3H_0: \mu_{\text{ΓΠ}} = \mu_{\text{ΗΜΓΠ}}$

Εναλλακτική υπόθεση: θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων μεταξύ της ομάδας γραμμικής περιοδικότητας και της ομάδας ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας. $3H_1: \mu_{\text{ΓΠ}} \neq \mu_{\text{ΗΜΓΠ}}$

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Δύναμη

Η επιστήμη της φυσικής ορίζει τη δύναμη σύμφωνα με το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για την κίνηση, η δε μαθηματική της έκφραση δίνεται από τον τύπο $F=m \cdot \gamma$, όπου F =δύναμη, m =μάζα, και γ =επιτάχυνση (O'Shea, 2000). Ωστόσο η δύναμη που αναπτύσσεται στη διάρκεια της κίνησης είναι αποτέλεσμα ενός πολύπλοκου συστήματος αρθρώσεων και μυϊκών ομάδων ώστε δεν μπορεί να περιγραφεί αποτελεσματικά, μόνο μέσω των διαφόρων εννοιών της μηχανικής (Grosser and Starischka, 2000). Έτσι ο ορισμός της δύναμης ως το γινόμενο μάζας και επιτάχυνσης μπορεί να θεωρηθεί σαν «καθαρή μορφή» δύναμης που εμφανίζεται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες εργαστηρίου (Σαρογλάκης και Ζαρζαβατζίδης, 1992). Γι'αυτό, και ο Hollmann θεωρεί αναγκαίο τον διαχωρισμό της δύναμης από φυσικής και βιολογικής πλευράς (Letzelter, 1988). Από βιολογική σκοπιά η δύναμη ορίζεται σαν η ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος μέσα από διαδικασίες που αφορούν στη νεύρωση και το μεταβολισμό, να υπερνικά με μυϊκές συστολές αντιστάσεις (σύγκεντρη εργασία), να αντενεργεί σε αυτές (έκκεντρη εργασία), αλλά και να τις συγκρατεί (στατική εργασία) (Grosser et al., 2000). Επίσης οι Aagaard, Madsen, Magnusson και Bojsen-Moller, (2006) ορίζουν την δύναμη ως το ολικό αποτέλεσμα πολλών μέγιστα λειτουργούντων μυών, ισομετρικά ή δυναμικά κατά τη διάρκεια μιας εκούσιας προσπάθειας για την εκτέλεση της καθορισμένης μυϊκής δραστηριότητας. Η μυϊκή δύναμη έχει ορισθεί ως εκούσια μυϊκή ροπή (Enoka, 1988) ή πιο πρόσφατα ως η ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος να παράγει ισχύ (Bompa, 1993 ; Siff, 2001). Σύμφωνα με τους Macaluso και De Vito (2004) η δύναμη ορίζεται ως ικανότητα ανάπτυξης μέγιστης ισχύος σε μια μόνο μυϊκή συστολή.

Ο Atha (1981) ορίζει τη δύναμη ως την ικανότητα ανάπτυξης ισχύος ενάντια σε μη υπερνικώμενη αντίσταση με μία μόνο συστολή χωρίς χρονικό όριο. Αυτός



όμως ο μονοδιάστατος ορισμός της δύναμης ως ισομετρικής ή στατικής αγνοεί την συνθετότητα αλληλεπίδρασης της ανάπτυξης ισχύος και της ταχύτητας της σύγκεντρης ή έκκεντρης μυϊκής δραστηριότητας. Οι Knuttgen και συν. (1987) διαφώνησαν με τον παραπάνω ορισμό της δύναμης εξαιτίας του ότι επικεντρώνεται μόνο στη στατική μυϊκή δραστηριότητα και εξαιρεί τελείως την ανάπτυξη της δυναμικής ισχύος η οποία είναι πρωταρχικής σημασίας για την ανθρώπινη απόδοση.

Σύμφωνα με τους Knuttgen και συν. (1987) η δύναμη ορίζεται λειτουργικά ως η μέγιστη ισχύς που μπορεί να αναπτύξει ο μυς ή μυϊκή ομάδα με μια εξειδικευμένη ή προκαθορισμένη ταχύτητα. Ο Clarke (1994) διέκρινε τρεις υπομορφές στην εμφάνιση της δύναμης σε σχέση πάντοτε με τον τύπο και την ταχύτητα της μυϊκής συστολής την ισομετρική, ιστοτονική και ισοκινητική. Οι Kraemer και Fry (1995a) αναφέρουν ότι ο όρος «ισοτονικός» αν και διαδεδομένος χρησιμοποιείται αδόκιμα για την περιγραφή της δυναμικής μυϊκής δραστηριότητας ενάντια σε σταθερή εξωτερική αντίσταση διότι η τάση την οποία αναπτύσσει ο μυς δεν παραμένει σταθερή κατά τη συστολή στην διάρκεια της ολοκληρωμένης κίνησης αλλά διαφοροποιείται ως αποτέλεσμα του αρχικού μήκους και του μηχανικού πλεονεκτήματος της άρθρωσης. Έτσι οι Murphry, Wilson και Pryor (1994) καθίστανται πρωτοπόροι στη χρήση του όρου «ισοαδρανής», *isoinertial* για την αντικατάσταση του «ισοτονικός» στην μέτρηση της δύναμης και της ταχυδύναμης.

Η μυϊκή δύναμη καθορίζεται από τη συστατικότητα των μυϊκών ινών και η ποικιλομορφία έκφρασής της σχετίζεται με τις μορφολογικές, φυσιολογικές και βιοχημικές (ενεργειακές) ιδιότητές της (Tittel and Wutscherk, 1992). Οι Bompa (1993) και Newton (2002) συμπερασματικά αναφέρουν ότι η δύναμη δεν έχει ομοιογενές και μονεταριστικό χαρακτήρα αλλά εκφράζεται από αριθμό υπομορφών και ικανοτήτων. Επιπρόσθετα σύμφωνα με τους Tidow (1990) και Tan (1999) υπάρχουν αρκετές μορφές στην εμφάνιση της δύναμης όπως η μέγιστη δύναμη, η ταχυδύναμη, η εκρηκτική δύναμη, η δύναμη εκκίνησης, και η αντιδραστική δύναμη.

Οι Deschenes και συν. (2002) αναφέρουν ότι η μέγιστη δύναμη αποτελεί λειτουργικό συστατικό του νευρομυϊκού συστήματος όπως η ταχυδύναμη και η τοπική μυϊκή αντοχή. Μέγιστη δύναμη είναι η ικανότητα ανάπτυξης μέγιστης ισχύος σε ισομετρικού χαρακτήρα μυϊκή συστολή (Tan, 1999). Εναλλακτικά ο

Newton (2002) ορίζει τη μέγιστη δύναμη ως την ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος για την παραγωγή μέγιστης ισχύος κατά τη διάρκεια αργής έκκεντρης, σύγκεντρης ή ισομετρικής συστολής. Μέγιστη δύναμη είναι η μέγιστη ποσότητα δύναμης που μπορεί να παράγει ο μυς ή μια μυϊκή ομάδα σε μια συγκεκριμένη κίνηση και με μία συγκεκριμένη ταχύτητα κίνησης (Fleck et al., 1997). Συχνά δε η μέγιστη δύναμη εκτιμάται με τη μέτρηση της μιας μέγιστης επανάληψης (1RM) δηλαδή της μεγαλύτερης αντίστασης που μπορεί να υπερνικηθεί με μια μόνο σύγκεντρη μυϊκή συστολή (Ploutz-Snyder and Giamis, 2002).

Αρχή της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης

Τρεις είναι οι θεμελιώδεις αρχές στην προπόνηση δύναμης: α) η αρχή της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης β) η αρχή της αυξανόμενης εξειδίκευσης και γ) η αρχή της παραλλαγής της προπονητικής επιβάρυνσης (Kraemer et al., 2004).

Μια από τις βασικότερες αρχές της προπόνησης δύναμης είναι η αρχή της επιβάρυνσης στην οποία εμπεριέχεται και η έννοια της προοδευτικής αύξησης επιβάρυνσης (Σαρογλάκης και συν., 1992). Η επιβάρυνση θα πρέπει να αυξάνεται στην πορεία της προπονητικής διαδικασίας καθώς οι μύες βελτιώνουν τα επίπεδα δύναμης και αντοχής και ως εκ τούτου η αρχή της επιβάρυνσης μπορεί να καλείται πλέον αρχή της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης (Pauletto, 1991). Η προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης είναι η βαθμιαία αύξηση της πίεσης που εφαρμόζεται πάνω στο σώμα κατά την άσκηση (ACSM, 2002; Kraemer et al., 2004). Σύμφωνα με τους Fleck και συν. (1997) η προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης αναφέρεται στη συνεχή αύξηση των απαιτήσεων που τίθενται στο μυ, καθώς γίνεται ικανότερος να παράγει μεγαλύτερη δύναμη ή να έχει μεγαλύτερη αντοχή. Αυτή δε η αντοχή στην επιβάρυνση που σχετίζεται με την αυξημένη πίεση είναι ζωτικού ενδιαφέροντος για τον προπονητή ο οποίος καταγράφει την πρόοδο του προπονητικού προγράμματος (ACSM, 2002; Kraemer et al., 2004). Από τη σκοπιά της βιολογίας το περιεχόμενο της προαναφερθείσας αρχής ερμηνεύεται από το γεγονός ότι η βιολογική προσαρμογή δεν εξελίσσεται γραμμικά αλλά με τη μορφή παραβολικής καμπύλης με αποτέλεσμα σε σχέση με την εξέλιξη της προπονητικής κατάστασης να παρατηρείται όλο και μεγαλύτερο άνοιγμα στην

ψαλίδα μεταξύ της καμπύλης της προπονητικής κατάστασης και της καμπύλης της προπονητικής επιβάρυνσης (Grosser et al., 2000). Η άνοδος της αθλητικής ικανότητας απόδοσης συντελείται μακροπρόθεσμα και όχι γραμμικά, ενώ γραφικά η αλλαγή της προπονητικής κατάστασης παριστάνεται με μια παραβολή με απότομη αύξηση της επίδοσης στην αρχή που μειώνεται σιγά σιγά, όσο φθάνει στο μέγιστο της επίδοσης (Letzelter, 1988). Ενώ στους αρχάριους αθλητές και στα πρώτα χρόνια της προπόνησης παρατηρείται το φαινόμενο μιας παράλληλης αύξησης της επίδοσης και της προπονητικής επιβάρυνσης δε συμβαίνει το ίδιο και στη συνέχεια της μακρόχρονης διαδικασίας αθλητικής τελειοποίησης, όπου η περαιτέρω αύξηση της επιβάρυνσης δε συμβαδίζει με την ικανότητα επίδοσης του αθλητή (Σαρογλάκης και συν., 1992). Βάση για την αύξηση της απόδοσης του ανθρώπινου οργανισμού με την προπόνηση είναι η ικανότητα της βιολογικής προσαρμογής (Hartmann and Tunemann, 1989). Λαμβάνοντας υπ' όψη ότι οι φυσιολογικές προσαρμογές σ' ένα σταθερό, χωρίς αλλαγές των προπονητικών μεταβλητών, πρωτόκολλο άσκησης αντιστάσεων, μπορεί να συμβούν μέσα σε ένα σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, η συστηματική αύξηση των απαιτήσεων που εφαρμόζονται πάνω στο σώμα είναι αναγκαία για περαιτέρω βελτίωση (ACSM, 2002; Kraemer et al., 2004). Στην πραγματικότητα, οι διαδικασίες προσαρμογής του ανθρώπινου σώματος θα ενεργοποιηθούν μόνο αν συνεχώς απαιτείται η άσκηση μεγαλύτερης τιμής δύναμης για την αντιμετώπιση των υψηλότερων φυσιολογικών απαιτήσεων (ACSM, 2002; Kraemer et al., 2004). Αυτός ο βασικός κανόνας ξεκινά από τη διαπίστωση ότι ολοένα και περισσότερο νέα και υψηλά προπονητικά ερεθίσματα δίνουν τη δυνατότητα στον αθλητή να υπερνικήσει μεγαλύτερες εντάσεις και να αυξήσει την ικανότητα απόδοσης (Hartmann et al., 1989).

Η σπουδαιότητα της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης μπορεί να φανεί όταν εξετάζει κανείς την αλληλεπίδραση ανάμεσα στις νευρικές και μυϊκές προσαρμογές κατά τη διάρκεια προπόνησης δύναμης και ταχυδύναμης (Kraemer et al., 2004). Το νευρικό σύστημα διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της δύναμης που παρατηρείται στα πρώτα στάδια της προσαρμογής στην προπόνηση (Kraemer et al., 2004; Sale, 1988). Από αυτή την αρχική φάση και μετά φαίνεται να υπάρχει μια αλληλεπίδραση ανάμεσα στις νευρικές προσαρμογές και στην υπερτροφία για την έκφραση της μυϊκής

δύναμης (Kraemer et al., 2004; Sale, 1988). Για να προκληθούν περισσότερες νευρικές προσαρμογές με την προπόνηση, μια προοδευτικά μεγαλύτερη ποσότητα αντίστασης πρέπει να εφαρμοσθεί (Kraemer et al., 2004; Ploutz, Tesch, Biro & Dudley, 1994). Από την άλλη πλευρά λιγότερη μυϊκή μάζα χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια προπόνησης αντιστάσεων με ένα αμετάβλητο φορτίο από τη στιγμή της εμφάνισης υπερτροφικών προσαρμογών (Ploutz et al., 1994). Αυτά τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η προοδευτική επιβάρυνση είναι απαραίτητη για μεγαλύτερη επιστράτευση των μυϊκών ινών και συνεπώς για αυξήσεις στη μυϊκή υπερτροφία και στη δύναμη (Kraemer et al., 2004). Περισσότερες ενδείξεις για τη σπουδαιότητα των υψηλών φορτίων (και των νευρικών προσαρμογών) στην εφαρμογή της αρχής της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια προπόνησης δύναμης και ταχυδύναμης παρατηρήθηκαν σε προχωρημένους αρσιβαρίστες οι οποίοι έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις στη δύναμη σε μια περίοδο δυο χρόνων με πρόκληση ελάχιστης ή καθόλου μυϊκής υπερτροφίας (Hakkinen, Pakarinen, Alen, Kauhanen, Komi & 1988).

Για τη διαρκή βελτίωση της αθλητικής απόδοσης θα πρέπει να εξασφαλισθεί η συστηματική αύξηση της προπονητικής επιβάρυνσης (Martin, Carl & Lehnertz, 2000) ώστε ο οργανισμός του αθλητή να πιεστεί σε ένα υψηλότερο από το σύνηθες επίπεδο (Beachle et al., 2000). Χωρίς το ερέθισμα της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης, ακόμα και μια κατά τα άλλα καλά σχεδιασμένη προπόνηση περιορίζει σημαντικά την ικανότητα βελτίωσης του αθλητή (Beachle et al., 2000). Από την άλλη πλευρά αν οι προοδευτικές επιβαρύνσεις παραμείνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα αμετάβλητες τότε ο οργανισμός έχει προσαρμοστεί τόσο, ώστε τα ίδια ερεθίσματα δεν είναι πλέον αποτελεσματικά (ιδανικά) και μπορεί να βρίσκονται κάτω από το κατώφλι ενεργοποίησης (αδύναμα) (Grosser et al., 2000). Η συνολική επιβάρυνση του οργανισμού ως αποτέλεσμα του προπονητικού ερεθίσματος εξαρτάται από την ένταση, την ταχύτητα εκτέλεσης, το εύρος του διαλείμματος ανάμεσα στις επαναλήψεις και τα σετ, καθώς και από την προκαλούμενη ψυχολογική επιφόρτιση της άσκησης (Bompa et al., 2003). Επιπρόσθετα όταν οι προπονητικές επιβαρύνσεις δεν αυξάνουν ή δεν μπορούν πια να αυξηθούν, τότε είναι δύσκολο να βελτιωθεί περαιτέρω η απόδοση, επειδή και η επιλογή των περιεχομένων και των μεθόδων της προπόνησης θα είναι ανάλογη

(Letzelter, 1988). Σύμφωνα δε με τη βιολογική και την προπονητική ηλικία, καθώς και το επίπεδο της ανάπτυξης της αντίστοιχης αθλητικής-κινητικής ικανότητας, η αύξηση της επιβάρυνσης μπορεί να υλοποιηθεί σταδιακά (ομαλά) ή απότομα (αλματικά) (Grosser et al., 2000; Hartmann et al., 1989) με τη χρήση των αρχών της μεθοδικής της προπόνησης (Hartmann et al., 1989). Η προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης των μυών ωστόσο θα πρέπει να ανταποκρίνεται πάντοτε στην επίκαιρη προπονητική κατάσταση (Letzelter, 1988) και να πραγματοποιείται με ιδιαίτερη προσοχή, λόγω του πιθανού κινδύνου υπερπροπόνησης (Fleck et al., 1997). Γι' αυτό το λόγο χρειάζεται να αποφεύγονται μεγάλες αυξήσεις τόσο της έντασης όσο και της ποσότητας της προπόνησης, ιδιαίτερα όταν οι αθλητές έχουν μικρή εμπειρία στην προπόνηση δύναμης (Fleck et al., 1997). Σύμφωνα με τον Paulette (1991) οι απότομες και μεγάλου εύρους αυξήσεις της έντασης θα πρέπει να αποφεύγονται διότι η υπερβολική πίεση των μυών μπορεί να οδηγήσει σε τραυματισμό ή υπερπροπόνηση. Στην προπόνηση φυσικής κατάστασης η αύξηση της επιβάρυνσης υλοποιείται με τη χρήση εναλλακτικών προπονητικών μέσων και περιεχομένων καθώς και με την διαφοροποίηση των στοιχείων της επιβάρυνσης, της ποσότητας και της έντασης, η αύξηση των οποίων δε συντελείται ταυτόχρονα αλλά με περιοδικές εναλλαγές (Letzelter, 1988). Έχει προταθεί ότι μόνο μικρές αυξήσεις στην ποσότητα της προπόνησης θα πρέπει να υλοποιούνται αρχικά μέχρι να επέλθει η προσαρμογή (Fleck et al., 1997; Kraemer et al., 2004), αλλά αυτό χρειάζεται περισσότερη μελέτη καθώς μεγαλύτερες αυξήσεις έχουν επιτυχώς εφαρμοστεί σε προχωρημένους αθλητές (Kraemer et al., 2004). Επίσης υποστηρίζεται ότι μικρές αυξήσεις στην ποσότητα προπόνησης (2.5-5%) επιβάλλονται έτσι ώστε να αποφευχθεί η υπερπροπόνηση (ACSM, 2002; Fleck et al., 1997; Kraemer et al., 2004). Δυνατότητες για προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης προσφέρουν οι μεταβολές των συντελεστών επιβάρυνσης, οι υψηλότερες απαιτήσεις στον τομέα του συντονισμού και ο αριθμός των αγώνων (Grosser et al., 2000). Ακόμη υπάρχουν πολλοί τρόποι εφαρμογής της προοδευτικότητας της επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια προπόνησης αντιστάσεων για δύναμη, μυϊκή υπερτροφία, τοπική μυϊκή αντοχή και ταχυδύναμη συμπεριλαμβανομένων της αύξησης του φορτίου, των επαναλήψεων, της ταχύτητας εκτέλεσης, της ποσότητας, καθώς και της μείωσης του διαλείμματος, όπως και του κάθε

δυνατού συνδυασμού των παραπάνω (ACSM, 2002; Kraemer et al., 2004). Σύμφωνα με τους Baechle και συν. (2000) η υλοποίηση της αρχής της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης συνεπάγεται κύρια την αύξηση του εφαρμοζόμενου φορτίου των ασκήσεων ενώ δευτερευόντως περιλαμβάνει την αύξηση των προπονητικών μονάδων κάθε βδομάδα (ή κάθε μέρα σε μερικές περιπτώσεις), επιπλέον ασκήσεις ή σετ, αύξηση του βαθμού δυσκολίας των ασκήσεων, μείωση του διαλλείματος ανάμεσα στις ασκήσεις και τα σετ, ή κάθε συνδυασμό των παραπάνω ή άλλες αλλαγές. Φαίνεται ότι καθοριστικός παράγοντας στη βελτίωση της δύναμης είναι η επιλεχθείσα σχετική υπομέγιστη ή μέγιστη ένταση και όχι η συνολική ποσότητα της επιβάρυνσης (Pauletto, 1991). Στο πλαίσιο των παραπάνω χειρισμών αποφασιστική για τις απαντήσεις του οργανισμού είναι η εσωτερική επιβάρυνση η οποία πρέπει κάθε φορά να είναι η ευνοϊκότερη δυνατή και να βρίσκεται μέσα στην περιοχή των οριακών επιβαρύνσεων (Letzelter, 1988). Μακροπρόθεσμα η μεταβολή των συντελεστών επιβάρυνσης είναι σκόπιμο να γίνεται με την παρακάτω σειρά: αύξηση της ποσότητας της επιβάρυνσης μέσα σε μια προπονητική μονάδα, μείωση της διάρκειας των διαλειμάτων, αύξηση της έντασης της προπόνησης (Grosser et al., 2000). Με τη σωστή εφαρμογή της αρχής της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης αποφεύγεται η υπερπροπόνηση και επιτυγχάνεται η επιθυμητή προπονητική προσαρμογή (Beachle et al., 2000).

Αρχή της αυξανόμενης εξειδίκευσης

Μια από τις πιο βασικές έννοιες που ενσωματώνονται στην υλοποίηση των προπονητικών πρωτοκόλλων είναι η εξειδίκευση (Beachle et al., 2000). Ο όρος εξειδίκευση που αρχικά χρησιμοποιήθηκε από το De Lorme το 1945, στην παρεμβατική διαδικασία αποκατάστασης του τραυματισμένου στρατιωτικού προσωπικού, αναφέρεται στη μέθοδο προπόνησης ενός ασκούμενου με ένα εξειδικευμένο τρόπο ώστε να προκληθεί μια ειδική προσαρμογή ή προπονητικό αποτέλεσμα (Beachle et al., 2000). Η εξειδίκευση αποτελεί μια θεμελιώδη αρχή της προπόνησης δύναμης και βασίζεται στο γεγονός ότι οι χρησιμοποιούμενες ασκήσεις και αντιστάσεις προκαλούν εξειδικευμένες προπονητικές προσαρμογές που οδηγούν στην επίτευξη καλύτερων επιδόσεων τόσο στον αθλητισμό, όσο και σε καθημερινές δραστηριότητες (Fleck, et al., 1997). Οι αθλητές είναι απαραίτητο να εφαρμόζουν την αρχή της εξειδίκευσης μολονότι

είναι σε θέση να βελτιώσουν το επίπεδο έκφρασης της ταχύτητας και ταχυδύναμης με τη χρήση μη εξειδικευμένων αγωνιστικά προπονητικών πρωτοκόλλων (Pearson et al., 2000). Εξειδίκευση σημαίνει ότι οι μύες πρέπει να προπονηθούν με τον τρόπο που λειτουργούν κατά την αγωνιστική δραστηριότητα σε ότι αφορά στα ακόλουθα στοιχεία: τις αρθρώσεις γύρω από τις οποίες πραγματοποιείται η κίνηση, το εύρος κίνησης των αρθρώσεων, το πρότυπο της αντίστασης κατά το εύρος κίνησης, το πρότυπο της ταχύτητας των μελών κατά το εύρος κίνησης και τους τύπους κίνησης των μελών (σύγκεντρα, έκκεντρα ή ισομετρικά) (Fleck et al., 1997). Φαίνεται ότι υπάρχει ένας σχετικά μεγάλος βαθμός εξειδίκευσης μεταξύ της ανθρώπινης κίνησης και της προσαρμογής που αφορά στο κινητικό μοντέλο και στα χαρακτηριστικά της ταχύτητας στην ανάπτυξης της δύναμης (ACSM, 2002; Kraemer et al., 2004). Όλες οι προσαρμογές της προπόνησης είναι εξειδικευμένες ως προς το ερέθισμα που εφαρμόζεται (Kraemer et al., 2004). Οι φυσιολογικές προσαρμογές στην προπόνηση είναι εξειδικευμένες ως προς: α) τον τύπο της μυϊκής συστολής (Hather, Tesch, Buchanan & Dudley, 1991) β) την ταχύτητα της κίνησης (Kanehisa & Miyashita, 1983) γ) το εύρος της κίνησης (Norman, McCartney & McComas, 1986) δ) τις ομάδες των μυών που ασκούνται (Fleck et al., 1997) ε) τα συστήματα ενέργειας που εμπλέκονται (Schuenke, Mikat & McBride, 2002) και στ) την ένταση και την ποσότητα της προπόνησης (Schlumberger, Stec & Schmidtbleicher, 2001). Η ειδική προσαρμογή αφορά σε μεγάλο βαθμό τα άμεσα επιβαρυνόμενα οργανικά συστήματα και εκφράζεται περισσότερο τοπικά, όπως στους σκελετικούς μυς και στο αντίστοιχο σύστημα παροχής ενέργειας και ελέγχου (νευρικό σύστημα) (Grosser et al., 2000). Η εξειδίκευση επίσης σχετίζεται με τον αριθμό των αγωνιστικών κορυφώσεων που περιλαμβάνει ο προπονητικός και αγωνιστικός σχεδιασμός κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο μεταβατικός χαρακτήρας της προπόνησης από την πιο ειδική στην αγωνιστική εξειδίκευση του αθλήματος θα πρέπει βαθμιαία και με οργανωμένο τρόπο να υπηρετεί τους προπονητικούς στόχους που τίθενται στην προαγωνιστική και αγωνιστική περίοδο (Beachle et al., 2000). Μερικές φορές χρησιμοποιείται αλληλένδετα με την εξειδίκευση το ακρωνύμιο SAID, (Specific Adaptations Imposed Demands) το οποίο δηλώνει τις ειδικές προσαρμογές του οργανισμού στις εφαρμοζόμενες απαιτήσεις (Beachle et al., 2000). Δηλαδή, ο τύπος της απαίτησης που εφαρμόζεται σ' ένα σώμα καθορίζει και τον τύπο της

προπονητικής προσαρμογής (Beachle et al., 2000) ή με άλλα λόγια οι φυσιολογικές προσαρμογές είναι εξειδικευμένες σε σχέση με την χρησιμοποιούμενη μέθοδο και τον τύπο της προπόνησης (Costill, 1986). Επιπρόσθετα σύμφωνα με τον Dick (1980) η προσαρμογή είναι εξειδικευμένη σε σχέση με την επιβάρυνση, η δε επίδραση της επιβάρυνσης εξειδικεύεται και διαφοροποιείται ατομικά σε κάθε αθλητή.

Ανάλογα με το βαθμό εξειδίκευσης των ερεθισμάτων επιβάρυνσης, οι προσαρμογές του οργανισμού χωρίζονται σε μη ειδικές (γενικές) και ειδικές (Grosser et al., 2000). Ενσωματώνοντας στην προπόνηση τους ασκήσεις με αντιστάσεις που μιμούνται τα μοντέλα κίνησης του αθλήματος αυξάνεται η πιθανότητα να ενεργοποιηθούν οι μύες που εμπλέκονται στο άθλημα (Beachle et al., 2000). Οι Fleck και Kraemer (2007) τονίζουν ότι ένα πρόγραμμα προπόνησης αντιστάσεων καθίσταται αποτελεσματικότερο όταν προσομοιώνει εξειδικευμένα αγωνιστικά χαρακτηριστικά, όπως η ταχύτητα της κίνησης, οι χρησιμοποιούμενες γωνίες των αρθρώσεων, ο τύπος των μυϊκών συστολών στην κατεύθυνση πρόκλησης των απαραίτητων φυσιολογικών προσαρμογών ως βασικών απαιτήσεων του αγωνίσματος. Για παράδειγμα, οι αθλητές που θέτουν ως προπονητικό στόχο τη βελτίωση της ταχυδύναμης ως βασικής απαίτησης για την βελτίωση της απόδοσης σε κινήσεις υψηλής ταχύτητας (π.χ. το χτύπημα στο μπίτζμπολ, το σέρβις στο τέννις) θα πρέπει να προσπαθήσουν στην προπόνηση να επιστρατεύσουν τις ίδιες κινητικές μονάδες που απαιτεί το άθλημά τους με όσο το δυνατό υψηλότερη ταχύτητα (Beachle et al., 2000; Fleck et al., 1997). Κάποια προπονητικά περιεχόμενα έχουν υψηλότερο βαθμό θετικής μεταφοράς απ' ότι άλλα, λόγω της ομοιότητάς τους με το μοντέλο της νευρομυϊκής επιστράτευσης, τις πηγές ενέργειας ή τα βιοκινητικά χαρακτηριστικά της αγωνιστικής κίνησης (Fleck et al., 1997). Επίσης σύμφωνα με τους Siff και Verkhoshanski (1998) ο βαθμός μεταφοράς της προπονητικής επίδρασης εξαρτάται από το βαθμό της δυναμικής αντιστοίχισης, καθώς για την επίτευξη μέγιστης μεταφοράς η βασική μηχανική των προπονητικών περιεχομένων θα πρέπει να είναι παρόμοια με την αγωνιστική κίνηση. Επειδή οι αγωνιστικές δραστηριότητες δεν μπορούν να εκτελεστούν με πολύ υψηλές αντιστάσεις, προκειμένου να προκληθούν οι αναγκαίες προσαρμογές στο νευρομυϊκό σύστημα, η προπονητική διαδικασία περιλαμβάνει την προπόνηση δύναμης η οποία μέσα από ένα ιδανικό πρόγραμμα εξάσκησης μεγιστοποιεί τη

θετική μεταφορά στο άθλημα ή στο αγώνισμα για το οποίο προετοιμάζεται ο κάθε ασκούμενος (Fleck et al., 1997). Αν και υπάρχει κάποια μεταφορά των προπονητικών προσαρμογών τα πιο αποτελεσματικά πρωτόκολλα προπόνησης με αντιστάσεις είναι αυτά που είναι σχεδιασμένα για την επίτευξη εξειδικευμένων προπονητικών στόχων (ACSM., 2002).

Η ανάπτυξη συγκεκριμένων ικανοτήτων μέχρι ενός υψηλού επιπέδου απόδοσης απαιτεί -στη βάση μη ειδικών προσαρμογών- ειδικές προσαρμογές και συνεπώς αγωνιστικά εξειδικευμένες επιβαρύνσεις (Grosser et al., 2000). Για να μπορεί να εξαντληθεί πλήρως το γενετικά προκαθορισμένο δυναμικό απόδοσης ενός αθλητή, αναφορικά με τις ειδικές απαιτήσεις ενός αθλήματος και να επιτευχθεί ένα όσο το δυνατό υψηλότερο επίπεδο απόδοσης, είναι αναγκαία, πάνω στη βάση μιας γενικής αθλητικής εκπαίδευσης μια αυξανόμενη εξειδίκευση των προπονητικών περιεχομένων και μεθόδων (Martin et al., 2000).

Η διαδικασία της εξειδίκευσης είναι σκόπιμο να ξεκινά έγκαιρα, γιατί σύμφωνα με το μοντέλο προσαρμογής, τα αποθέματα προσαρμογής είναι περιορισμένα και συνεπώς μια πολύ εκτεταμένη εξάντληση τους σε μη ειδικές προσαρμογές δε θα ωφελούσε την υψηλή ειδική ικανότητα για απόδοση (Grosser et al., 2000). Η αθλητική προετοιμασία είναι το άθροισμα γενικής και ειδικής εξάσκησης (Letzelter, 1988). Σε όλες τις βαθμίδες ανάπτυξης, ανάλογα με τους εκάστοτε στόχους θα πρέπει να υπάρχει μια καλά συντονισμένη σχέση μεταξύ των γενικών και ειδικών μορφών προπόνησης, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η διατήρηση και η διαρκής ανάπτυξη της γενικής και ειδικής ικανότητας απόδοσης (Martin et al., 2000). Η ειδική προπόνηση φυσικής κατάστασης έχει ως άμεσο προπονητικό στόχο τη βελτιστοποίηση των ειδικών απαιτήσεων του αγώνισματος που διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη μεγιστοποίηση της επίδοσης-απόδοσης (Letzelter, 1988). Στη μακροχρόνια προπονητική διαδικασία αθλητικής τελειοποίησης η σχέση γενικής και ειδικής προπόνησης προοδευτικά μεταβάλλεται σύμφωνα με την αρχή της αυξανόμενης εξειδίκευσης, με αποτέλεσμα η συνεχής αύξηση της γενικής παράλληλα να οδηγεί σε σχετική μείωση της ποσοστιαίας συμμετοχής της στη διαμόρφωση της συνολικής ποσότητας της προπονητικής επιβάρυνσης (Letzelter, 1988).

Η αρχή της εξειδίκευσης υποστηρίζει ότι η φύση των προπονητικών προσαρμογών εξαρτάται από τον τύπο του εφαρμοζόμενου πρωτοκόλλου

προπόνησης (Nieman, 2003), η δε ανάπτυξη των παραγόντων της φυσικής κατάστασης εξειδικεύεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του αγωνίσματος (Bompa, 1999). Αν και η αγωνιστική συμμετοχή είναι αυτή που παρέχει τη μεγαλύτερη δυνατότητα για τη βελτίωση της επίδοσης, η κατάλληλη εφαρμογή της αρχής της αυξανόμενης εξειδίκευσης σίγουρα αυξάνει την πιθανότητα ότι το σύνολο της προπονητικής διαδικασίας θα συνεισφέρει θετικά στην απόδοση (Beachle et al., 2000). Ωστόσο η εξειδίκευση της προπόνησης είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη θετικής μεταφοράς των προκληθέντων προσαρμογών της προπόνησης αντιστάσεων στις ειδικές απαιτήσεις του αγωνίσματος για την βελτίωση της απόδοσης (Pearson et al., 2000). Συμπερασματικά η υλοποίηση της αρχής της αυξανόμενης εξειδίκευσης επιδρά αποτελεσματικά στον καλύτερο σχεδιασμό του προγράμματος προπόνησης και αυξάνει την αγωνιστική απόδοση στο συγκεκριμένο αγώνισμα (Kraemer et al., 2007).

Αρχή της παραλλαγής της προπονητικής επιβάρυνσης

Ο σχεδιασμός ενός προγράμματος προπόνησης αντιστάσεων είναι μια πολύπλοκη διαδικασία η οποία ενσωματώνει αρκετές προπονητικές μεταβλητές και βασικές αρχές της προπόνησης (Bird, Tarpenning & Marino, 2005). Η παραλλαγή της προπονητικής επιβάρυνσης είναι μια θεμελιώδης αρχή ή οποία υποστηρίζει την ανάγκη για αλλαγές σε μία ή περισσότερες προπονητικές μεταβλητές μέσα στο χρόνο για να μπορέσει το προπονητικό ερέθισμα να παραμένει αποτελεσματικό (ACSM, 2002; Kraemer et al., 2004). Διαφορετικά, τα ομοειδή προπονητικά ερεθίσματα αμβλύνονται σταδιακά και σαν τυποποιημένες επιβαρύνσεις χάνουν όλο και περισσότερο την αποτελεσματικότητά τους (Letzelter, 1988). Έχει υποστηριχθεί ότι η κατάλληλη εφαρμογή της παραλλαγής της προπονητικής επιβάρυνσης είναι ζήτημα κεφαλαιώδους σημασίας στην κατεύθυνση παράτασης του χρονικού ορίζοντα εκδήλωσης των προσαρμογών κατά τη διάρκεια επακόλουθων προγραμμάτων προπόνησης (Stone et al., 2000). Η αποτελεσματικότητα του προγράμματος προπόνησης αντιστάσεων στην επίτευξη του εξειδικευμένου προπονητικού στόχου εξαρτάται από πολλές μεταβλητές του προγράμματος οι οποίες επιδρούν στην αποτελεσματικότητα η μη του προπονητικού ερεθίσματος (Bird et al., 2005). Το προπονητικό ερέθισμα πρέπει να παραλλάσσεται συνεχώς ώστε να βελτιστοποιεί την ανάπτυξη της δύναμης διότι αν παραμείνει σταθερό

καθίσταται αναποτελεσματικό, οδηγεί σε πτώση της αθλητικής απόδοσης και μειώνει τα προπονητικά οφέλη (Polliquin, 1988). Η αλλαγή του χαρακτήρα του προπονητικού ερεθίσματος εξασφαλίζει τη διατήρηση της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης, ερεθίζει το ανθρώπινο σώμα ώστε να προσαρμοστεί στις νέες απαιτήσεις και συμβάλει στην αύξηση της ικανότητας απόδοσης (Kraemer & Hakkinen, 2002b).

Οι προπονητικές μεταβλητές περιλαμβάνουν την ένταση, την ποσότητα και τη συχνότητα της προπόνησης, την ταχύτητα σύσπασης, το διάλειμμα, τη κόπωση, την σειρά εκτέλεσης των ασκήσεων καθώς επίσης και τις πιθανές αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών (Tran, Docherty & Behm, 2006). Η αλλαγή των προπονητικών μεταβλητών όπως τα σετ, οι επαναλήψεις, η ταχύτητα κίνησης, το διάλειμμα ανάληψης επιφέρει την παραλλαγή του προπονητικού ερεθίσματος (ACSM, 2002), ενώ θετικά συνεισφέρουν σ' αυτό η αλλαγή των ασκήσεων καθώς και αλλαγή στη σειρά εκτέλεσης τους (Polliquin, 1988). Επίσης σε ένα πρόγραμμα προπόνησης αντιστάσεων η παραλλαγή του προπονητικού ερεθίσματος επιτελείται με την παραλλαγή, της σειράς των ασκήσεων, των επιλεγμένων ασκήσεων, του αριθμού των σετ, του αριθμού των επαναλήψεων ανά σετ, του διαλείμματος μεταξύ των επαναλήψεων και των σετ, της έντασης και του αριθμού των ημερήσιων προπονητικών μονάδων (Kraemer et al., 2002b). Έχει προταθεί ότι για την επίτευξη των επιδιωκόμενων βελτιώσεων είναι απαραίτητη η συστηματική διαφοροποίηση του προγράμματος προπόνησης ώστε το ανθρώπινο σώμα πιεστικά να προσαρμοσθεί στην αλλαγή του προπονητικού ερεθίσματος (Kraemer et al., 2004). Η συστηματική παραλλαγή του προγράμματος προπόνησης είναι πολύ αποτελεσματική στην πορεία της μακροχρόνιας διαδικασίας αθλητικής τελειοποίησης (Marx et al., 2001) ενώ ειδικότερα φαίνεται ότι η συστηματική παραλλαγή της ποσότητας και της έντασης έχει θετική επίδραση σ' αυτήν (Stone et al., 2000; Tan, 1999). Σύμφωνα με τους Harris και συν. (2000) η κατάλληλη αλληλουχία της ποσότητας και της έντασης καθώς και η επιλογή ασκήσεων για τη βελτίωση της ταχυδύναμης, σε ένα περιοδικό πρωτόκολλο προπόνησης μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του βαθμού παραλλαγής των ειδικών απαιτήσεων απόδοσης.

Η αρχή της παραλλαγής του προπονητικού ερεθίσματος διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο στην προπόνηση αντιστάσεων για την βελτιστοποίηση της απόδοσης μολονότι η εφαρμογή της δε διασφαλίζει πάντοτε την εμφάνιση

παρόμοιων προπονητικών προσαρμογών (Stone et al., 1999). Η έννοια της παραλλαγής αποτελεί δομικό στοιχείο του σχεδιασμού των προγραμμάτων άσκησης και η πιο συχνά εξεταζόμενη θεωρία της προπόνησης αντιστάσεων είναι η περιοδικότητα η οποία περιλαμβάνει την εφαρμογή σχεδιασμένης παραλλαγής των προπονητικών μεταβλητών (ACSM, 2002). Επιπρόσθετα στο πλαίσιο του μακροχρόνιου προγραμματισμού και της περιοδικότητας η αρχή της παραλλαγής της προπονητικής επιβάρυνσης υλοποιείται με την παραλλαγή της δυναμικής της επιβάρυνσης, των προπονητικών περιεχομένων καθώς και των μεθόδων προπόνησης (Letzelter, 1988). Όπως υποστηρίζει ο Baker (1993) το περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης δύναμης είναι ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος στην παραλλαγή του προπονητικού ερεθίσματος η οποία αποτελεί βασική παράμετρο του αποτελεσματικού προπονητικού σχεδιασμού.

Περιοδικότητα

Τα θεμέλια του σύγχρονου περιοδισμού έχουν τεθεί στην Ανατολική Ευρώπη, στις αρχές του 1960 με πρωτοπόρους το Ρώσο φυσιολόγο Leo Matveyev, που επίσης πρότεινε τη σύγχρονη μορφή του περιοδισμού (Graham, 2002) και το Ρουμάνο αθλητικό επιστήμονα Tudor Bompa (Chargina et al., 1987; Piedmonte, 1986; Stone & O Bryant, 1987; Wathen D., 1994a).

Αργότερα οι Αμερικανοί επιστήμονες, Stone H.M, O Bryant H. και Garhammer J. τροποποίησαν περαιτέρω το περιοδικό μοντέλο του Matveyev οριοθετώντας σαφείς φάσεις στην περίοδο της προετοιμασίας στην προπόνηση δύναμης (Chargina et al., 1987; Stone et al., 1981; Wathen D., 1994a). Σύμφωνα με τους Plisk και Stone (2003) η περιοδικότητα είναι μια μέθοδος που με την παραλλαγή του προπονητικού ερεθίσματος και το συστηματικό προγραμματισμό των φάσεων επιβάρυνσης και ανάληψης στην προπόνηση επιδρά αποτελεσματικά στην απόδοση. Ο Bompa (1999) όρισε την περιοδικότητα ως τη διαίρεση ενός ετήσιου προγράμματος σε μικρότερες φάσεις προπόνησης ούτως ώστε να μπορέσει το προπονητικό πρόγραμμα να αναπτυχθεί σε πιο εύκολα διαχειρήσιμα επί μέρους κομμάτια. Ο Zatsiorsky (1995), αναφέρει την περιοδικότητα ως την κατάτμηση της προπονητικής περιόδου που διαρκεί τυπικά ένα έτος σε μικρότερες φάσεις οι οποίες στοχεύουν στην μεγιστοποίηση της απόδοσης στον/ ους αγώνα/ ες στόχο/ ους της περιόδου μέσα από τη διαχείριση σε αρκετές περιπτώσεις αντιμαχόμενων

απαιτήσεων του αγωνίσματος. Ειδικότερα έχει υποστηριχθεί ότι το καλούμενο περιοδικό πλάνο αποτελεί την υλοποίηση του διαρθρωτικού συσχετισμού μεταξύ των αντιμαχόμενων απαιτήσεων της παραλλαγής, σύμφωνα με την αρχή της παραλλαγής της επιβάρυνσης και της σταθερότητας για την ικανοποίηση της απαίτησης της εξειδίκευσης (Zatsiorsky, 1995). Ο Plisk (2004) ορίζει την περιοδικότητα ως την προγραμματισμένη κυκλική διάρθρωση και παραλλαγή των προπονητικών περιεχομένων και μεθόδων. Η σύγχρονη περιοδικότητα ορίζεται ως μια μέθοδος προγραμματισμένων μεταβολών των προπονητικών μεταβλητών (ποσότητα, ένταση, συχνότητα κ.α) (Rhea et al., 2004) που βοηθάει τον αθλητή να πετύχει την έκφραση της αγωνιστικής φόρμας την κατάλληλη στιγμή, να αποφύγει τον κίνδυνο της υπερπροπόνησης και των τραυματισμών και τέλος να αυξήσει τις προπονητικές προσαρμογές (Fleck et al., 1997; Kraemer et al., 2000a; Rhea et al., 2004). Η στρατηγική βελτιστοποίησης της επίδοσης επικεντρώνεται στην επίλυση του ζητήματος σχεδιασμού του ετήσιου προπονητικού πλάνου το οποίο στοχεύει: α) στην μεγιστοποίηση των απαιτήσεων απόδοσης σε προκαθορισμένες χρονικές στιγμές και β) στη μείωση του κινδύνου κόπωσης και υπερπροπόνησης στην διάρκεια της υλοποίησης του (Smith, 2003). Προπονητικά πρωτόκολλα που υποβάλουν τους αθλητές σε συνηθισμένες σταθερές επιβαρύνσεις καθίστανται αποθαρρυντικά, μειώνουν το ενδιαφέρον, ενώ έχει δηλωθεί ότι αυτή η μονότονη προπόνηση υψηλής επιβάρυνσης δυνητικά μπορεί να αποτελέσει παράγοντα πρόκλησης αρνητικών προσαρμογών (Foster, 1998). Επιπρόσθετα τα προπονητικά οφέλη παρουσιάζουν τάση στασιμότητας στους επόμενους μήνες στην περίπτωση που η παραλλαγή του σχεδιασμού του προγράμματος παραμένει σε μη ικανοποιητικά επίπεδα (Marx et al., 2001).

Η περιοδικότητα αποτελεί διέξοδο στην ανάπτυξη και στη διαχρονικότητα του προπονητικού σχεδιασμού ενώ επιπλέον λειτουργεί υποστηρικτικά στην απαίτηση της ομαλής μετάβασης από τη μη εξειδικευμένη προπόνηση δύναμης της προπαρασκευαστικής περιόδου στην υψηλά εξειδικευμένη των επακόλουθων φάσεων (Zatsiorsky, 1995). Την τελευταία δεκαετία η έννοια της περιοδικότητας της προπονητικής διαδικασίας έχει καταστεί εξαιρετικά δημοφιλής στην ιατρική και αθλητική επιστημονική κοινότητα καθώς επιτρέπει την παραλλαγή του προπονητικού ερεθίσματος (προπονητικές μονάδες διαφορετικών ποσοτήτων και εντάσεων) και προγραμματίζει περιόδους

ανάληψης για την πρόληψη εμφάνισης του συνδρόμου της υπερπρόνησης (Marx et al., 2001). Η περιοδικότητα εμπεριέχει περιόδους ενεργητικής ανάληψης και προσαρμογής μέσα από τη διαχείριση της έντασης, της ποσότητας και της αποκατάστασης (Herrick & Stone, 1996). Με την παρεμβολή προγραμματισμένων περιόδων ανάληψης επιτυγχάνεται η αποκατάσταση και ανασύνθεση των ενεργειακών αποθεμάτων του αθλητή (Kraemer, 2004). Στόχος του περιοδικού προγράμματος προπόνησης είναι να μεγιστοποιήσει την αρχή της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης και να εξασφαλίσει τη σωστή αναλογία μεταξύ επιβάρυνσης και ανάληψης (Rhea et al., 2003). Η ισορροπία ανάμεσα στο ερέθισμα και την ανάληψη επιδρά θετικά στην επίδοση και στην αποκατάσταση (Baechle et al., 2000) και σύμφωνα με τους Matveyev και Vorobyev η καλύτερη αποκατάσταση επιδρά θετικά στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης και ταχυδύναμης (Fleck et al., 1997). Έχει προταθεί ότι μέσω των εξειδικευμένων χειρισμών των προπονητικών μεταβλητών οι βελτιώσεις στην επίδοση διαχρονικά μπορούν συστηματικά να προγραμματισθούν ως επακόλουθο της αύξησης του επιπέδου της ειδικής δύναμης του αθλήματος (Bompa, 1993). Η περιοδικότητα επιτρέπει τη μακροχρόνια βελτίωση της αθλητικής απόδοσης καθώς παρέχει την απαραίτητη παραλλαγή στις φυσικές και ψυχικές επιφορτίσεις της επιβάρυνσης ενώ παράλληλα η εφαρμογή της επιφέρει τη μεγιστοποίηση της δύναμης και της ταχυδύναμης σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές (Kraemer et al., 2002b). Τα περιοδικά προπονητικά προγράμματα φαίνεται να έχουν μακροχρόνια θετική επίδραση στην ανάπτυξη της ειδικής δύναμης του αθλήματος για δύο λόγους: α) η στρατηγικά σχεδιασμένη ανάληψη επιτρέπει την απομάκρυνση της σωρευτικής κούρασης, τη μείωση της πιθανότητας υπερπρόνησης ενώ παράλληλα δίνει τη δυνατότητα αναπλήρωσης του φυσιολογικού δυναμικού (Banister & Calvert, 1981; Fry, Morton & Keast, 1992) και β) η ποικιλία του προπονητικού ερεθίσματος ως βασικό χαρακτηριστικό της περιοδικότητας φαίνεται να αποφέρει μεγαλύτερα και γρηγορότερα οφέλη στη δύναμη συγκριτικά με ένα μη περιοδικό, προοδευτικά αυξανόμενο πρωτόκολλο προπόνησης αντιστάσεων σταθερής σχετικής έντασης (Kukushkin, 1983; Poliquin, 1997; Sleamaker, 1989). Επιπρόσθετα φαίνεται ότι η περιοδικότητα αν και τυπικά βρίσκει πλήρη εφαρμογή στην προπόνηση των μεγάλων μυϊκών ομάδων μπορεί να είναι το ίδιο αποτελεσματική και στις μικρότερες από αυτές (Deschenes et al., 2002).

Έχει πολύ καλά τεκμηριωθεί ότι για την επίτευξη περαιτέρω βελτίωσης της επίδοσης η προπόνηση θα πρέπει να ακολουθεί ένα κυκλικό πρότυπο υλοποίησης (περιοδικό) (Fry et al., 1992), στο οποίο εναλλάσσονται οι φάσεις της ανάπτυξης, της σταθεροποίησης και της πρόσκαιρης απώλειας της αθλητικής φόρμας (Hartmann et al., 1989). Η αιτιολογία της ανάπτυξης της αθλητικής φόρμας σε φάσεις σχετίζεται με την περιορισμένη ικανότητα του οργανισμού να αυξάνει γραμμικά την ανεκτικότητα επιβάρυνσης του, έτσι ώστε οριακές επιβαρύνσεις να αντιμετωπίζονται χωρίς ουσιαστική απώλεια (Hartmann et al., 1989).

Οι περισσότερες σύγχρονες έρευνες συνέκριναν μη περιοδικά με περιοδικά προγράμματα προπόνησης και φάνηκε ότι η περιοδική προπόνηση υπερέχει όσον αφορά μετρήσεις που σχετίζονται με τη μέγιστη δύναμη, την ταχυδύναμη και την αντοχή (Fleck et al., 2004; Fleck, 1999; Fleck et al., 1997; Graham, 2002; Haff, 2004; Hakkinen et al., 1991; Hakkinen et al., 1987; Kraemer et al., 2003; Kraemer et al., 2002a; Kraemer, 1997; Kramer et al., 1997; Newton et al., 2002; O Bryant et al., 1988; Pearson et al., 2000; Rhea et al., 2002; Schiötz et al., 1998; Stone et al., 2000; Stone et al., 1982; Stone et al., 1981; Stowers et al., 1983; Willoughby, 1993). Μολονότι βελτίωση της δύναμης έχει αναφερθεί με τη χρήση περιοδικών και μη πρωτοκόλλων προπόνησης αντιστάσεων φαίνεται ωστόσο η αύξηση αυτή να είναι μεγαλύτερη ως αποτέλεσμα της περιοδικής προπόνησης (Hoffman, 2002). Το μεγαλύτερο ποσοστό βελτίωσης στη μέτρηση της μιας μέγιστης επανάληψης στην πίεση πάγκου που έχει καταγραφεί είναι 17% για τα μη περιοδικά προπονητικά πρωτόκολλα και 29% για τα περιοδικά, ενώ για το βαθύ κάθισμα φάνηκε να είναι 32% και 48% αντίστοιχα (Baker et al., 1994; O'Bryant et al., 1988; Stowers et al., 1983; Willoughby, 1993). Επίσης έχει υποστηριχθεί ότι τα περιοδικά πρωτόκολλα αντιστάσεων υπερέχουν των μη περιοδικών στην βελτίωση της απόδοσης στο κατακόρυφο άλμα (Stone et al., 1981; Stowers et al., 1983).

Από τα προαναφερθέντα φαίνεται η υπεροχή των περιοδικών προγραμμάτων προπόνησης, το ποσοστό όμως αυτής εξαρτάται από την επίκαιρη προπονητική κατάσταση των ασκούμενων (Fleck, 1999). Έχει προταθεί ότι τα περιοδικά πρωτόκολλα προπόνησης είναι περισσότερο αποτελεσματικά όταν απευθύνονται σε έμπειρους αθλητές (Hoffman, 2002). Ωστόσο η εφαρμογή της περιοδικότητας δεν περιορίζεται στους κορυφαίους

αθλητές ή στους πολύ προχωρημένους αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί εξίσου αποτελεσματικά ως βάση για την προπόνηση ατόμων με διαφορετικά χαρακτηριστικά και επίπεδα φυσικής κατάστασης (ACSM, 2002; Kraemer et al., 2004). Η περιοδική προπόνηση αντιστάσεων δεν αφορά αποκλειστικά την αγωνιστικά εξειδικευμένη προπόνηση αλλά έχει φανεί ότι επιδρά θετικά στην επίτευξη των προπονητικών στόχων της βελτίωσης της υγείας της αποκατάστασης και της αναζωογόνησης (ACSM, 2002; Kraemer et al., 2004). Κορυφαίοι αθλητές, ασκούμενοι με στόχο τη σωματική διάπλαση ακόμη και την αναψυχή χρησιμοποιούν τώρα τα περιοδικά προγράμματα προπόνησης στην προσπάθειά τους για βελτίωση της απόδοσης (Rhea et al., 2003). Επιπρόσθετα πολλοί προπονητές χρησιμοποιούν ποικίλα περιοδικά μοντέλα για τη μακροχρόνια βελτίωση των αθλητών τους (Balyi, 1991; Bompa, 1994; Poliquin, 1992; Verhoshansky, 1992; Wilks, 1994) ενώ ακόμη προγράμματα περιοδικότητας έχουν σχεδιαστεί και εξεταστεί από ερευνητές όπως οι Stone και συν. (1981), Chargina και συν., (1987), Stowers και συν., (1983), McGee, Jessee, Stone και Blessing (1992), Mayhew, Ware, Johns και Bemben (1997) και Schiotz και συν. (1998).

Σύμφωνα με τον Kraemer και συν. (2002a) η περιοδικότητα έχει οριστεί ως η προγραμματισμένη παραλλαγή του προπονητικού ερεθίσματος με τη χρήση περιόδων ανάληψης για την αποκατάσταση και την αναπλήρωση των ενεργειακών αποθεμάτων του αθλητή. Επίσης η περιοδικότητα μπορεί να οριστεί ως λογική μέθοδος φάσεων παραλλαγής της ποσότητας της προπόνησης, των παραγόντων έντασης και των ασκήσεων στην κατεύθυνση βελτιστοποίησης της προοδευτικότητας στην προπονητική διαδικασία (Stone & Haff, 2004). Πρωταρχικός σκοπός της περιοδικότητας είναι η αποφυγή της υπερπροπόνησης και η εμφάνιση της αγωνιστικής φόρμας στον αγώνα στόχο (Stone et al., 2004). Η περιοδικότητα μπορεί να υλοποιηθεί με τη διαχείριση των προπονητικών μεταβλητών όπως του αριθμού των σετ, των επαναλήψεων, της ποσότητας ή του τύπου των αντιστάσεων, του διαλείμματος ανάμεσα στις ασκήσεις και τα σετ, και τέλος της συχνότητας της προπόνησης (Fleck, 1999). Ως αποτέλεσμα των πολλών προπονητικών μεταβλητών καθώς και των πιθανών μορφών διαχείρισης είναι εφικτή η ύπαρξη ενός μεγάλου αριθμού περιοδικών προγραμμάτων (Rhea et al., 2003). Η θεωρία της περιοδικότητας δεν έχει σταθερό και μονεταριστικό πρότυπο υλοποίησης αλλά πολύ

περισσότερο αποτελεί τη βάση στην οποία ο προπονητής και αθλητικός επιστήμων μπορεί να προγραμματίσει τον προπονητικό σχεδιασμό εξειδικευμένα πάντοτε σε σχέση με το αγώνισμα (Norris & Smith, 2002). Έχει προταθεί ότι υφίστανται δυο κύρια μοντέλα της περιοδικότητας, το γραμμικό το οποίο ταυτίζεται με την κλασική μορφή περιοδισμού του Matveyev ή των Stone και συνεργατών και το μη γραμμικό (Brown, 2001). Επιπρόσθετα η κλασική μορφή της περιοδικότητας της δύναμης στην προπόνηση αντιστάσεων διαφοροποιείται στοχευμένα σε κάθε αγώνισμα ή άθλημα και σε κάθε αθλητή καθώς η εξατομίκευση και η πολυπλευρικότητα στις απαιτήσεις των αγωνισμάτων επιβάλλει την ανάπτυξη εξειδικευμένων περιοδικών μοντέλων (Bompa, 1996). Ωστόσο σύμφωνα με τον Dellinger, χάλκινο ολυμπιονίκη των 5000μ το 1964 κάθε επιτυχημένο πρόγραμμα προπόνησης ακολουθεί βασικές αρχές και μοιράζεται κοινά χαρακτηριστικά με άλλα εξίσου αποτελεσματικά προγράμματα (Dellinger & Freeman, 1984).

Φυσιολογικές βάσεις της περιοδικότητας

Η υπερπροπόνηση μπορεί να ορισθεί ως η κατάσταση στην οποία περιέρχεται ο ανθρώπινος οργανισμός όταν μεταξύ της εκτέλεσης των ασκήσεων δεν παρεμβάλλεται διάλειμμα πλήρους ανάληψης (Raastad, Glomsheller, Bjoro & Hallen, 2001). Σύμφωνα με τους Kneider, Fry και O'Toole (1998) η υπερπροπόνηση, η διαδικασία δηλαδή που οδηγεί σε μείωση της ικανότητας απόδοσης συχνά κατηγοριοποιείται σε μικρής διάρκειας κόπωση καλούμενη ως υπερφόρτωση και χρόνιας διάρκειας ως υπερπροπόνηση. Τα χαρακτηριστικά δε ευρήματα της εμφάνισης της διαφέρουν μεταξύ της προπόνησης αντιστάσεων υψηλής έντασης και της αερόβιας άσκησης (Fry, Kraemer & Ramsey, 1998). Επιπρόσθετα έχει υποστηριχθεί ότι τα συμπτώματα του συνδρόμου της υπερπροπόνησης διαφέρουν μεταξύ των αθλητών αντοχής και ταχυδυναμικών αγωνισμάτων εξαιτίας εμφάνισης παρασυμπαθητικού και συμπαθητικού συνδρόμου αντίστοιχα (Israel, 1958; Raastad et al., 2001).

Η άποψη ότι η περιοδικότητα μειώνει τον κίνδυνο της υπερπροπόνησης βασίζεται στο Γενικό Σύνδρομο Προσαρμογής του Selye (Stone et al., 1991; Wathen, 1994b). Το Σύνδρομο Γενικής Προσαρμογής (General Adaptation Syndrome, GAS) είναι η φυσιολογική βάση της περιοδικότητας (Baechle et al.,

2000). Η θεωρία του αναπτύχθηκε από τον Hans Selye, έναν Καναδό ενδοκρινολόγο που μελέτησε την επίδραση των στρεσογόνων παραγόντων στον οργανισμό και καθόρισε τη απάντηση του σε τρεις φάσεις, τη φάση συναγερμού, τη φάση της αντίστασης και τη φάση της εξάντλησης (Baechle et al., 2000). Αναλυτικότερα ο Selye (1976) πρότεινε ότι ένας οργανισμός αντιδρά σε μια ποικιλία διαφόρων στρεσογόνων παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης και της μυϊκής εργασίας με έναν αριθμό απαντήσεων σε σχέση με το στρεσογόνο παράγοντα. Το σύνδρομο γενικής προσαρμογής (GAS) εκδηλώνεται σε τρία στάδια με το πρώτο στάδιο να αναφέρεται ως αντίδραση-συναγερμός το οποίο χαρακτηρίζεται από την εκπυρσοκρότηση των νευρώνων του συμπαθητικού και την έκκριση των κατεχολαμινών που αποτελούν την πιο άμεση απόκριση (Selye, 1976). Η απελευθέρωση της κορτιζόλης συμβαίνει στο τελευταίο τμήμα του σταδίου του συναγερμού και δρα για τη μείωση των επιδράσεων της άμεσης απάντησης (Standford & Salmon, 1993). Κατά τη διάρκεια του σταδίου του συναγερμού, το σώμα αποκτά την εμπειρία ενός ή περισσότερων έντονων στρες (π.χ. άρση μεγαλύτερου βάρους) με αποτέλεσμα τη διαταραχή της ομοιόστασης του οργανισμού (Baechle et al., 2000). Η φάση του συναγερμού μπορεί να κρατήσει αρκετές μέρες ή περισσότερες εβδομάδες και σ' αυτό το στάδιο ο αθλητής μπορεί να νιώσει υπέρμετρο πόνο, ακαμψία και προσωρινή πτώση της επίδοσης (Baechle et al., 2000). Επειδή η φάση του συναγερμού δεν μπορεί να διαρκέσει για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα ακολουθεί ένα στάδιο αντίστασης, στο οποίο επέρχεται η προσαρμογή, καθώς ο οργανισμός βρίσκεται σε κατάσταση υπέρβασης του επιπέδου φυσιολογικής ομοιόστασης, όπου υπερέχουν χαρακτηριστικά οι διαδικασίες του αναβολισμού (Selye, 1976). Κατά τη διάρκεια του σταδίου της αντίστασης το σώμα παρουσιάζει βελτίωση της ικανότητας ανοχής στην πίεση, η χρονική διάρκεια της οποίας εξαρτάται από την υγεία και την επίκαιρη προπονητική κατάσταση του αθλητή (Baechle et al., 2000). Οι δομικές, βιοχημικές και μηχανικές προσαρμογές του σταδίου αντίστασης οδηγούν σε βελτιστοποίηση της απόδοσης ως αποτέλεσμα της εμφάνισης του φαινομένου της υπεραναπλήρωσης ή του υπερσυμψηφισμού (Baechle et al., 2000). Σύμφωνα με τον Zatsiorsky (1995) η θεωρία του υπερσυμψηφισμού αποτελεί την απλουστευμένη εκδοχή της θεωρίας του συνδρόμου γενικής προσαρμογής η οποία φανερά εδράζεται στο μηχανισμό αιτίας-αποτελέσματος. Από την άλλη

πλευρά, η παρατεταμένη έκθεση του οργανισμού στο στρεσογόνο παράγοντα στο ίδιο υψηλό επίπεδο, στη φάση της αντίστασης θα επιφέρει μείωση των προπονητικών προσαρμογών το επόμενο διάστημα και θα προκαλέσει την επανεμφάνιση των συμπτωμάτων του σταδίου του συναγερμού (Standford et al., 1993). Αυτό είναι και το στάδιο της εξάντλησης (Baechle et al., 2000; Selye, 1976), στο οποίο τα κλινικά ευρήματα μπορεί να γίνουν μη αναστρέψιμα οδηγώντας σε παθολογικές καταστάσεις ακόμα και στο θάνατο (Selye, 1976). Οι αρνητικές απαντήσεις στη φάση εξάντλησης έχουν ως πιθανό αποτέλεσμα την υπερπροπόνηση και την αποπροσαρμογή εκτός κι αν ο αθλητής διαφοροποιήσει τον προπονητικό του σχεδιασμό (Baechle et al., 2000). Στην κατεύθυνση αυτή η περιοδικότητα παρέχει τη δυνατότητα στον αθλητή να περνάει κυκλικά από τα δύο πρώτα στάδια του συνδρόμου γενικής προσαρμογής, αποφεύγοντας το τρίτο της εξάντλησης, με την υλοποίηση προπονητικών μονάδων επιβάρυνσης που λειτουργούν ως το αρχικό ερέθισμα (στρεσογόνος παράγοντας) προσαρμογής και περιόδων αποκατάστασης που διευκολύνουν την αναδόμηση και προσαρμογή μέσα από τη διαδικασία υπέρβασης του αρχικού επιπέδου των ενεργειακών αποθεμάτων η οποία στην αθλητική επιστημονική ορολογία συναντάται ως υπερανάπληρωση (Banister et al., 1981; Fry et al., 1992; Gambetta, 1991). Έχει προταθεί ότι η ιδανική εξισορρόπηση της προπονητικής επιβάρυνσης και της επακόλουθης αποκατάστασης οδηγεί στην εμφάνιση του φαινομένου του υπερσυμψηφισμού που επιτρέπει τη σημαντική βελτίωση της απόδοσης (Budgett, 1998). Σύμφωνα με τον Siff (2003) η μη γραμμική περιοδικότητα επαληθεύει τη θεωρία του συνδρόμου της γενικής προσαρμογής η οποία προτείνει ότι για την πρόκληση των επιδιωκόμενων προσαρμογών είναι αναγκαία η εφαρμογή νέων υψηλότερων ερεθισμάτων.

Επιπρόσθετα παράλληλα με το σύνδρομο γενικής προσαρμογής, η αρχή του μεγέθους αποτελεί ειδικότερα την φυσιολογική βάση της μη γραμμικής περιοδικότητας (Kraemer et al., 2007). Η υλοποίηση της αρχής του μεγέθους σε ένα μη γραμμικό προπονητικό πρωτόκολλο αντιστάσεων διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο καθώς επιτρέπει με την παρεμβολή προπονητικών μονάδων πιο χαμηλής έντασης την αποκατάσταση των κινητικών μονάδων που χρησιμοποιούνται σε πιο υψηλές εντάσεις (Kraemer et al., 2007).

Η αρχή της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης είναι μια άλλη έννοια στην κατανόηση της φυσιολογικής βάσης του περιοδισμού και δηλώνει την ικανότητα προσαρμογής του οργανισμού σε νέες αυξημένες λειτουργικές απαιτήσεις (Baechle et al., 2000). Σύμφωνα με τους Baechle και συν. (2000), για τη μεγιστοποίηση της νευρομυϊκής απάντησης και την αποφυγή της κόπωσης και της υπερφόρτωσης τα φορτία πρέπει να διαφοροποιούνται ώστε να αυξήσουν τον βαθμό ερεθισμού αλλάζοντας περιοδικά τις προπονητικές μεταβλητές όπως η ποσότητα ή εξειδίκευση, η ένταση και η διάρκεια.

Κύκλοι της περιοδικότητας

Το κλασικό μοντέλο της περιοδικότητας επιμερίζει το ολικό προπονητικό πλάνο σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, που ονομάζονται κύκλοι (Beachle et al., 2000). Ο προπονητικός κύκλος αποτελεί ενότητα του σχεδιασμού η οποία μπορεί να έχει μεγάλη, μεσαία ή μικρή χρονική διάρκεια (Grosser et al., 2000). Έχει προταθεί ότι η δόμηση των περιοδικών προπονητικών κύκλων θα πρέπει να υλοποιείται εξατομικευμένα μεταξύ άλλων σε σχέση με το αγώνισμα, τη χρονολογική και προπονητική ηλικία, το επίπεδο υγείας καθώς και τον αριθμό των αγώνων (Tan, 1999). Η προσπάθεια τυποποίησης των κύκλων της περιοδικότητας που είναι μια πολυσύνθετη διαδικασία συχνά έχει προβληματίσει την αθλητική επιστημονική κοινότητα με τη χρήση ποικιλώνυμης ορολογίας (Smith, 2003). Παράλληλα με την έννοια του περιοδισμού έχει αναπτυχθεί και η ορολογία περιγραφής των διαφόρων χρονικών περιόδων κατά τη διάρκεια του περιοδικού προπονητικού πλάνου η οποία περιλαμβάνει τον μακρόκυκλο που αντιστοιχεί τυπικά σε ένα έτος προπόνησης, το μεσόκυκλο που διαρκεί 3-4 μήνες και το μικρόκυκλο χρονικής διάρκειας 1-4 εβδομάδων (Kraemer et al., 2002b). Κάθε μια από τις προαναφερθείσες χρονικές περιόδους σε ένα περιοδικό πλάνο προπόνησης έχει εξειδικευμένους προπονητικούς στόχους όπως η μεγιστοποίηση της μυϊκής υπερτροφίας, η βελτίωση της μέγιστης δύναμης ή της ταχυδύναμης (Kraemer et al., 2002b).

Ο μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας κύκλος αναφέρεται ως μακρόκυκλος και τυπικά ταυτίζεται με ένα χρόνο προπόνησης ενώ μπορεί να διαφοροποιηθεί σε χρονική διάρκεια από 9 μήνες έως 4 χρόνια (Beachle et al., 2000). Ο μακρόκυκλος είναι ταυτόσημος με τον ετήσιο κύκλο προπόνησης ή με ένα ημιετήσιο κύκλο στην περίπτωση εφαρμογής του διπλού περιοδισμού

(Σαρασλανίδης, 1987). Επιπρόσθετα ο μακρόκυκλος υποδιαιρείται σε 2 ή περισσότερους μεσόκυκλους που τυπικά έχουν διάρκεια αρκετών εβδομάδων ή μηνών και κάθε μεσόκυκλος απαρτίζεται από μικρόκυκλους εβδομαδιαίας διάρκειας (Beachle et al., 2000; Hoffman et al., 2003). Ο Matveyev (1981) παραθέτει ως δομικά συστατικά του περιοδισμού το μικρόκυκλο που περιλαμβάνει αυτόνομα την προπονητική μονάδα ή μικρό αριθμό αυτών, τον μεσόκυκλο που αποτελείται από αρκετούς μικρόκυκλους με προκαθορισμένο προπονητικό αντικείμενο και στόχο απόδοσης και τον μακρόκυκλο που συντίθεται από ομάδες μεσόκυκλων κατά τη διάρκεια του ημιετήσιου ή ετήσιου προπονητικού πλάνου. Σύμφωνα με τους Bompa (1999) και Pyne (1996) η χρήση του όρου μικρόκυκλος αντανακλά το εβδομαδιαίο προπονητικό πλάνο και ο μακρόκυκλος αντιπροσωπεύει την προπονητική φάση η οποία μπορεί να διαρκεί 2-6 εβδομάδες. Ο μακρόκυκλος που υλοποιείται στη διάρκεια του έτους προπόνησης μπορεί να διαιρεθεί σε προπονητικές περιόδους που αναφέρονται ως μεσόκυκλοι (Willoughby, 1993).

Οι μέσοι προπονητικοί κύκλοι καλούνται μεσόκυκλοι και αποτελούνται από 2-6 μικρόκυκλους με συνήθη διάρκεια τον ένα μήνα (2-5 μικρόκυκλοι) (Σαρασλανίδης, 1987). Έχει προταθεί ότι ο μεσόκυκλος αποτελεί μορφή κατάταξης των μικρόκυκλων, συγκροτείται από αριθμό μεγαλύτερο του ενός και συνήθως είναι μηνιαίας διάρκειας, περισσότερο για λόγους διευκόλυνσης του προπονητικού σχεδιασμού (Letzelter, 1988). Ο μεσόκυκλος είναι μια περίοδος 2-6 εβδομάδων, στις οποίες ένας αριθμός μικρόκυκλων προπονητικής υπερφόρτωσης ακολουθείται από ένα μικρόκυκλο μειωμένης επιβάρυνσης, στον οποίο η ποσότητα, η ένταση και η συχνότητα της προπόνησης φθίνουν (Banister et al., 1981; Bompa, 1993; Fry et al. 1992; Matveyev, 1992). Σύμφωνα με τους Wenger, McFadyen και MacFadyen (1996) η προπόνηση υπερφόρτωσης των προηγηθέντων κύκλων του προπονητικού σχεδιασμού παρέχει ένα ισχυρό ερέθισμα για προσαρμογή, ενώ ο μικρόκυκλος αποκατάστασης διευκολύνει τη διαδικασία αυτή παρέχοντας ένα διάλειμμα, στο οποίο η φόρτιση μειώνεται δραματικά. Έχει δηλωθεί ότι η φύση των προπονητικών προσαρμογών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο καθορισμού της διάρκειας του μεσόκυκλου (Nadori & Granek, 1989; Smith, 2003). Σύμφωνα με τον Smith (2003) κύκλοι μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας είναι αναγκαίοι για την επίτευξη μεταβολικών προπονητικών στόχων, ενώ

μικρότερης διάρκειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόκληση νευρικών προσαρμογών. Φαίνεται ότι ο σχεδιασμός και η οργάνωση των προγραμμάτων προπόνησης στη βάση περιόδων διάρκειας 4 εβδομάδων αποτελεί το ιδανικό βιολογικό «παράθυρο» για την ολοκλήρωση των προπονητικών προσαρμογών (Plisk et al., 2003). Ο Haff (2004) υποστηρίζει ότι η χρονική διάρκεια του μεσόκυκλου ποικίλλει μεταξύ ενός και τεσσάρων μηνών. Σύμφωνα με τον Zatsiorsky (1995) το ετήσιο πλάνο προπόνησης υποδιαιρείται σε επί μέρους φάσεις που καλούνται μεσόκυκλοι και διαρκούν 6-12 εβδομάδες ανάλογα με το επίπεδο του αθλητή επιτρέποντας την αλλαγή στην ποσότητα και την ένταση της προπόνησης. Από την άλλη πλευρά ο μεσόκυκλος δε χρησιμοποιείται καθόλου από τον Bompa (1999) ενώ ο Pyne (1996) δηλώνει ότι αντιστοιχεί σε ένα έτος προπόνησης ή στην χρονική περίοδο διάρκειας 16-24 εβδομάδων.

Μικρόκυκλος είναι ο μικρότερης χρονικής διάρκειας κύκλος, αποτελεί τη βάση της προπονητικής διαδικασίας και συνήθως έχει διάρκεια μιας εβδομάδας (Bompa et al., 2003; Σαρασλανίδης, 1987). Ο μικρόκυκλος περιλαμβάνει περισσότερες από μία προπονητικές μονάδες και ως επί το πλείστον είναι ταυτόσημος με το εβδομαδιαίο πλάνο προπόνησης (Letzelter, 1988). Έχει υποστηριχθεί ότι δομικά ο μικρόκυκλος μπορεί να περιλαμβάνει τρεις έως έξι ημέρες επιβάρυνσης και μία ανάληψης (Viru, 1995) αν και έχουν αναφερθεί συνολικά έως και 18 προπονητικές μονάδες την εβδομάδα σε αθλητές άρσης βαρών ολυμπιακού επιπέδου (Zatsiorsky, 1995). Το κύριο πρόβλημα κατά το σχεδιασμό ενός αποτελεσματικού μικρόκυκλου είναι η διαμόρφωση της δυναμικής των συνολικών απαιτήσεων επιβάρυνσης, όπου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι διαδικασίες κόπωσης και αποκατάστασης στα πλαίσια αυτού του κύκλου (Martin et al., 2000). Στην εξέλιξη του ετήσιου προπονητικού πλάνου η φύση και η δυναμική του μικρόκυκλου διαφοροποιείται ανάλογα με τη φάση, τους αντικειμενικούς σκοπούς, τις φυσιολογικές και ψυχολογικές απαιτήσεις της προπόνησης (Bompa et al., 2003). Σύμφωνα με τον Kraemer (1984) ο μικρόκυκλος είναι το πιο σημαντικό συστατικό της περιοδικότητας καθώς έχει τη δυνατότητα μεταβολής των άμεσων προπονητικών μεταβλητών στη διάρκεια του κύκλου, η οποία καθορίζει και το χαρακτηριστικό τύπο του μεσόκυκλου. Η προπονητική μονάδα αποτελεί το μικρότερο συστατικό μέρος της προπονητικής διάρθρωσης και είναι ταυτόσημη με την ημερήσια

προπόνηση αν ο αθλητής γυμνάζεται μία φορά την ημέρα (Letzelter, 1988; Σαρασλανίδης, 1987).

Σύμφωνα με τους Fleck και συν. (1997) η κλασική μορφή της περιοδικότητας κατανέμει το πρόγραμμα προπόνησης σε ειδικές χρονικές περιόδους με συγκεκριμένη διάρκεια και προκαθορισμένο στόχο που καλούνται μακρόκυκλοι, μεσόκυκλοι, και μικρόκυκλοι. Έχει προταθεί ότι ο σχεδιασμός του προπονητικού πλάνου υλοποιείται στη βάση του μικρόκυκλου χρονικής διάρκειας μίας εβδομάδας και του μακρόκυκλου που συνήθως διαρκεί ένα μήνα (Bompa et al., 2003). Επιπρόσθετα η προπονητική μονάδα είναι το μικρότερο συστατικό κομμάτι της προπονητικής διαδικασίας με συγκεκριμένη διαρθρωτική δομή που περιλαμβάνει το εισαγωγικό μέρος, το κυρίως μέρος και την αποθεραπεία (Bompa et al., 2003; Grosser et al., 2000).

Περίοδοι της περιοδικότητας

Οι προπονητικές περίοδοι αποτελούν διαδοχικά στάδια της προπονητικής διαδικασίας, που χαρακτηρίζονται από τη σκόπιμη χρήση προπονητικών περιεχομένων για την καθοδήγηση της αθλητικής φόρμας (Martin et al., 2000). Κάθε περίοδος έχει, στο πλαίσιο της συστηματικής δόμησης της απόδοσης, έναν ειδικό στόχο, από τον οποίο πηγάζουν μεταξύ άλλων στοιχεία της προπόνησης τα ειδικά περιεχόμενα, τα μέσα και η δομή της επιβάρυνσης (Grosser et al., 2000). Το ετήσιο προπονητικό πλάνο για τα περισσότερα αγωνίσματα/αθλήματα διαχωρίζεται σε τρεις περιόδους ή μακρόκυκλους, την προπαρασκευαστική, την αγωνιστική και τη μεταβατική περίοδο προετοιμασίας (Wilks, 1995). Επιπρόσθετα η ακριβής διάρκεια της προπαρασκευαστικής και αγωνιστικής περιόδου κυρίως καθορίζεται εξειδικευμένα από το αγωνιστικό πρόγραμμα, το αγώνισμα και το επίπεδο του αθλητή (Bompa, 1993; Verhoshansky, 1992). Σύμφωνα με την ερμηνεία του Stone, το μοντέλο περιοδισμού του Matveyev εμπεριέχει 4 ξεκάθαρες περιόδους, την προπαρασκευαστική, την ειδική, την αγωνιστική και τη μεταβατική περίοδο ή περίοδο ενεργητικής ανάληψης (Beachle et al., 2000; Stone et al., 2000).

Η προπαρασκευαστική περίοδος συνήθως χωρίζεται περαιτέρω στη γενική προπαρασκευαστική και την ειδική προπαρασκευαστική περίοδο, ενώ η αγωνιστική περίοδος μερικές φορές παρομοίως χωρίζεται στην προαγωνιστική και στην κυρίως αγωνιστική περίοδο (Bompa, 1994; Verhoshansky, 1992). Έχει

υποστηριχθεί ότι η προπαρασκευαστική περίοδος προετοιμασίας που παραδοσιακά διαχωρίζεται σε γενική και ειδική, αποσκοπεί στην ανάπτυξη των βασικών προϋποθέσεων σε ότι αφορά στη φυσική κατάσταση, την τεχνική και την τακτική, για την επίτευξη υψηλών αθλητικών επιδόσεων και προπονητικών επιβαρύνσεων στην αγωνιστική περίοδο (Martin et al., 2000). Η προπαρασκευαστική φάση σηματοδοτεί την αρχή του ετήσιου προπονητικού πλάνου, ο ρόλος δε της γενικής προπαρασκευαστικής περιόδου είναι να θεμελιώσει τη γενική δύναμη πάνω στην οποία θα οικοδομηθεί η ειδική δύναμη του αθλήματος (Chargina et al., 1993a; Matveyev, 1992). Στην προπόνηση γενικής δύναμης οι σημαντικότερες μεταβλητές που επιδρούν στην εμφάνιση των επιμέρους μορφών δύναμης (μέγιστη δύναμη, ταχυδύναμη, κ.λ.π.) καθώς και οι μύες ή μυϊκές ομάδες ασκούνται με τρόπο μη εξειδικευμένο, μη συγγενή με την αγωνιστική κίνηση (Grosser et al., 2000). Σύμφωνα με τον Bompa (1993) στην περίοδο αυτή θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην ενδυνάμωση του συνδετικού ιστού και των σταθεροποιητικών μυών του κορμού καθώς και των μυών των κάτω άκρων. Από την άλλη πλευρά στον τομέα του υψηλού αθλητισμού μια γενική και για μεγάλο χρονικό διάστημα προπόνηση δύναμης μπορεί δυνητικά να έχει αρνητική επίδραση στην ειδική ικανότητα δύναμης (Grosser et al., 2000). Στην προπαρασκευαστική περίοδο ο μακρόκυκλος και ο μεσόκυκλος ακολουθούν το γενικό πρότυπο προπόνησης που χαρακτηρίζεται αρχικά από υψηλή ποσότητα και χαμηλή ένταση και το οποίο προοδευτικά αντιστρέφεται σε προπόνηση χαμηλής ποσότητας και υψηλής έντασης (Stone et al., 2000).

Έχει υποστηριχθεί ότι στην ειδική προπαρασκευαστική περίοδο παρατηρείται μια μετατόπιση προς την ανάπτυξη της προαπαιτούμενης ειδικής δύναμης του αθλήματος, την οποία ακολουθεί η φάση βελτίωσης αυτής της ίδιας ειδικής δύναμης του αθλήματος (Bompa, 1994; Matveyev, 1992). Στόχος της ειδικής προπαρασκευαστικής περιόδου είναι η κατάλληλη προετοιμασία για αγωνιστική εμφάνιση η οποία υλοποιείται με εξειδίκευση των προπονητικών περιεχομένων-μέσων και με αύξηση της έντασης της προπόνησης ενώ η συνολική ποσότητα της επιβάρυνσης διατηρείται σε σχετικά υψηλά επίπεδα (Σαρασλανίδης, 1987). Στην ειδική προπόνηση δύναμης οι κινήσεις είναι αγωνιστικά εξειδικευμένες, ώστε με τη συχνή επανάληψη να επέρχονται όχι μόνο μυϊκές προσαρμογές, αλλά να αποτυπώνονται και συγκεκριμένα κινητικά

πρότυπα ή προγράμματα (Grosser et al., 2000). Η ειδική περίοδος αποτελεί το μεταίχμιο της προπαρασκευαστικής και της αγωνιστικής περιόδου, είναι τυπικά προαγωνιστική με κύριο αντικειμενικό σκοπό την ομαλή μετάβαση και σύνδεση της προπαρασκευαστικής (υψηλή ποσότητα) και της αγωνιστικής περιόδου (υψηλή ένταση) (Graham, 2002). Έχει προταθεί ότι η προπόνηση στην ειδική περίοδο προετοιμασίας πρέπει να εξασφαλίζει τις προϋποθέσεις σε αθλητές χαμηλότερων επιπέδων απόδοσης, ώστε στο τέλος αυτής της περιόδου να πετυχαίνουν καλύτερες επιδόσεις από ό,τι στην προηγούμενη αγωνιστική περίοδο (Σαρασλανίδης, 1987).

Η προαγωνιστική περίοδος είναι μια επέκταση της ειδικής προπαρασκευαστικής περιόδου, στην οποία η ανάπτυξη της ειδικής δύναμης του αθλήματος μπορεί να αξιολογηθεί σε αγωνιστικές συνθήκες (Bompa, 1994). Σύμφωνα με τον Bompa (1994) η προαγωνιστική περίοδος υλοποιείται, όταν το αγώνισμα προσφέρει τη δυνατότητα συμμετοχής σε δευτερεύοντες αγώνες για την εμφάνιση της φόρμας πριν τον κύριο αγώνα στόχο.

Η αγωνιστική περίοδος ανάλογα με τη φύση του αθλήματος/αγωνίσματος, στοχεύει στην επίτευξη κορύφωσης της απόδοσης κατά τη διάρκεια των πιο σημαντικών αγώνων ή στη σταθεροποίηση και διατήρηση του επιτευχθέντος επιπέδου ειδικής δύναμης του αθλήματος στη διάρκεια της προπαρασκευαστικής περιόδου (Chargina et al., 1993b). Ο κύριος αντικειμενικός σκοπός της αγωνιστικής περιόδου είναι η επίτευξη της κορύφωσης της δύναμης και ταχυδύναμης μέσω αύξησης στην ένταση που συνοδεύεται από μείωση στην ποσότητα της προπόνησης (Graham, 2002). Επιπρόσθετα έχει προταθεί ότι η αγωνιστική περίοδος εμφανίζει και σταθεροποιεί την αθλητική φόρμα, ενώ παράλληλα η αγωνιστική συμμετοχή μπορεί να οδηγήσει σε νέες αυξημένες προσαρμογές οι οποίες σπάνια μπορούν να πραγματοποιηθούν στην προπόνηση (Σαρασλανίδης, 1987).

Ως επακόλουθο της παρατεταμένης αγωνιστικής περιόδου είναι σημαντικό για τη μακροχρόνια πρόοδο του αθλητή η παρεμβολή του απαραίτητου χρονικού διαστήματος για την αποκατάσταση πιθανών τραυματισμών και της φυσικής και πνευματικής αναζωογόνησης (Baechle et al., 2000 ; Graham, 2002). Ο ρόλος της μεταβατικής περιόδου είναι να επιτρέψει την ανάνηψη από την κόπωση της προπαρασκευαστικής και αγωνιστικής περιόδου, όπως και τη

βιολογική αναγέννηση από πιθανό μικροτραυματισμό (Chargina et al., 1993b). Επιπρόσθετα σύμφωνα με τους Beachle και συν. (2000) η μεταβατική περίοδος τοποθετείται ανάμεσα στο τέλος της αγωνιστικής περιόδου και στην αρχή του επόμενου μακρόκυκλου, τυπικά διαρκεί 1-4 εβδομάδες, υλοποιεί μη εξειδικευμένα αγωνιστικά προπονητικά περιεχόμενα χαμηλής ποσότητας και έντασης, όπως και δραστηριότητες αναψυχής, με στόχο την ενεργητική ανάληψη και αποκατάσταση. Έχει προταθεί ότι στη μεταβατική περίοδο τυπικά επέρχεται δραματική μείωση στην ποσότητα και στην ένταση, ενώ παράλληλα απομακρύνεται κάθε ειδική προπόνηση του αθλήματος (Chargina et al., 1993b). Η ενεργητική ανάληψη χαρακτηρίζεται από εργασία γενικής φυσικής κατάστασης με χαμηλή ποσότητα και μεσαία ένταση όπως και φυσικές δραστηριότητες αναψυχής (Chargina et al., 1993b).

Ένας άλλος αντικειμενικός σκοπός της μεταβατικής περιόδου, πέρα από την απομάκρυνση της κόπωσης, είναι να προετοιμάσει τον αθλητή, ώστε να ξεκινήσει το επερχόμενο ετήσιο πρόγραμμα σε ένα υψηλότερο επίπεδο απόδοσης από ότι, τον προηγούμενο χρόνο (Chargina et al., 1993a, Verhoshansky, 1992). Ως εκ τούτου, για να αποφευχθεί η στασιμότητα της απόδοσης στη μακροχρόνια διαδικασία αθλητικής τελειοποίησης, η μεταβατική περίοδος είναι πολύ συντομότερη από τους προπαρασκευαστικούς και τους αγωνιστικούς μακρόκυκλους και τυπικά διαρκεί μόνο 4 με 8 εβδομάδες (Bompa, 1993). Αυτό το χρονικό διάστημα φαίνεται να έχει θετική επίδραση στην ανάληψη, ελαχιστοποιεί κάθε κίνδυνο απώλειας των συσσωρευτικών βελτιώσεων της δύναμης και διασφαλίζει προοδευτικά την εμφάνιση αυξημένων επιδόσεων (Bompa, 1993). Η μεταβατική περίοδος έπεται της αγωνιστικής και είναι ένας μακρόκυκλος ενεργητικής αποκατάστασης (Chargina et al., 1993a) στον οποίο η μείωση της έντασης και της ποσότητας καθιστά τον αθλητή λιγότερο επιρρεπή στην εμφάνιση του συνδρόμου της υπερπροπόνησης (Beachle et al., 2000).

Φάσεις της περιοδικότητας

Η κορύφωση και η αγωνιστική εμφάνιση της φόρμας δεν είναι ένα τυχαίο γεγονός, αλλά επέρχεται μόνο μέσα από τον πολύ προσεκτικό σχεδιασμό του προπονητικού πλάνου, που προϋποθέτει προοδευτικές επιβαρύνσεις σε φυσιολογικό, ψυχολογικό και αγωνιστικό επίπεδο (Jacoby & Fraley, 1995). Ο

προπονητικός σχεδιασμός αποτελεί δυναμική εξελικτική διαδικασία με χαρακτήρα μη δογματικό, που συνδέεται με την πρακτική διεξαγωγή της προπόνησης, ενώ συμπληρώνεται και τελειοποιείται βάσει των εμπειριών της προπονητικής πράξης (Martin et al., 2000).

Βασικός παράγοντας του σχεδιασμού της προπόνησης είναι η περιοδικότητα, η οποία ορίζεται ως η κυματοειδής αλλαγή της διάρθρωσης και του περιεχομένου της προπόνησης, σύμφωνα με τις προπονητικές αρχές, κατά τη διάρκεια ενός ορισμένου χρονικού διαστήματος (Σαρασλανίδης, 1987). Έχει προταθεί ότι η μακροχρόνια ανάπτυξη των ικανοτήτων της δύναμης κατευθύνεται από τις ειδικές απαιτήσεις του αγωνίσματος, με το ζήτημα της περιοδικότητας της προπόνησης δύναμης να αποτελεί κεντρικό πρόβλημα καθοδήγησης της προπονητικής διαδικασίας (Παπαδόπουλος, 2005). Σύμφωνα με τους Beachle και συν. (2000) το αυθεντικό μοντέλο περιοδικότητας της προπόνησης δύναμης του Matveyev υλοποιείται σε τρεις φάσεις, της μυϊκής υπερτροφίας ή αντοχής της δύναμης, της μέγιστης δύναμης και της μέγιστης δύναμης-ταχυδύναμης.

Η φάση μυϊκής υπερτροφίας ή αντοχής στη δύναμη υλοποιεί το εισαγωγικό στάδιο της προπαρασκευαστικής περιόδου και μπορεί να διαρκέσει 1-6 εβδομάδες (Beachle et al., 2000). Η φάση αυτή στην αρχή της προπονητικής διαδικασίας χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποσότητα και χαμηλή ένταση, η επίτευξη δε των κύριων προπονητικών στόχων αύξησης της άλιπης μυϊκής μάζας και βελτίωσης της αντοχής στη δύναμη αποτελεί τη βάση της εντονότερης προπόνησης των ακόλουθων φάσεων και περιόδων (Beachle et al., 2000; Chargina et al., 1987). Αναλυτικότερα κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, η ποσότητα της προπόνησης είναι πολύ υψηλή (3-6 σετ των 10-20 επαναλήψεων), ενώ η ένταση είναι αρκετά χαμηλή (50-75% της 1RM) (Baechle, et al., 2000; Graham, 2002). Έχει υποστηριχθεί ότι στη δεύτερη φάση τα προπονητικά περιεχόμενα αποκτούν πιο ειδικό χαρακτήρα με στόχο τη βελτίωση των μυών που εμπλέκονται στην αγωνιστική κίνηση (Baechle, et al., 2000; Chargina et al., 1987). Επιπρόσθετα κατά τη διάρκεια της φάσης μέγιστης δύναμης η ένταση είναι υψηλή (80-90% 1 RM) ενώ παράλληλα η ποσότητα διατηρείται σε μεσαία επίπεδα (3-5 σετ των 4-8 επαναλήψεων) (Baechle et al., 2000; Graham 2002). Σύμφωνα με τον Graham (2002) η καταληκτική τρίτη φάση της μέγιστης δύναμης-ταχυδύναμης έχει ως πρωταρχικό προπονητικό

στόχο τη βελτίωση της δύναμης εκκίνησης η/και της εκρηκτικής δύναμης. Στη φάση αυτή η ένταση της προπόνησης αυξάνεται θεαματικά και η ποσότητα παραμένει χαμηλή (3-5 σετ των 2-5 επαναλήψεων) (Baechle et al., 2000; Graham, 2002). Έχει αναφερθεί ότι σε ένα αγώνισμα/άθλημα η καθοδήγηση της προπόνησης δύναμης δεν πρέπει να γίνεται μεμονωμένα, αλλά να αντιμετωπίζεται πάντα σε σχέση με τη συνολική διαμόρφωση της απόδοσης (Grosser et al., 2000). Επιπρόσθετα στην περιοδικότητα της προπόνησης δύναμης ο προπονητικός σχεδιασμός θα πρέπει να υλοποιείται στη βάση αλληλουχίας διαδοχικών φάσεων με στόχο ολοκλήρωσης τη βελτίωση της ταχυδύναμης (Bompa, 1996).

Γραμμική περιοδικότητα

Έχει αναφερθεί ότι υπάρχουν πολλά μοντέλα περιοδικής προπόνησης (Fleck, 1999; Fleck et al., 1997; Rhea et al., 2002), ως αποτέλεσμα της πολλαπλής δυνατότητας διαχείρισης των προπονητικών μεταβλητών (Rhea et al., 2002). Επιπρόσθετα η ύπαρξη πολλών μορφών περιοδικότητας στην προπόνηση δύναμης οφείλεται στην αναγκαιότητα εξατομίκευσης και ικανοποίησης των διαφοροποιημένων ειδικών απαιτήσεων εκάστου αγωνίσματος ή αθλήματος (Bompa, 1996). Μολονότι προτάθηκαν πολλές μορφές του περιοδισμού, έχουν αποτελέσει αντικείμενο της διεθνούς αθλητικής και επιστημονικής βιβλιογραφίας δύο γενικά μοντέλα περιοδικότητας, το γραμμικό και το μη γραμμικό (Buford, Rossi, Smith & Warren, 2007; Kraemer et al., 2004). Σύμφωνα με τους Kraemer και συν. (2007) η κλασική περιοδικότητα της δύναμης είναι ταυτόσημη με τη γραμμική, η οποία οφείλει το όνομά της στο γεγονός της αύξησης σε ευθεία γραμμή (γραμμική αύξηση) της έντασης της προπόνησης. Από την άλλη πλευρά οι Plisk και συν. (2003) άσκησαν κριτική στη χρήση του όρου γραμμικό και μη γραμμικό, των οποίων τη χρήση θεωρούν μη δόκιμη, και προτείνουν αντίστοιχα τους όρους παραδοσιακό και μη παραδοσιακό μοντέλο.

Το γραμμικό μοντέλο αναπτύχθηκε από το Matveyev στις αρχές της δεκαετίας του 1960 (Buford et al., 2007; Wilks, 1995) και υιοθετήθηκε από τους Stone και συν. (1981) σε μια προσπάθεια να μεγιστοποιηθεί η βελτίωση της δύναμης (Baker et al., 1994; Willoughby, 1993), με στόχο την κορύφωση της απόδοσης στον αγώνα/ες στόχο/ους σε αγώνισμα δύναμης ή/και

ταχυδύναμης (Kraemer et al., 2003). Το μοντέλο του γραμμικού ή κλασικού περιοδισμού χωρίζει το προπονητικό πλάνο σε διαφορετικές περιόδους ή κύκλους: μακρόκυκλους, μεσόκυκλους, μικρόκυκλους και προοδευτικά αυξάνει την ένταση, ενώ μειώνει την ποσότητα της προπόνησης μέσα και ανάμεσα στους κύκλους (Fleck et al., 1997; Rhea et al., 2002). Έχει αναφερθεί ότι με το μοντέλο της γραμμικής περιοδικότητας το ετήσιο προπονητικό πλάνο χωρίζεται σε επί μέρους φάσεις ή μεσόκυκλους διάρκειας 2-3 μηνών ανάλογα με το επίπεδο του αθλητή, οι οποίοι επιτρέπουν εναλλαγές της ποσότητας και της έντασης στην κατεύθυνση υλοποίησης του εξειδικευμένου προπονητικού στόχου (Hoffman, 2002). Η γραμμική περιοδικότητα χαρακτηρίζεται από υψηλή αρχική ποσότητα προπόνησης με χαμηλή ένταση, η οποία προοδευτικά αντιστρέφεται σε προπόνηση υψηλής έντασης και μειωμένης ποσότητας, με στόχο τη βελτίωση της μέγιστης δύναμης, της ταχυδύναμης ή και των δύο (Fleck, 1999; Kraemer et al., 2004; Kraemer et al., 2002a; Stone et al., 1981). Σύμφωνα με τους Rhea και συν. (2002) η γραμμική περιοδικότητα αυξάνει την ένταση και μειώνει την ποσότητα της προπόνησης κατά προσέγγιση κάθε 4 εβδομάδες. Από την άλλη πλευρά συχνά η ποσότητα και η ένταση της προπόνησης παραμένουν σταθερές μέσα στον ιδιαίτερο μεσόκυκλο ενός γραμμικού περιοδικού προγράμματος προπόνησης αντιστάσεων (Hoffman et al. 2003).

Έχει υποστηριχθεί ότι η γραμμική περιοδικότητα σε έναν αθλητή δύναμης περιλαμβάνει τον εισαγωγικό κύκλο ή κύκλο γενικής φυσικής κατάστασης, τον κύκλο μυϊκής υπερτροφίας, τον πρώτο μεταβατικό, τον αγωνιστικό και τέλος το δεύτερο μεταβατικό κύκλο (Pearson, 2000). Οι Stone και συν. (1981) έχουν προτείνει 4 φάσεις σε ένα γραμμικό πρόγραμμα προπόνησης αντιστάσεων: της υπερτροφίας, της μέγιστης δύναμης, της μέγιστης δύναμης/ταχυδύναμης και της κορύφωσης ή διατήρησης, οι οποίες επιδρούν θετικά στη βελτίωση της ειδικής δύναμης του αγωνίσματος. Κάθε φάση προπόνησης ή μεσόκυκλος ενός γραμμικού περιοδικού προγράμματος είναι σχεδιασμένος, για να δίνει έμφαση σε μια ιδιαίτερη φυσιολογική προπονητική προσαρμογή (Hoffman et al, 2003; Kraemer et al, 2002a). Ο μεσόκυκλος της υπερτροφίας τοποθετείται πρώτος, επειδή πιστεύεται ότι ένας υπερτροφικός μυς έχει μεγαλύτερη δυνατότητα βελτίωσης της δύναμης και της ταχυδύναμης συγκριτικά με ένα μη υπερτροφικό μυ (Bompa, 1993; Stone et al., 1981). Προπονητικός στόχος στη φάση της

δύναμης είναι η βελτίωση της μέγιστης δύναμης του αθλητή, η οποία θεωρείται ως αναγκαία προϋπόθεση για την ανάπτυξη της ειδικής δύναμης και ταχυδύναμης του αθλήματος (Bompa, 1993). Ο Bompa (1999) πρότεινε ότι, αν και η ταχυδύναμη είναι η κυρίαρχη ικανότητα απόδοσης για πολλά αθλήματα, αυτή η υπομορφή της δύναμης θα μπορούσε να βελτιωθεί περισσότερο με τη μετατροπή ενός υψηλού επιπέδου μέγιστης δύναμης σε ταχυδύναμη. Στη φάση της ταχυδύναμης πρωταρχικός στόχος είναι η θετική μεταφορά και η μετατροπή του επιτευχθέντος επιπέδου μέγιστης δύναμης σε ειδική δύναμη του αθλήματος (Willoughby, 1991). Το κομμάτι της κορύφωσης καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της αγωνιστικής φάσης, στο οποίο η ποσότητα μειώνεται, η ένταση αυξάνεται και δίνεται βαρύτητα στην εξειδίκευση, με στόχο την τελική κορύφωση της απόδοσης στο τελευταίο μισό της προπαρασκευαστικής περιόδου (Stone et al., 1981). Το μοντέλο γραμμικής περιοδικότητας της δύναμης έχει υποστηριχθεί από τους Bompa και συν. (1996) με τη διαφορά ότι εισάγει πριν από τη φάση της υπερτροφίας στην αρχή της προπαρασκευαστικής περιόδου, τη φάση των ανατομικών προσαρμογών, με στόχο την προετοιμασία των μυϊκών ομάδων, των συνδέσμων και των τενόντων για τις επακόλουθες πιο έντονες προπονητικές φάσεις. Έχει αναφερθεί ότι το προαναφερθέν μονοκυκλικό μοντέλο γραμμικής περιοδικότητας, το οποίο στοχεύει στην κορύφωση και εμφάνιση της αγωνιστικής φόρμας μία φορά το χρόνο δεν είναι πρακτικό, με αποτέλεσμα την υλοποίηση δύο ή τριών ετήσιων κύκλων (Fleck et al., 1997; Wilks, 1995). Σύμφωνα με τους Fleck και συν. (1997) τα μοντέλα της διπλής ή τριπλής περιοδικότητας επαναλαμβάνουν το αυθεντικό γραμμικό μοντέλο δύο ή τρεις φορές μέσα στο ετήσιο πλάνο μικραίνοντας τη χρονική περίοδο κάθε μακρόκυκλου. Έχει αναφερθεί ότι τα μοντέλα της διπλής ή τριπλής περιοδικότητας εμφανίζουν την τάση να είναι περισσότερο αποτελεσματικά και παράγουν μεγαλύτερα προπονητικά οφέλη από ότι τα μοντέλα της μονής περιοδικότητας (Balyi & Way, 1995; Bompa, 1993). Επιπρόσθετα έχει υποστηριχθεί ότι η μονή περιοδικότητα θα πρέπει να χρησιμοποιείται από αρχάριους και νέους αθλητές, η διπλή από έμπειρους, ενώ η τριπλή αποκλειστικά και μόνο από πολύ προχωρημένους υψηλού επιπέδου αθλητές με μεγάλη προπονητική ηλικία (Bompa, 1999).

Από την άλλη πλευρά σύμφωνα με τον Poliquin (1988) η γραμμική περιοδικότητα εμφανίζει δυο σημαντικά προβλήματα: α) η διαρκώς αυξανόμενη

ένταση επιβάλλει συνεχώς αυξανόμενα επίπεδα διαταραχής της ομοιόστασης, με κίνδυνο μη επάρκειας του χρόνου ανασύνθεσης των ενεργειακών αποθεμάτων και β) η επακόλουθη μείωση της ποσότητας της προπόνησης καθιστά προβληματική τη διατήρηση του αρχικά βελτιωθέντος επιπέδου της μυϊκής υπερτροφίας στις μετέπειτα προπονητικές φάσεις. Έχει αναφερθεί ότι οι διαρκώς αυξανόμενες εντάσεις, που συνδέονται με τη γραμμική περιοδικότητα, μπορεί να προκαλέσουν νευρική κόπωση και ως εκ τούτου να μειώσουν τα οφέλη στη δύναμη (Beachle et al., 2000). Η αποτελεσματικότητα της γραμμικής περιοδικότητας έχει διερευνηθεί σε προηγούμενες μελέτες, στις οποίες φάνηκε η ανωτερότητα των γραμμικών περιοδικών πρωτοκόλλων προπόνησης δύναμης έναντι των μη γραμμικών (ACSM, 2002; Fleck, 1999; Kraemer et al., 2004). Ωστόσο σύμφωνα με τους Kraemer και συν. (2004) σε μικρότερης χρονικής διάρκειας προπόνηση αντιστάσεων, έως και 12 εβδομάδες, τα γραμμικά περιοδικά πρωτόκολλα και τα μη περιοδικά είναι αποτελεσματικά για τη βελτίωση της δύναμης, ενώ για περαιτέρω οφέλη σε προπόνηση μεγαλύτερης διάρκειας είναι αναγκαία η χρήση της γραμμικής περιοδικότητας.

Οι Stone και συν. (1981) ερεύνησαν τα οφέλη στη δύναμη και την ταχυδύναμη συγκρίνοντας ένα μικρής διάρκειας μη περιοδικό και ένα περιοδικό γραμμικό πρόγραμμα προπόνησης αντιστάσεων. Στην έρευνα πήραν μέρος 20 υγιείς άντρες, ηλικίας κολλεγίου, που παρακολουθούσαν μία τάξη άρσης βαρών στο Πανεπιστήμιο της Λουιζιάνας. Χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες: την πειραματική ομάδα (G1) και την ομάδα ελέγχου (G2). Και οι δύο ομάδες γυμνάζονταν 3 φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες και αξιολογήθηκαν στο βαθύ κάθισμα και στο κατακόρυφο άλμα. Η πειραματική ομάδα (G1) (Ομάδα γραμμικής περιοδικότητας) ακολουθούσε ένα πρόγραμμα που αποτελούνταν από 5×10 RM τις εβδομάδες 1-3, 5×5 RM την 4^η εβδομάδα, 3×3 RM την 5^η εβδομάδα και 3×2 RM την 6^η εβδομάδα. Η ομάδα ελέγχου (G2)(μη περιοδική ομάδα) ακολουθούσε ένα σταθερό πρόγραμμα 3×6 RM για έξι εβδομάδες. Πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις: μία στην αρχή (T1), μία μετά 3 εβδομάδες (T2) και η τρίτη μετά 6 εβδομάδες (T3). Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές αυξήσεις στο βαθύ κάθισμα 1 RM στην πειραματική ομάδα (G1) κατά την τρίτη μέτρηση (T3) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (G2). Επίσης η πειραματική ομάδα (G1) είχε καλύτερα αποτελέσματα στη μία μέγιστη επανάληψη 1 RM στο κατακόρυφο άλμα. Επιπροσθέτως η πειραματική ομάδα της γραμμικής

περιοδικότητας παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση στην άλιπη σωματική μάζα και μείωση στο ποσοστό λίπους στο σώμα απ' ό,τι, η μη περιοδική ομάδα. Η σωματική μάζα δεν άλλαξε σημαντικά και στις δύο ομάδες. Δυστυχώς δε δόθηκαν απόλυτες τιμές ή ποσοστιαίες τιμές σε καμία από τις μεταβλητές που διερευνηθήκαν.

Ο Willoughby (1993) συνέκρινε τις επιδράσεις τριών προγραμμάτων σε ένα μεσόκυκλο προπόνησης δύναμης, χρησιμοποιώντας ίδια ποσότητα προπόνησης στο άνω και κάτω μέρος του σώματος. Στην έρευνα αυτή πήραν μέρος 92 άντρες, ηλικίας $20,3 \pm 1,87$ χρόνων, οι οποίοι χωρίστηκαν σε 4 ομάδες και μετρήθηκαν στις πιέσεις πάγκου και στα βαθιά καθίσματα. Η πρώτη ομάδα (group 1) ακολουθούσε ένα πρόγραμμα, που αποτελούνταν από 5×10 RM σε 78,9% της 1RM, η δεύτερη ομάδα (group 2) 6×8 RM σε 83,3% της 1 RM, ενώ κρατούσε τον αριθμό των σετ των επαναλήψεων και την ένταση σταθερή και στις δύο ομάδες. Η τρίτη ομάδα (group 3) ακολουθούσε ένα περιοδικό πρόγραμμα, που περιλάμβανε 4 εβδομάδες προπόνησης με ένταση 78,9% της 1 RM για 10 επαναλήψεις \times 5 σετ, 4 εβδομάδες με ένταση 83,3% της 1 RM για 8 επαναλήψεις \times 6 σετ, 4 εβδομάδες με ένταση 87,6% της 1 RM για 6 επαναλήψεις \times 3 σετ και 4 εβδομάδες με ένταση 92% της 1 RM για 4 επαναλήψεις \times 3 σετ. Η τέταρτη ομάδα (group 4) ήταν η ομάδα ελέγχου, που δεν ασκούνταν με βάρη. Για όλες τις ομάδες υπήρχε ένα διάλειμμα 3 λεπτών ανάμεσα σε κάθε σετ. Πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις: η πρώτη (T_1) πριν την αρχή της πειραματικής παρέμβασης και οι επόμενες επαναλήφθηκαν κάθε 4 εβδομάδες (T_2 , T_3 , T_4 , T_5). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στις εβδομάδες 8, 12 και 16 (μετρήσεις T_3 , T_4 , T_5) η ομάδα 3 (group 3) που γυμνάζονταν περιοδικά παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερες βελτιώσεις στα επίπεδα της δύναμης των άνω άκρων σε σχέση με τις ομάδες 1, 2 και 4. Για τα βαθιά καθίσματα η ομάδα 3, που ακολουθούσε ένα περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης, παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερες αυξήσεις στη δύναμη την 16^η εβδομάδα (T_5), απ' ό,τι οι υπόλοιπες ομάδες, που ακολουθούσαν ένα μη περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης καθώς επίσης και για την ομάδα ελέγχου.

Οι Baker και συν. (1994) μελέτησαν τις επιδράσεις των μεταβολών της έντασης και της ποσότητας στη δύναμη και στην ταχυδύναμη σε έμπειρους άνδρες αθλητές. Στη μελέτη πήραν μέρος 22 άτομα, που χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: α) την ομάδα γραμμικού περιοδισμού ($N=8$), ηλικίας 20,2 χρόνων, β)

την ομάδα μη γραμμικού περιοδισμού (N=5), ηλικίας 21,4 χρόνων και γ) την ομάδα μη περιοδικής προπόνησης (N=9), ηλικίας 19 χρόνων. Η ποσότητα και η ένταση της προπόνησης είχαν εξισωθεί για όλες τις ομάδες και γυμνάζονταν 3 ημέρες την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Η ομάδα ελέγχου εκτελούσε 5 σετ των 6 επαναλήψεων, με ένταση 6 RM και για τις 12 εβδομάδες της παρέμβασης. Η δεύτερη ομάδα της γραμμικής περιοδικότητας έκανε 5 σετ ×10 επαναλήψεις, με ένταση 10 RM τις πρώτες 4 εβδομάδες, 5σετ×5, με ένταση 5 RM τις επόμενες 4 και 3σετ×3 επαναλήψεις, με ένταση 3 RM τις τελευταίες 4. Η τρίτη ομάδα της κυματοειδούς, μη γραμμικής περιοδικότητας έκανε 5σετ×10 επαναλήψεις, με ένταση 10 RM τις δύο πρώτες εβδομάδες, 5σετ×6 επαναλήψεις, με ένταση 6 RM τις εβδομάδες 3-4, 5σετ×8 επαναλήψεις, με ένταση 8 RM τις εβδομάδες 5-6, 5σετ×4 επαναλήψεις, με ένταση 4 RM τις εβδομάδες 7-8, 5σετ×6 επαναλήψεις, με ένταση 6 RM τις επόμενες δύο εβδομάδες και 4σετ×3 επαναλήψεις, με ένταση 3 RM τις τελευταίες δύο. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές αυξήσεις της δύναμης στις πιέσεις στον πάγκο για όλες τις ομάδες, χωρίς να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Η αύξηση των τιμών της δύναμης στις ομάδες ελέγχου, γραμμικής περιοδικότητας και μη γραμμικής περιοδικότητας ήταν 12,5%, 11,6% και 16,4% αντίστοιχα.

Οι Hoffman και συν. (2003) συνέκριναν ένα γραμμικό με ένα, ημερήσιο μη γραμμικό-κυματοειδές περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης νέων ποδοσφαιριστών κατά τη διάρκεια 2 διαφορετικών ποδοσφαιρικών περιόδων. 28 άτομα πήραν μέρος στη μελέτη και χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: α) την ομάδα της γραμμικής περιοδικής προπόνησης LT(N=14) και β) την ομάδα της ημερήσιας μη γραμμικής-κυματοειδούς προπόνησης NL (N=14). Τον πρώτο χρόνο χρησιμοποιήθηκε το γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης. Τα άτομα γυμνάζονταν 2 φορές την εβδομάδα, 3 σετ για κάθε άσκηση. Η ομάδα της γραμμικής περιοδικής προπόνησης γυμναζόταν με ένταση 80% της 1 RM× 6-8 επαναλήψεις για κάθε προπόνηση σε όλη τη διάρκεια της παρέμβασης. Η ομάδα της μη-γραμμικής περιοδικής προπόνησης την πρώτη μέρα γυμναζόταν με ένταση 70% της 1 RM ×8-10 επαναλήψεις και τη δεύτερη ημέρα της εβδομάδας με ένταση 90% της 1 RM×2-4 επαναλήψεις. Έγιναν δύο μετρήσεις στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης και βρέθηκε μια σημαντική βελτίωση στη μία μέγιστη επανάληψη(1 RM) στο βαθύ κάθισμα στην ομάδα LT(γραμμικής

περιοδικότητας) αλλά όχι στην ομάδα NL. Καμία στατιστικά σημαντική βελτίωση στη μία μέγιστη επανάληψη (1 RM) στις πιέσεις πάγκου δεν παρατηρήθηκε σε καμία από τις δύο ομάδες.

Οι Schiøtz και συν. (1998) συνέκριναν τις επιδράσεις ενός περιοδικού προγράμματος κι ενός προγράμματος με σταθερή ένταση, σχετικά ίσης προπονητικής ποσότητας, για ένα μεσόκυκλο 10 εβδομάδων, στη σωματική σύνθεση και στη δύναμη του άνω και του κάτω μέρους του σώματος σε άντρες φοιτητές στρατιωτικής σχολής. Στη μελέτη πήραν μέρος εθελοντικά 22 άντρες, ηλικίας κολλεγίου, και χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες: την περιοδική ομάδα (Per), ηλικίας 24,1±1,3 χρόνων και την ομάδα σταθερής έντασης (C), ηλικίας 21,1±1,8 χρόνων. Η ομάδα των πολλαπλών σετ έκανε προπόνηση με ένταση 80% της 1 RM και 6 επαναλήψεις για 4 σετ. Η περιοδική ομάδα έκανε προπόνηση με ένταση 50-105% της 1 RM από 1-8 σετ για τις κύριες ασκήσεις και 1-10 επαναλήψεις για κάθε σετ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η περιοδική ομάδα αύξησε σημαντικά τη μία μέγιστη επανάληψη (1 RM) στις πιέσεις πάγκου κατά 8,3%, στις μετρήσεις πριν και μετά την παρέμβαση, ενώ η σταθερής έντασης ομάδα κατά 5,0%.

Οι Stone και συν. (2000) συνέκριναν τις επιδράσεις τριών διαφορετικών προγραμμάτων προπόνησης αντιστάσεων στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης (1 RM) στο βαθύ κάθισμα. Πήραν μέρος 21 άντρες κολλεγιακής ηλικίας, οι οποίοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ομάδα Group 1 (n=5) ήταν η ομάδα της μη περιοδικότητας και ακολουθούσε ένα πρόγραμμα προπόνησης 5×6 RM. Η δεύτερη ομάδα Group 2 (n=9) ακολουθούσε ένα γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα (stepwise) και εκτελούσε τις εβδομάδες 1-4 5×10 RM, τις εβδομάδες 5-8 5×5 RM, τις εβδομάδες 9-11 3×3 RM, 1×10 RM και την 12^η εβδομάδα 3×3 RM. Η τρίτη ομάδα Group 3 (n=7) ακολουθούσε ένα μη γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα υπερφόρτωσης (overreaching) και εκτελούσε τις εβδομάδες 1-2 5×10 RM, τις εβδομάδες 3-4 5×6 RM, τις εβδομάδες 5-6 5×8 RM, τις εβδομάδες 7-8 5×4 RM, τις εβδομάδες 9-10 5×6 RM, τις εβδομάδες 11-12 4×3 RM. Η πρώτη και η δεύτερη ομάδα ήταν εξισωμένες ως προς τις επαναλήψεις (720 και 732), ενώ η ομάδα 3 είχε κατά 18 και 19,4% λιγότερες επαναλήψεις (590). Οι πραγματικές επαναλήψεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν 619, 629 και 529 αντίστοιχα. Η παρέμβαση διήρκεσε και στις τρεις ομάδες 12 εβδομάδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι δύο περιοδικές ομάδες Group 2 και

Group 3, του γραμμικού και μη γραμμικού περιοδισμού, αύξησαν σημαντικά περισσότερο τη μέγιστη επανάληψη 1 RM στο βαθύ κάθισμα απ' ό,τι η μη περιοδική ομάδα. Η μυϊκή μάζα δεν άλλαξε σημαντικά σε καμία ομάδα.

Οι DeBeliso και συν. (2001) ερεύνησαν, αν ένα περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης με βάρη είχε περισσότερα πλεονεκτήματα από ένα πρόγραμμα σταθερών επαναλήψεων στη βελτίωση της δύναμης σε ηλικιωμένους άντρες. Στη μελέτη πήραν μέρος 57 άτομα, που χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: την περιοδική ομάδα (N=20), ηλικίας $70,6 \pm 4,7$ χρόνων, την ομάδα σταθερών επαναλήψεων (N=18), ηλικίας $71,5 \pm 5,2$ χρόνων και την ομάδα ελέγχου (N=19), ηλικίας $72,3 \pm 5,9$ χρόνων. Και οι δύο ομάδες γυμνάζονταν δύο φορές την εβδομάδα και έκαναν τις ίδιες ασκήσεις. Η περιοδική ομάδα εκτελούσε 2 σετ με ένταση 15 RM για κάθε άσκηση κατά τις εβδομάδες 1-6, 3 σετ με ένταση 9 RM για κάθε άσκηση κατά τις εβδομάδες 7-12 και 4 σετ της 6 RM για τις εβδομάδες 13-18. Η ομάδα των σταθερών επαναλήψεων εκτελούσε 3 σετ με ένταση 9 RM για κάθε άσκηση σε όλη τη διάρκεια των 18 εβδομάδων της παρέμβασης. Έγιναν δύο μετρήσεις της μία μέγιστης επανάληψης (1 RM) για όλες τις ασκήσεις, μία πριν και μία μετά την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχε καμία σημαντική διαφορά στις αυξήσεις στη δύναμη ανάμεσα στις ομάδες της περιοδικής και της προπόνησης σταθερών επαναλήψεων στα ηλικιωμένα άτομα.

Ο όρος γραμμική περιοδικότητα χρησιμοποιήθηκε, για να περιγράψει τους προπονητικούς κύκλους, οι οποίοι θέτουν ως στόχο την επίτευξη διαρκώς υψηλότερων εντάσεων με την πάροδο του χρόνου (Plisk et al., 2003). Το αξίωμα της γραμμικής ή κλασσικής περιοδικότητας είναι ότι υπάρχει μια μεταβολή από την προπόνηση με μεγάλη ποσότητα και χαμηλή ένταση κατά τη διάρκεια των πρώτων κομματιών της προπαρασκευαστικής περιόδου προς την προπόνηση με υψηλή ένταση και χαμηλή ποσότητα στην προαγωνιστική και αγωνιστική περίοδο (Stone et al. 1981). Έχει υποστηριχθεί ότι αυτή η γενική προπονητική δομή της περιοδικότητας είναι κατάλληλη για την βελτίωση της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας, καθώς και της δύναμης (Wallman, 2001). Από την άλλη πλευρά ένα γραμμικό πρωτόκολλο προπόνησης δύναμης χάνει την αποτελεσματικότητά του σε διάστημα μόλις δύο εβδομάδων εφαρμογής εξαιτίας της ταχύτατης προσαρμογής του σώματος στην πίεση της έντασης του προπονητικού ερεθίσματος (Poliquin, 1988).

Ο Verhoshansky (2002) άσκησε έντονη κριτική στο μοντέλο περιοδικότητας του Matveyev ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τη δυνατότητα εφαρμογής του σε αθλητές υψηλού επιπέδου. Ωστόσο σύμφωνα με τον Freeman (2002), που ασκεί παρόμοια κριτική, ο κάθε αθλητής, ο οποίος στοχεύει στην διάκριση σε παγκόσμιο πρωτάθλημα ή σε ολυμπιακούς αγώνες, χρησιμοποιεί ένα προπονητικό πλάνο, που εδράζεται στην αρχή της περιοδικότητας.

Μη γραμμική- κυματοειδής περιοδικότητα

Ένα λιγότερο χρησιμοποιούμενο μοντέλο περιοδικότητας είναι το μη γραμμικό ή κυματοειδές (Kraemer et al., 2002b), που υποστηρίχθηκε αρχικά από τον Poliquin (1988) και χαρακτηρίζεται από πιο συχνές και έντονες αλλαγές στην ένταση και στην ποσότητα της προπόνησης (Fleck et al., 1997; Poliquin, 1988; Rhea et al., 2002). Επιπρόσθετα αναφέρεται ότι παράλληλα με το μεγάλο εύρος παραλλαγής της ποσότητας και της έντασης σε ένα μη γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα δίνεται η δυνατότητα παραλλαγής σε κάθε προπονητική μεταβλητή (π.χ διάλειμμα, σειρά ασκήσεων) σχετική με την επίτευξη του εξατομικευμένου προπονητικού στόχου (Kraemer et al., 2007). Στη μη γραμμική περιοδικότητα προοδευτικά στο μεσόκυκλο η ποσότητα και η ένταση της προπόνησης αυξάνεται και μειώνεται σε κανονική βάση αλλά δεν ακολουθείται το παραδοσιακό (γραμμικό) πρότυπο αύξησης της έντασης και μείωσης της ποσότητας (Fleck et al., 1997). Η μη γραμμική ή κυματοειδής περιοδικότητα χαρακτηρίζεται από σύντομες περιόδους προπόνησης μεγάλης ποσότητας που εναλλάσσονται με σύντομες περιόδους υψηλής έντασης (Baker, 1993). Από την άλλη πλευρά κάθε μορφή περιοδικότητας υλοποιεί περιόδους υψηλής έντασης ή ποσότητας που διαφοροποιημένα εναλλάσσονται με περιόδους χαμηλής έντασης ή ποσότητας στην κατεύθυνση διευκόλυνσης της αποκατάστασης και μεγιστοποίησης της απόδοσης (Stone et al., 2004; Stone & Wathen, 2001).

Η μη γραμμική περιοδικότητα, όπως προτάθηκε από τον Poliquin (1988), έχει ως πρωταρχικό στόχο τη βελτίωση της δύναμης, περιλαμβάνει αυξήσεις όπως και μειώσεις στην ποσότητα και στην ένταση κατά τη διάρκεια των προπονητικών κύκλων οι οποίες πραγματοποιούνται κάθε 2 εβδομάδες, ενώ οι ίδιες αλλαγές λαμβάνουν χώρα κάθε 4 σε ένα γραμμικό περιοδικό μοντέλο (Rhea et al., 2003). Έχει υποστηριχθεί από τους Fleck και συν. (1997) και Kraemer και συν. (2002b), ότι ένα μη γραμμικό προπονητικό πλάνο διαρκεί 12

εβδομάδες και επαναλαμβάνεται με την παρεμβολή μιας σύντομης, αλλά κεφαλαιώδους σημασίας περιόδου ενεργητικής ανάληψης. Η κυματοειδής διάρθρωση της ποσότητας και της έντασης σε ένα μη γραμμικό προπονητικό πλάνο επιτρέπει τη διαδικασία βελτίωσης της φυσικής κατάστασης για μακρό χρονικό διάστημα, ενώ θεωρεί τη μονή κορύφωση και εμφάνιση της φόρμας στον αγώνα στόχο ως δευτερεύοντα προπονητικό στόχο (Kraemer et al., 2002b). Η μη γραμμική περιοδικότητα είναι η πλέον κατάλληλη για αθλητές, οι οποίοι επιδιώκουν την επίτευξη πέραν του ενός προπονητικού στόχου, όπως της βελτίωσης στο ίδιο χρονικό διάστημα και της μέγιστης δύναμης και της μυϊκής υπερτροφίας (Fleck et al., 2004; Haff, 2004; Hoffman et al., 2003). Σύμφωνα με τον Poliquin (1988) η μη γραμμική περιοδικότητα ενέχει μειωμένο κίνδυνο υπερπροπόνησης, απομακρύνει την εμφάνιση του φράγματος δύναμης και μεγιστοποιεί το προπονητικό αποτέλεσμα. Έχει αναφερθεί ότι η μη γραμμική περιοδικότητα είναι καταλληλότερη σε αγωνίσματα/αθλήματα με μακρά αγωνιστική περίοδο και πολλαπλές αγωνιστικές συναντήσεις (Kraemer et al., 2007; Kraemer et al., 2003; Kraemer et al., 2002b) που έχουν ως βασική απαίτηση απόδοσης τη μέγιστη δύναμη/ταχυδύναμη (Kraemer et al., 2007; Kraemer et al., 2002b). Μέχρι σήμερα αν και έχει πολύ καλά θεμελιωθεί η θεωρητική βάση της μη γραμμικής περιοδικότητας πολύ λίγα δεδομένα υπάρχουν για την αποτελεσματικότητα της συγκριτικά με τη γραμμική (Fleck et al., 1997; Kraemer et al., 2003), ή άλλα μοντέλα περιοδικότητας στην προπόνηση αντιστάσεων (Kraemer et al., 2002b).

Ο Kraemer (1997) διερεύνησε συγκριτικά ένα μη γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα αντιστάσεων, το οποίο εβδομαδιαίως στόχευε στην επίτευξη των προπονητικών στόχων της μέγιστης δύναμης, της ταχυδύναμης και της μυϊκής υπερτροφίας μ' ένα μη περιοδικό πρόγραμμα μονού σετ υψηλής έντασης, που πιθανόν να είχε τα ίδια αποτελέσματα. Στη μελέτη πήραν μέρος 44 ποδοσφαιριστές, οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, 22 στην κάθε μία (19.9 ± 4.3 χρόνων, 1.85 ± 9.9 cm., 102 ± 36 Kgr). Όλοι ήταν εξοικειωμένοι με τη διαδικασία των τεστ και είχαν παρόμοια φυσική κατάσταση και προπονητική ηλικία. Τα τεστ έγιναν πριν την αρχή της έρευνας και ξανά την 7^η, 14^η και 24 εβδομάδα. Και στις δύο ομάδες δόθηκε μια εβδομάδα ενεργητικής αποκατάστασης (όχι βάρη) την 14^η εβδομάδα. Μετά το πρόγραμμα συνεχίστηκε με τις εβδομάδες 15, 16.....μέχρι την 24^η εβδομάδα. Η μη περιοδική ομάδα του

μονού σετ (SS) έκανε προπόνηση 3 φορές την εβδομάδα με ασκήσεις που ποίκιλαν εναλλάξ ανά εβδομάδα. Η ένταση των ασκήσεων ήταν 8-12 RM και η ποσότητα 1 σετ ×8-10 επαν. μέχρι την εξάντληση με διάλειμμα 1-2' ανάμεσα στις ασκήσεις. Η ομάδα της μη γραμμικής περιοδικότητας (MS) προπονούταν 4 φορές την εβδομάδα. Τη Δευτέρα και Πέμπτη για δύναμη-ταχυδύναμη, την Τρίτη-Παρασκευή για υπερτροφία. Η προπόνηση για δύναμη/ταχυδύναμη ποίκιλε μεταξύ υψηλής, μεσαίας και χαμηλής έντασης (3-5, 8-10 και 12-15 RM αντίστοιχα). Κάθε άσκηση περιλάμβανε 2-4 σετ και διάλειμμα 1-2' για τις χαμηλές και μεσαίες εντάσεις και 3-4' για τις υψηλές εντάσεις. Η προπόνηση μυϊκής υπερτροφίας αποτελούνταν από 2-4 σετ εντάσεως 8-10 RM, με ενδιάμεσο διάλειμμα 1-2'. Η ομάδα της μη γραμμικής περιοδικότητας κατέδειξε μια σημαντικά μεγαλύτερη διαφορά στην αύξηση της μέγιστης δύναμης συγκριτικά με την μη περιοδική ομάδα ήδη από την 7^η εβδομάδα και για τις δύο ασκήσεις, πιέσεις πάγκου και ποδιών. Επίσης στην ομάδα της μη γραμμικής περιοδικότητας παρατηρήθηκαν συνεχείς αυξήσεις στον αριθμό των επαναλήψεων με ένταση 80% και 85% του 1 RM στις πιέσεις πάγκου και ποδιών αντίστοιχα στο τέλος της παρέμβασης, οι οποίες ήταν υψηλότερες από τις τιμές μετά την 7 και 14 εβδομάδα και για τις δύο ασκήσεις.

Οι Kraemer και συν. (2000b) συνέκριναν ένα μεγάλης ποσότητας περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης πολλαπλών σετ με ένα χαμηλής ποσότητας υψηλής έντασης κυκλικό πρόγραμμα προπόνησης 9 μηνών. Στη μελέτη πήραν μέρος 24 γυναίκες κολλεγίου, αθλήτριες του τένις και χωρίστηκαν τυχαία σε 3 ομάδες: α) στην ομάδα ελέγχου (N=8), που δεν έπαιρνε μέρος σε καμία προπόνηση βαρών, ηλικίας $19,8 \pm 1,7$ χρόνων β) την ομάδα της περιοδικής προπόνησης με βάρη (N=8), ηλικίας $19 \pm 0,9$ και γ) την ομάδα του μονού σετ, ηλικίας $18,9 \pm 1,2$ (N=8), που έπαιρνε μέρος σε ένα κυκλικό πρόγραμμα προπόνησης με βάρη μονού σετ. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν 4 φορές: τον Αύγουστο (πριν την έναρξη της μελέτης), το Δεκέμβριο (στους 4 μήνες), το Φεβρουάριο (στους 6 μήνες) και το Μάιο (στους 9 μήνες) σε όλες τις ομάδες. Και οι δύο ομάδες προπονούταν 2 με 3 φορές την εβδομάδα, ανάλογα με το πρόγραμμα των αγώνων για 9 μήνες (100 προπονήσεις συνολικά). Η παρέμβαση άρχισε το Σεπτέμβριο και ολοκληρώθηκε το Μάιο. Και οι δύο ομάδες εκτελούσαν τις ίδιες ασκήσεις. Η ομάδα του μονού σετ εκτελούσε 8 με 10 μέγιστες επαναλήψεις (8-10RM), ενώ η ομάδα της περιοδικής προπόνησης περνούσε κυκλικά κάθε

άσκηση με ένταση 4-6 μέγιστες επαναλήψεις (4-6 RM) (υψηλή ένταση), ή 8-10 επαναλήψεις (μεσαία ένταση) ή 12-15 επαναλήψεις (ελαφριά ένταση) για 2 με 4 σετ για κάθε άσκηση. Υπήρχε διάλειμμα 1 με 2 λεπτά για τις 12-15 και 8-10 επαναλήψεις και 2-3 λεπτά για τις 4-6 επαναλήψεις. Μετά από 4, 6 και 9 μήνες στην ομάδα της περιοδικής προπόνησης παρατηρήθηκαν σημαντικές αυξήσεις στην άλιπη μυϊκή μάζα και μειώσεις στο ποσοστό λίπους στο σώμα, αλλά δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά στην ομάδα ελέγχου και στην ομάδα του μονού σετ. Η ομάδα περιοδικής προπόνησης αύξησε σημαντικά τη μία μέγιστη επανάληψη 1 RM στους 4, 6 και 9 μήνες για όλες τις ασκήσεις. Η ομάδα του μονού σετ αύξησε σημαντικά τη δύναμη μόνο στους 4 μήνες για όλες τις ασκήσεις. Καμία άλλη αλλαγή δεν παρατηρήθηκε πέρα από αυτό το σημείο. Καμία διαφορά στη δύναμη σε καμία άσκηση δεν παρατηρήθηκε στην ομάδα ελέγχου. Σημαντικές αυξήσεις στην ταχύτητα του σερβίς επίσης παρατηρήθηκαν στους 4, 6 και 9 μήνες μόνο στην περιοδική ομάδα προπόνησης. Η παραπάνω παρέμβαση έδειξε ότι ένα υψηλής ποσότητας, πολλαπλών σετ, περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης με βάρη προκαλεί: α) αυξήσεις στη μέγιστη δύναμη του πάνω και του κάτω μέρος του σώματος β) αυξήσεις στην ταχυδύναμη γ) αυξήσεις στην άλιπη μυϊκή μάζα δ) μειώσεις στο ποσοστό λίπους του σώματος και ε) αυξήσεις στην ταχύτητα του σερβίς όταν συγκρίνεται με ένα χαμηλής ποσότητας, μονού σετ, κυκλικό μη περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης. Ακόμη βρέθηκε ότι και οι δύο ομάδες αύξησαν τη δύναμη κατά τη διάρκεια των 4 πρώτων μηνών της παρέμβασης, αλλά μόνο η ομάδα περιοδικής προπόνησης συνέχισε να βελτιώνεται σημαντικά και πέρα από αυτό το σημείο.

Οι Marx και συν. (2001) μελέτησαν τις προπονητικές προσαρμογές που σχετίζονται με τη χαμηλής ποσότητας κυκλική προπόνηση με βάρη έναντι της περιοδικής υψηλής ποσότητας με βάρη σε γυναίκες. Στη μελέτη πήραν μέρος 34 υγιείς, απροπόνητες γυναίκες, που χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες: α) μια ομάδα που ακολουθούσε ένα κυκλικό πρόγραμμα προπόνησης μονού σετ, χαμηλής ποσότητας (SSC, N=12), ηλικίας $23,2 \pm 4,5$ χρόνων, β) μια ομάδα που ακολουθούσε ένα πολλαπλών σετ, υψηλής ποσότητας περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης (MS, N=12), ηλικίας $22,6 \pm 3,7$ χρόνων και στην ομάδα ελέγχου (CON, N=10), ηλικίας $22,2 \pm 5,7$ χρόνων, που δε γυμναζόταν καθόλου. Η ομάδα SSC γυμναζόταν 3 φορές την εβδομάδα και εκτελούσε ένα μονό σετ από κάθε

άσκηση με χαμηλή ταχύτητα κίνησης και διάλειμμα 1-2' ανάμεσα στις ασκήσεις. Κάθε σετ αποτελούνταν από 8-12 επαναλήψεις μέχρι την πλήρη μυϊκή εξάντληση. Το βάρος αυξανόταν στην επόμενη άσκηση αν το υποκείμενο μπορούσε να εκτελέσει 12 ή περισσότερες επαναλήψεις για ένα σετ χωρίς βοήθεια. Η ομάδα MS έκανε προπόνηση 4 φορές την εβδομάδα εκτελώντας 2-4 σετ για κάθε άσκηση, 3-15 επαναλήψεις. Τη Δευτέρα και την Πέμπτη η ένταση ποίκιλλε ανάμεσα σε υψηλή (3-5 RM), μεσαία (8-10 RM) ή ελαφριά (12-15 RM) επιβάρυνση. Την Τρίτη και την Παρασκευή έκαναν προπόνηση χρησιμοποιώντας μεσαία φορτία (8-10 RM). Το κάθε σετ εκτελούνταν μέχρι να πραγματοποιήσουν το ζητούμενο αριθμό των επαναλήψεων. Αν μπορούσαν να εκτελέσουν περισσότερες επαναλήψεις από τις επιθυμητές, η αντίσταση αυξανόταν για το επόμενο σετ ή την επόμενη προπόνηση. Το διάλειμμα ανάμεσα στα σετ ήταν 1-2' στις μεσαίας και ελαφριάς έντασης μέρες και 3-4' στις υψηλής έντασης μέρες. Η ομάδα ελέγχου δεν εκτελούσε καμία μορφή άσκηση με βάρη καθ' όλη τη διάρκεια της παρέμβασης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξε καμία σημαντική διαφορά στη μάζα του σώματος κατά τη διάρκεια της 6-μηνιας παρέμβασης σε καμία ομάδα. Μια σημαντική μείωση στο ποσοστό του λίπους του σώματος παρατηρήθηκε στη δεύτερη μέτρηση T_2 και για την ομάδα του μονού σετ (SSC) και για την περιοδική ομάδα (MS). Πάντως μόνο η MS ομάδα έδειξε περαιτέρω μείωση στο λίπος σώματος κατά την τρίτη μέτρηση T_3 . Επίσης υπήρχε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ομάδες καθώς η MS ομάδα έδειξε μείωση στις πτυχώσεις συγκρινόμενη με τη SSC ομάδα κατά την τρίτη μέτρηση T_3 . Επιπροσθέτως, μια σημαντική αύξηση στην άλιπη σωματική μάζα παρατηρήθηκε στη MS κατά τη δεύτερη μέτρηση. Η μία μέγιστη επανάληψη (1 RM) στις πιέσεις πάγκου και ποδιών αυξήθηκε σημαντικά κατά τη δεύτερη μέτρηση στις SSC και MS ομάδες. Πάντως, μόνο στη MS ομάδα παρατηρήθηκαν σημαντικές αυξήσεις και στις δύο ασκήσεις κατά την τρίτη μέτρηση. Ο αριθμός των επαναλήψεων που εκτελούνταν με 80% της μίας μέγιστης επανάληψης (1 RM) για την πίεση πάγκου αυξήθηκε σημαντικά στη δεύτερη μέτρηση μόνο για τη MS ομάδα. Και οι δύο ομάδες (SSC και MS) παρουσίασαν σημαντική αύξηση κατά την τρίτη μέτρηση T_3 συγκρινόμενη με την πρώτη T_1 , αλλά μόνο η MS ομάδα έδειξε σημαντική αύξηση από τη δεύτερη στην τρίτη μέτρηση.

Οι Hunter και συν. (2001) συνέκριναν τις επιδράσεις ενός προγράμματος προπόνησης τριών Προπονητικών Μονάδων την εβδομάδα σταθερής υψηλής έντασης (80% 1 RM) με ένα περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης, στο οποίο οι συμμετέχοντες γυμνάζονταν 3 φορές την εβδομάδα με διαφορετικές εντάσεις 50%, 65% και 80% της 1 RM. Η μελέτη διήρκεσε 6 μήνες (25 εβδομάδες) και πήραν μέρος 28 άτομα, 14 άντρες και 14 γυναίκες, ηλικίας 61-77 χρονών. Χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες: την ομάδα της υψηλής αντίστασης (HR, N=14, 8 άντρες και 6 γυναίκες) και την ομάδα της περιοδικής προπόνησης (VR, N=14, 8 άντρες και 6 γυναίκες). 4 άντρες και 4 γυναίκες (N=8) προσφέρθηκαν εθελοντικά ως ομάδα ελέγχου. Πριν και μετά τις 25 εβδομάδες αξιολογήθηκε η σύσταση της μάζας και η δύναμη με ισομετρικά τεστ. Επιπροσθέτως γινόταν επαναμέτρηση της μιας μέγιστης επανάληψη (1RM) κάθε 25 μέρες καθ' όλη τη διάρκεια της παρέμβασης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχε καμία σημαντική αλλαγή στις παραμέτρους της μελέτης στην ομάδα ελέγχου. Καμία σημαντική αλλαγή στο σωματικό βάρος δεν παρατηρήθηκε σε καμία ομάδα. Πάντως και η ομάδα HR και η ομάδα VR αύξησαν την άλιπη σωματική μάζα παρόμοια (1,8 Kg και 1,9 Kg αντίστοιχα). Και οι δύο ομάδες αύξησαν σημαντικά τη δύναμη, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Οι Kraemer και συν. (2003) εξέτασαν αν ένα μη γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης αντιστάσεων είχε ως αποτέλεσμα καλύτερες επιδόσεις ή φυσιολογικές προσαρμογές συγκρινόμενο με ένα παραδοσιακό πρόγραμμα προπόνησης αντιστάσεων. Στην έρευνα διάρκειας 9 μηνών, πήραν μέρος 30 παίκτριες κολεγιακού τέννις (19±1 χρόνων), οι οποίες χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες: στην ομάδα της μη γραμμικής περιοδικότητας (P, N=9), την ομάδα της μη περιοδικής προπόνησης (NV, N=10), και στην ομάδα ελέγχου (C, N=8), η οποία δεν ασκούσαν με ασκήσεις αντιστάσεων αλλά συνέχισε να εκτελεί κανονικά δραστηριότητες που συνδέονταν με την εξάσκηση του τέννις. Έγιναν 3 μετρήσεις μετά τους 4, 6 και 9 μήνες και μεταξύ των άλλων μετρήθηκε η μία μέγιστη επανάληψη (1 RM) στις πιέσεις ποδιών, πάγκου και ώμου. Η άλιπη μυϊκή μάζα αυξήθηκε και το ποσοστό του λίπους στο σώμα μειώθηκε σημαντικά στις ομάδες μη γραμμικής περιοδικότητας και μη περιοδικότητας αλλά δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ανάμεσα στις ομάδες σε καμία μεταβλητή της σύστασης του σώματος σε καμία χρονική στιγμή. Η αλλαγή στην άλιπη μάζα σ' αυτούς τους εννιά μήνες ήταν

σημαντικά μεγαλύτερη στην ομάδα της μη γραμμικής περιοδικότητας απ' ό τι στη μη περιοδική ομάδα. Η μια μέγιστη επανάληψη (1 RM) στις πιέσεις ποδιών αυξήθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια των 9 μηνών της παρέμβασης στις δύο ομάδες P (μη γραμμικής περιοδικότητας) (19%) και NV (μη περιοδικότητας) (17%), αλλά η επί τοις εκατό αύξηση στους 4 μήνες ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην ομάδα της μη γραμμικής περιοδικότητας (9,3%≠4,5%). Η μια μέγιστη επανάληψη (1 RM) στις πιέσεις πάγκου αυξήθηκε σημαντικά μετά τους 9 μήνες στην ομάδα P (23%) και στη NV ομάδα (17%), αλλά η επί τοις εκατό μετά τους 6 μήνες ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην ομάδα P (22% vs 11%). Επίσης οι απόλυτες τιμές αύξησης της μέγιστης δύναμης στην ομάδα P ήταν σημαντικά μεγαλύτερες απ' ό τι η ομάδα NV μετά από 4 και 6 μήνες.

Σε πρόσφατη μελέτη ανασκόπησης έχει υποστηριχθεί ότι η μη γραμμική περιοδικότητα μπορεί να επιφέρει μακροχρόνια μεγαλύτερα οφέλη στη μέγιστη δύναμη και στην κινητική απόδοση συγκριτικά με τη γραμμική η οποία εμφανίζει περιορισμένη παραλλαγή του προπονητικού ερεθίσματος (Fleck et al., 1997; Kraemer et al., 2003). Επιπρόσθετα έχει αναφερθεί ότι η μη γραμμική περιοδικότητα φαίνεται να επιφέρει παρόμοια ή μεγαλύτερα προπονητικά οφέλη στη μέγιστη δύναμη/ταχυδύναμη, στην άλιπη μυϊκή μάζα, στο ολικό σωματικό βάρος, στην τοπική μυϊκή αντοχή, στην κινητική απόδοση, ενώ μειώνει το ποσοστό του σωματικού λίπους συγκριτικά με άλλα προπονητικά πρωτόκολλα δύναμης (Kraemer et al., 2002b).

Ημερήσια μη γραμμική-κυματοειδής περιοδικότητα

Έχει υποστηριχθεί ότι στα μη γραμμικά περιοδικά πρωτόκολλα προπόνησης αντιστάσεων, η ποσότητα και η ένταση μεταβάλλονται κάθε δύο εβδομάδες (Kraemer et al., 2002b), όπως και σε ημερήσια ή εβδομαδιαία βάση (Fleck et al., 1997; Hoffman et al., 2003; Kraemer et al., 2002b). Επιπρόσθετα όταν οι αλλαγές αυτές συμβαίνουν σε καθημερινή βάση τότε έχουμε το ημερήσιο μη γραμμικό μοντέλο περιοδικότητας (Daily Undulating Periodization, DUP) (Rhea et al., 2003), το οποίο μεταβάλλει σε καθημερινή βάση δραματικά την ένταση συγκριτικά με το γραμμικό μοντέλο (Fleck et al., 1997). Σύμφωνα με το Stone και συν. (2001) η ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα υπάγεται στην ύστερη μορφή της μη γραμμικής ή μη κλασικής περιοδικότητας και καλείται επίσης και ως μεικτή μέθοδος προπόνησης με αντιστάσεις (Newton et al., 2002). Η χρήση

της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας στο σχεδιασμό επιτρέπει στο μικρόκυκλο την κυκλική εναλλαγή στην υψηλή (3-5 RM), μεσαία (8-10 RM) και χαμηλή ένταση (12-15 RM) (Kraemer et al., 2004).

Έχει υποστηριχθεί ότι η κάθε προπονητική μονάδα ενός ημερήσιου μη γραμμικού περιοδικού πρωτόκολλου προπόνησης θέτει ως στόχο τη βελτίωση μιας και μόνο υπομορφής της δύναμης, όπως η μέγιστη δύναμη, η ταχυδύναμη και η αντοχή στη δύναμη (ACSM., 2002; Kraemer et al., 2004). Η ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα επιτρέπει την προπόνηση διαφορετικών παραμέτρων του νευρομυϊκού συστήματος μέσα στον ίδιο μικρόκυκλο που διαρκεί συνήθως 7-10 ημέρες (ACSM., 2002; Kraemer et al., 2004). Έχει προταθεί ότι ο μεγάλος βαθμός μεταβλητότητας στην παραλλαγή της ποσότητας και της έντασης μέσα στον μικρόκυκλο σε ένα μη γραμμικό περιοδικό πλάνο προπόνησης αντιστάσεων που τυπικά διαρκεί 12-16 εβδομάδες καθιστά αναγκαίο τον εισαγωγικό μεσόκυκλο διάρκειας 3-6 εβδομάδων με στόχο τη σωστή εκμάθηση της τεχνικής και την ανάνηψη από το μυϊκό άλγος (Kraemer et al., 2007). Η ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή της ποσότητας και της έντασης ή των άλλων προπονητικών μεταβλητών σε ημερήσια βάση, σε αντίθεση με τη γραμμική, στην οποία αυτού του είδους οι αλλαγές υλοποιούνται κάθε 4 εβδομάδες (Rhea et al., 2004).

Η μη γραμμική περιοδικότητα, η οποία πραγματοποιεί τις εναλλαγές στην ποσότητα και την ένταση σε ημερήσια βάση μπορεί να οδηγήσει στη μείωση της εξειδικευμένης ως προς το είδος μυϊκής κόπωσης και παράλληλα να βελτιώσει την απόδοση (Haff, 2001). Έχει αναφερθεί ότι η ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα έχει θετικότερα αποτελέσματα στη βελτίωση της δύναμης, καθώς συνδυάζει στον μικρόκυκλο προπονητικά πρωτόκολλα, που πιστεύεται ότι ευνοούν και τις υπερτροφικές και τις νευρικές προσαρμογές (Baker, 1995; Poliquin, 1992). Οι Fleck και συν. (2004) συμφωνούν με τα προαναφερθέντα και υποστηρίζουν ότι οι προπονητικές μονάδες χαμηλής έντασης δεν επιστρατεύουν τις ίδιες κινητικές μονάδες μ' αυτές της υψηλής, που ως εκ τούτου αναλαμβάνουν ενεργητικά. Επιπρόσθετα σύμφωνα με τον Ρώσο επιστήμονα και προπονητή των ρίψεων Bondarchuk (1994) ακόμη και η γραμμική περιοδικότητα σε αθλητή υψηλού επιπέδου θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από κυματοειδή διάρθρωση της έντασης και της ποσότητας σε ημερήσια βάση, ώστε να είναι δυνατή η εκμάθηση και αυτοματοποίηση της

τεχνικής, η βελτίωση της απαιτούμενης ταχυδύναμης, καθώς και η εξιδανίκευση της διαδικασίας ανασύνθεσης των ενεργειακών αποθεμάτων.

Υπάρχουν σχετικά λίγες μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία, οι οποίες διερεύνησαν τις επιδράσεις στη δύναμη των διαφορετικών μοντέλων περιοδικής προπόνησης (Buford et al., 2007). Επιπρόσθετα το ζήτημα του αποτελεσματικότερου προγράμματος στην προπόνηση δύναμης δεν έχει ακόμη απολύτως διασαφηνιστεί. Οι περισσότεροι ερευνητές προτείνουν το περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης δύναμης (Plisk et al., 2003). Ωστόσο δεν έχει αποσαφηνιστεί ποιος τύπος περιοδικού προγράμματος είναι ο πλέον αποδοτικός, καθώς δεν είναι ξεκάθαρο αν ένα γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης (LP), συγκρινόμενο με ένα ημερήσιο μη γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης (DUP), επιφέρει μεγαλύτερη βελτίωση στη μέγιστη δύναμη (1RM) και στη σύσταση της μάζας του σώματος των ασκούμενων.

Οι Rhea και συν. (2002) συνέκριναν ένα γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης και ένα ημερήσιο μη γραμμικό-κυματοειδές πρόγραμμα προπόνησης στη βελτίωση της δύναμης. Στη μελέτη πήραν μέρος 20 άντρες, από τάξεις άρσης βαρών κολλεγίου, ηλικίας $21 \pm$ χρόνων, και χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες: την ομάδα της γραμμικής περιοδικότητας LP (N=10) και την ομάδα της ημερήσιας μη γραμμικής-κυματοειδούς περιοδικότητας DUP (N=10). Η μελέτη διήρκεσε 12 εβδομάδες και η προπόνηση περιλάμβανε 3 σετ (πιέσεις πάγκου και ποδιών), 3 φορές την εβδομάδα, διάρκειας 40'. Η ομάδα της γραμμικής περιοδικότητας εκτελούσε 8×3 σετ με ένταση 8 RM τις πρώτες 4 εβδομάδες, 6×3 σετ με ένταση 6 RM για τις επόμενες 4 εβδομάδες και 4×3 σετ με ένταση 4 RM για τις τελευταίες 4 εβδομάδες. Η ομάδα της μη γραμμικής περιοδικότητας επίσης εκτελούσε 3 σετ με ένταση 4-8 RM σε κάθε προπόνηση. Την πρώτη ημέρα έκανε 8×3 σετ με ένταση 8 RM, τη δεύτερη ημέρα 6×3 σετ με ένταση 6 RM και 4×3 σετ με ένταση 4 RM την τρίτη ημέρα. Μεσολαβούσαν τουλάχιστον 48 ώρες ανάμεσα στις δύο προπονήσεις. Αυτός ο κύκλος επαναλαμβανόταν για τις 12 εβδομάδες της παρέμβασης με μια εβδομάδα ενεργητικής αποκατάστασης ανάμεσα στην 5^η και 6^η εβδομάδα. Η ποσότητα και η ένταση είχαν εξισωθεί για τις δύο ομάδες σε όλη τη διάρκεια της παρέμβασης, έτσι ώστε οποιοσδήποτε διαφορές υπάρξουν στη δύναμη να είναι αποτέλεσμα του διαφορετικού προπονητικού πρωτοκόλλου. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές αυξήσεις στη δύναμη και στις δύο ομάδες από τις αρχικές μετρήσεις.

Πάντως η ποσοστιαία αλλαγή ήταν μεγαλύτερη για την ομάδα της μη γραμμικής περιοδικότητας (DUP). Ο μέσος όρος αύξησης της δύναμης για την ομάδα LP ήταν 14,37% και 25,61% για πιέσεις πάγκου και ποδιών αντίστοιχα, ενώ για την ομάδα DUP ήταν 28,78% και 55,78% αντίστοιχα. Επιπρόσθετα φαίνεται ότι αλλάζοντας την ποσότητα και την ένταση της προπόνησης σε καθημερινή βάση παρέχεται μεγαλύτερη ποικιλία, που είναι απαραίτητη για την επίτευξη μεγαλύτερης βελτίωσης στη δύναμη.

Οι Hoffman και συν. (2003) συνέκριναν ένα γραμμικό με ένα κυματοειδές, ημερήσιο μη γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης νέων ποδοσφαιριστών κατά τη διάρκεια 2 διαφορετικών ποδοσφαιρικών περιόδων. 28 άτομα πήραν μέρος στη μελέτη και χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: α) την ομάδα της γραμμικής περιοδικής προπόνησης LT(N=14) και β) την ομάδα της ημερήσιας μη γραμμικής-κυματοειδούς προπόνησης NL (N=14). Τον πρώτο χρόνο χρησιμοποιήθηκε το γραμμικό περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης. Τα άτομα γυμνάζονταν 2 φορές την εβδομάδα, 3 σετ για κάθε άσκηση. Η ομάδα της γραμμικής περιοδικής προπόνησης γυμναζόταν με ένταση 80% της 1 RM× 6-8 επαναλήψεις για κάθε προπόνηση σε όλη τη διάρκεια της παρέμβασης. Η ομάδα της μη-γραμμικής περιοδικής προπόνησης την πρώτη μέρα γυμναζόταν με ένταση 70% της 1 RM ×8-10 επαναλήψεις και τη δεύτερη μέρα της εβδομάδας με ένταση 90% της 1 RM×2-4 επαναλήψεις. Έγιναν δύο μετρήσεις στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης και βρέθηκε μια σημαντική βελτίωση στη μία μέγιστη επανάληψη (1 RM) στο βαθύ κάθισμα στην ομάδα LT (γραμμικής περιοδικότητας), αλλά όχι στην ομάδα NL. Καμία στατιστικά σημαντική βελτίωση στη μία μέγιστη επανάληψη (1 RM) στις πιέσεις πάγκου δεν παρατηρήθηκε σε καμία από τις δύο ομάδες.

Οι Aagaard και συν. (2006) ερεύνησαν την επίδραση δύο διαφορετικών προγραμμάτων προπόνησης με αντιστάσεις στη φυσική κατάσταση δοκίμων πυροσβεστών. Στην έρευνα πήραν μέρος 14 δόκιμοι πυροσβέστες καλά εκπαιδευμένοι (ηλικίας $21,9 \pm 1,8$, ύψους 180.9 ± 5.7 cm, βάρους 85.6 ± 9.9 kg). Χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά προπονητικά μοντέλα προοδευτικής αντίστασης και τα άτομα χωρίστηκαν αντίστοιχα σε δύο ομάδες: την ομάδα της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας (UT) και την ομάδα ελέγχου (STCo), γραμμικής περιοδικότητας. Πραγματοποιήθηκαν 2 μετρήσεις: μία πριν την αρχή της παρέμβασης και μία στο τέλος της παρέμβασης που διήρκεσε 9 εβδομάδες.

Η συνολική παρέμβαση υποδιαιρούνταν σε μεσόκυκλους, ο καθένας διάρκειας 3 εβδομάδων με προπονητική συχνότητα 3 φορές εβδομαδιαίως. Η ομάδα της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας (UT) χαρακτηριζόταν από ημερήσια διαφοροποίηση των προπονητικών στόχων για τη βελτίωση των παραμέτρων της φυσικής κατάστασης όπως: α) μυϊκή αντοχή και υπερτροφία β) μέγιστη δύναμη και γ) ο ρυθμός ανάπτυξης δύναμης. Η ομάδα ελέγχου (STCo) ακολούθησε ένα πρόγραμμα γραμμικής περιοδικότητας, στο οποίο η υλοποίηση των επί μέρους προπονητικών στόχων λάμβανε χώρα μέσω εξειδικευμένης προπόνησης σε μια καθορισμένη σειρά και κατά τη διάρκεια ειδικού μεσόκυκλου (μεσόκυκλος 1: εβδομάδες 1-3 μυϊκή αντοχή και υπερτροφία, μεσόκυκλος 2: εβδομάδες 4-6 μέγιστη δύναμη, μεσόκυκλος 3: εβδομάδες 7-9 ρυθμός ανάπτυξης δύναμης, έκφραση κορύφωσης ταχυδύναμης). Αν και κάθε μέτρηση της φυσικής κατάστασης και απόδοσης αυξήθηκε σημαντικά και στις δύο ομάδες ($p < 0.05$), η ομάδα της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας κατέδειξε σημαντικά μεγαλύτερες γενικές βελτιώσεις στα περισσότερα τεστ, συμπεριλαμβανομένης της μέγιστης δύναμης του άνω μέρους του σώματος (17% vs 8%), του κάτω μέρους του σώματος (21% vs 16%), της ταχυδύναμης στο 60% 1 RM (16% vs 7%) και στο κατακόρυφο άλμα (10% vs 5%). Οι σωματομετρικές αλλαγές που παρατηρήθηκαν ήταν μη στατιστικά σημαντικές.

Οι Buford και συν. (2007) ερεύνησαν την ύπαρξη σημαντικών διαφορών στη δύναμη ανάμεσα σε τρία διαφορετικά περιοδικά πρωτόκολλα προπόνησης αντιστάσεων με εξισωμένη ένταση και ποσότητα. Στην έρευνα πήραν μέρος 28 άτομα (άντρες και γυναίκες), ηλικίας κολλεγίου ($22,29 \pm 3,98$), που συμμετείχαν σε τάξεις άρσης βαρών. Τα άτομα χωρίστηκαν τυχαία σε 3 ομάδες: την ομάδα της γραμμικής περιοδικότητας LP ($n=9$), την ομάδα της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας DUP ($n=10$) και την ομάδα της εβδομαδιαίας μη γραμμικής περιοδικότητας WUP ($n=9$). Η έρευνα διήρκεσε 9 εβδομάδες με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Η ένταση της προπόνησης ήταν μεταξύ του 80-90% της μιας μέγιστης επανάληψης 1 RM. Έγιναν τρεις μετρήσεις: η πρώτη (T1) μέτρηση έγινε στην αρχή της έρευνας, η δεύτερη (T2) έγινε στη μέση της έρευνας μετά τις 4 εβδομάδες προπόνησης (όπου και επαναπροσδιορίστηκε η επιβάρυνση σύμφωνα με τη νέα επίδοση της 1 RM) και η τελευταία μέτρηση (T3) έγινε 5 εβδομάδες μετά, στο τέλος της παρέμβασης. Σε όλα τα άτομα παρατηρήθηκαν σημαντικές αυξήσεις ($p < 0.05$) στις πιέσεις πάγκου και ποδιών

σε όλες τις χρονικές στιγμές (T1-T3). Καμία σημαντική διαφορά ($p>0.05$) δεν παρατηρήθηκε ανάμεσα στις ομάδες για τις πιέσεις πάγκου ποδιών και το ποσοστό λίπους στο σώμα σε όλες τις χρονικές στιγμές. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει διαφορά στα προπονητικά οφέλη μεταξύ των μοντέλων της γραμμικής, ημερήσιας μη γραμμικής και εβδομαδιαίας μη γραμμικής περιοδικότητας στην αρχική φάση της προπόνησης.

Συνοψίζοντας από τα προαναφερθέντα υποδεικνύεται ότι η προπόνηση αντιστάσεων πρέπει να είναι περιοδική (Βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α). Ωστόσο σύμφωνα με τις γνώσεις μας από την ανασκόπηση της ξένης και της Ελληνικής βιβλιογραφίας φαίνεται ότι δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως το ζήτημα επιλογής του αποτελεσματικότερου περιοδικού προγράμματος βελτίωσης της μέγιστης δύναμης, ιδιαίτερα σε μη αθλητές. Η παρούσα μελέτη προσπαθεί να συνεισφέρει στον εμπλουτισμό των γνώσεων των ενδιαφερομένων σχετικά με την αποδοτικότερη προπονητική διαδικασία για τη βελτίωση της μέγιστης δύναμης σε μη αθλητές με υψηλές όμως, λόγω επαγγελματικών υποχρεώσεων, απαιτήσεις σε φυσική κατάσταση.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν φοιτητές Ανώτατου Στρατιωτικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος, έμπειροι στην προπόνηση δύναμης από τη συμμετοχή τους στο πρόγραμμα Φυσικής Αγωγής της Σχολής. Η επιλογή του δείγματος έγινε με κριτήριο το ενδιαφέρον και την απαίτηση των Ενόπλων Δυνάμεων για την περαιτέρω βελτίωση του επιπέδου φυσικής κατάστασης των σπουδαστών στα (ΑΣΕΙ). Η συλλογή του δείγματος έγινε με τυχαία δειγματοληψία (random sampling) με τη μέθοδο της λοταρίας. Πήραν μέρος συνολικά 45 φοιτητές (n=45), ηλικίας 18-22 (± 1), οι οποίοι με τυχαία κατανομή, με τη μέθοδο της λοταρίας, συγκρότησαν 3 ομάδες (n=15/ομάδα): α) την ομάδα που ακολούθησε το πρόγραμμα της γραμμικής περιοδικής προπόνησης (ΓΠ, n=15), β) την ομάδα που ακολούθησε το πρόγραμμα της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικής προπόνησης (ΗΜΓΠ, n=15) και γ) την ομάδα ελέγχου (ΟΕ, n=15), που ασκούσαν σύμφωνα με το πρόγραμμα φυσικής αγωγής της Σχολής. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν προφορικά για το σχεδιασμό της έρευνας, τους εξηγήθηκε η πειραματική διαδικασία, τα πλεονεκτήματα από τη συμμετοχή τους, οι προσδοκώμενες ωφέλειες και οι υποχρεώσεις τους. Για την έρευνα τηρήθηκαν οι κατευθυντήριες γραμμές του Κώδικα Δεοντολογίας Ερευνών του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης και του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Περιγραφή οργάνων μέτρησης και εξάσκησης

Για τη μέτρηση και αξιολόγηση των μεταβλητών χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα όργανα και προπονητικά μέσα που εκπληρώνουν τα ανάλογα κριτήρια αξιοπιστίας και βαθμονομούνται σύμφωνα με τις υποδείξεις των κατασκευαστών.

- α) ένα δερματοπτυχόμετρο (John Bull, England)
- β) μια αναλογική ζυγαριά (Seca 770)
- γ) ένα αναστημόμετρο (Seca 770)

- δ) επίπεδοι πάγκοι (Super Sport)
- ε) Ολυμπιακές μπάρες βαρών
- στ) Δίσκοι βαρών (Super Sport)

Περιγραφή δοκιμασιών

Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν τη δοκιμασία πιέσεων σε επίπεδο πάγκο για τη μέτρηση της μέγιστης δύναμης (1RM) του άνω μέρους του σώματος όπως αυτή περιγράφεται από τους Baechle και συν. (2000). Σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες έχει φανεί από τη δοκιμασία μέτρησης και επαναμέτρησης ότι η δοκιμασία των πιέσεων σε πάγκο για την εύρεση της μίας μέγιστης επανάληψης (1RM) έχει υψηλό βαθμό αξιοπιστίας και εγκυρότητας ($rs > 0.90$) (Hoffman, Fry, Howard, Maresh & Kraemer, 1991; Hoffman, Fry, Deschenes & Kraemer, 1990). Κατά την αρχική θέση ο εξεταζόμενος ξαπλώνει στον πάγκο με το σώμα να εφάπτεται σ' αυτόν σε πέντε σημεία. Τα χέρια του πιάνουν την μπάρα με λαβή λίγο μεγαλύτερη από το άνοιγμα των ώμων. Στη συνέχεια αποσπά την μπάρα από τα στηρίγματα με τη βοήθεια του εξεταστή και τοποθετεί την μπάρα πάνω από το στήθος με τους αγκώνες σε πλήρη έκταση. Κατά την υποχωρητική φάση της κίνησης ο εξεταζόμενος κατεβάζει την μπάρα στο στήθος, με την πηχειοκαρπική άρθρωση σε ευθεία και τους αγκώνες κάτω από την μπάρα διατηρώντας τα πέντε σημεία επαφής του σώματος με τον πάγκο. Κατά τη φάση της υπερνίκησης ο εξεταζόμενος σπρώχνει την μπάρα μέχρι την τέλεια έκταση των αγκώνων διατηρώντας σταθερή την πηχειοκαρπική άρθρωση σε ευθεία πάνω από τους αγκώνες. Το σώμα του διατηρεί τα πέντε σημεία επαφής με τον πάγκο, δεν καμπουριάζει, δε σηκώνει το στήθος, τη μέση και δεν αποσπά τα πέλματά του από το έδαφος.

Εξοικείωση Δοκιμαζόμενων

Αρχικά, οι δοκιμαζόμενοι ενημερώθηκαν για τις διαδικασίες των μετρήσεων σε μια συνάντηση με τον εξεταστή. Σ' αυτή την πρώτη συνάντηση οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν τα απαραίτητα ατομικά τους στοιχεία και τους ζητήθηκε να διατηρήσουν τις ίδιες συνήθειες (διατροφικές και μη) με αυτές που είχαν πριν. Από τους συμμετέχοντες ζητήθηκε επίσης να μην πραγματοποιήσουν έντονη άσκηση την προηγούμενη ημέρα (από τις μετρήσεις) και να μην έχουν πραγματοποιήσει προπόνηση μέχρι και 48 ώρες πριν.

Επιπλέον, έγινε έγγραφη και προφορική σύσταση να μην καταναλώσουν καφέ, αναψυκτικό που περιέχει καφεΐνη, αλκοολούχο ποτό ή οποιοδήποτε είδος ουσίας το οποίο μπορεί να επηρεάσει (ή υπάρχουν υποψίες ότι μπορεί να επηρεάζει) τις φυσιολογικές λειτουργίες. Τέλος, ζητήθηκε να μην καταναλωθεί τροφή τρεις ώρες πριν από την μέτρηση. Έπειτα, αφού οι εξεταζόμενοι εξοικειώθηκαν με τις συσκευές μέτρησης, πραγματοποιήθηκε περιγραφή και αναλυτική επίδειξη της δοκιμασίας των πιέσεων σε πάγκο από τον εξεταστή όπου τονίστηκαν όλα εκείνα τα απαραίτητα σημεία προσοχής για τη σωστή εκτέλεση της διαδικασίας. Στη συνέχεια έγινε προθέρμανση διάρκειας 10' min και εκτέλεση της δοκιμασίας από τους συμμετέχοντες με την επίβλεψη του εξεταστή για την επισήμανση και διόρθωση πιθανών προβλημάτων.

Διαδικασία μέτρησης

Οι μετρήσεις διεξήχθησαν στο Εργομετρικό και Προπονητικό Κέντρο του (ΑΣΕΙ), κάτω από σταθερές συνθήκες (θερμοκρασία, φωτισμός, υγρασία, κλπ) και την ίδια ώρα (βλ. Πίνακα 1). Οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν στις πιέσεις πάγκου για την εκτίμηση της μέγιστης δύναμης (1RM) την εβδομάδα πριν την έναρξη της μελέτης (εβδομάδα 0, αρχική μέτρηση), στο τέλος της 4^{ης} εβδομάδας, τουλάχιστον 48 ώρες μετά την τελευταία προπόνηση (12ΠΜ) για τον επανακαθορισμό της ατομικής έντασης της επιβάρυνσης και η τελική μέτρηση πραγματοποιήθηκε με την ολοκλήρωση της πειραματικής παρέμβασης στο τέλος της 8^{ης} εβδομάδας (24 ΠΜ). Για τη διεξαγωγή της δοκιμασίας αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης του άνω μέρους του σώματος των δοκιμαζόμενων χρησιμοποιήθηκαν ίδιου τύπου πάγκοι, ολυμπιακές μπάρες καθώς και δίσκοι βαρών και η μέτρηση έγινε από τον ίδιο εξεταστή. Αρχικά έγινε προθέρμανση 10' min και οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν πιέσεις πάγκου σε οριζόντιο επίπεδο για ένα σετ των 10 επαναλήψεων μόνο με το βάρος της μπάρας. Μετά από διάλειμμα 1' min ο δοκιμαζόμενος εκτέλεσε 10 επαναλήψεις με ένταση ίση με το 50% της εκτιμώμενης μέγιστης επανάληψης (1RM). Ακολούθησε διάλειμμα 1' min και στη συνέχεια στην μπάρα τοποθετήθηκαν δίσκοι βαρών, κατά την εκτίμηση του εξεταστή, ώστε με την πρόσθεση 4-9 επιπλέον κιλών ο δοκιμαζόμενος να μπορέσει να εκτελέσει σωστά 3-5 επαναλήψεις. Στη συνέχεια δινόταν διάλειμμα 2' min και αυξανόταν το βάρος κατά 4-9 kgf ώστε ο δοκιμαζόμενος να εκτελέσει 2-3 επαναλήψεις. Μετά από

διάλειμμα 2-4' min το βάρος συνέχιζε να αυξάνεται κατά 4-9 kgf ώστε ο εξεταζόμενος να μπορεί να εκτελέσει μια μέγιστη επανάληψη (1RM). Αν η προσπάθεια ήταν επιτυχημένη ο δοκιμαζόμενος συνέχιζε, μετά από διάλειμμα 2-4' min, αυξάνοντας το βάρος κατά 4-9 kgf και προσπαθούσε να εκτελέσει μια μέγιστη επανάληψη. Αν αποτύγχανε μετά από διάλειμμα 2-4' min προσπαθούσε να εκτελέσει μία μέγιστη επανάληψη αφού το βάρος είχε μειωθεί κατά 2-4 kgf. Η δοκιμασία αυτή συνεχιζόταν μέχρι ο δοκιμαζόμενος να εκτελέσει μια μέγιστη επανάληψη με τη σωστή τεχνική. Η διαδικασία εύρεσης της μια μέγιστης επανάληψης (1RM) έπρεπε να ολοκληρωθεί σε πέντε προσπάθειες.

Πίνακας 1. Διαδικασία διεξαγωγής των μετρήσεων της έρευνας

Συνάντηση	Μετρήσεις	Παρατηρήσεις
1 ^η	Εξοικείωση	Εξοικείωση με τις πειραματικές διαδικασίες Γενικές οδηγίες
2 ^η	Δοκιμασία πιέσεων πάγκου Σωματομετρικές μετρήσεις	Μέτρηση της 1RM Μέτρηση Ύψους, Βάρους, δερματοπτυχών. ΟΜΑΔΑ: Ελέγχου
3 ^η	Δοκιμασία πιέσεων πάγκου Σωματομετρικές μετρήσεις	Μέτρηση της 1RM Μέτρηση Ύψους, Βάρους, δερματοπτυχών. ΟΜΑΔΑ: ΓΠ
4 ^η	Δοκιμασία πιέσεων πάγκου Σωματομετρικές μετρήσεις	Μέτρηση της 1RM Μέτρηση Ύψους, Βάρους, δερματοπτυχών. ΟΜΑΔΑ: ΗΜΓΠ
5 ^η	Δοκιμασία πιέσεων πάγκου Σωματομετρικές μετρήσεις	Μέτρηση της 1RM Μέτρηση Ύψους, Βάρους, δερματοπτυχών. Υπόλοιπα Ομάδων

Σωματομετρικές μετρήσεις

Οι σωματομετρικές μετρήσεις έγιναν στο εργομετρικό κέντρο του Ανώτατου Στρατιωτικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος από τον ίδιο ερευνητή ο οποίος βρισκόταν στη δεξιά πλευρά του δοκιμαζόμενου και μετρήθηκε το σωματικό

βάρος, το ύψος των συμμετεχόντων καθώς και το σωματικό τους λίπος με τη μέθοδο των δερματοπτυχών (7th Ed. ACSM Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 2005). Η μέτρηση έγινε δύο φορές σε επτά σημεία, και ο μέσος όρος κάθε μέτρησης χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση της πυκνότητας του σώματος και κατ' επέκταση του σωματικού λίπους με τη χρήση της εξίσωσης των Jackson και Pollock (1985).

Ερευνητικός σχεδιασμός

Στην παρούσα μελέτη υιοθετήθηκε ο παραγοντικός σχεδιασμός 3*2 στον οποίο ο τελευταίος παράγοντας επαναλαμβάνεται με ανεξάρτητη μεταβλητή (πρώτος παράγοντας) την ομάδα σε τρία επίπεδα και δεύτερο παράγοντα την μέτρηση σε δύο επίπεδα. Εξαρτημένη μεταβλητή αποτέλεσαν τα δεδομένα των μετρήσεων. Η συνολική διάρκεια της μελέτης ήταν 8 εβδομάδες. Μετά την αρχική τυχαία επιλογή του δείγματος και την κατανομή του στις τρεις επί μέρους ομάδες, στην ομάδα γραμμικού περιοδικού (ΓΠ), στην ομάδα ημερήσιου μη γραμμικού περιοδικού (ΗΜΓΠ), και στην ομάδα ελέγχου (ΟΕ) πραγματοποιήθηκαν η αρχική μέτρηση (Ο1) της μέγιστης δύναμης στην δοκιμασία των πιέσεων σε πάγκο και οι σωματομετρικές μετρήσεις (Ύψος, Βάρος, Σωματικό λίπος). Στη συνέχεια οι πειραματικές ομάδες (ΓΠ, ΗΜΓΠ) ακολούθησαν τα διαφορετικά περιοδικά προγράμματα προπόνησης, σχετικά ίσης ποσότητας, διάρκειας οκτώ εβδομάδων ενώ η ομάδα ελέγχου (ΟΕ) το πρόγραμμα Φυσικής Αγωγής της Σχολής Ικάρων. Οι συμμετέχοντες των ομάδων (ΓΠ) και (ΗΜΓΠ) έκαναν προπόνηση τρεις φορές την εβδομάδα η οποία είχε διάρκεια κατά προσέγγιση 45' και για τις δύο ομάδες. Στο τέλος της 4^{ης} και της 8^{ης} εβδομάδας και με χρονική απόσταση 48 ωρών από την τελευταία προπόνηση έγινε η δεύτερη (Ο2) και η τελική μέτρηση (Ο3) αντίστοιχα. Η επίβλεψη της προπόνησης γινόταν από τον ίδιο ερευνητή σε συνεργασία με τους εξειδικευμένους καθηγητές Φυσικής Αγωγής της Σχολής Ικάρων.

Πρόγραμμα εξάσκησης

Η συνολική διάρκεια της προπόνησης δύναμης ήταν 8 εβδομάδες, με τρεις προπονητικές μονάδες (ΠΜ) την εβδομάδα και συνολικά 24 προπονητικές μονάδες. Η επιλογή της εκγύμνασης του άνω μέρους του σώματος έγινε με

γνώμονα, εφ'ένός την αναγκαιότητα βελτίωσης της μέγιστης δύναμης ως αξιολογούμενης φυσικής ικανότητας των φοιτητών και αφετέρου την σπουδαιότητα ενδυνάμωσης των συγκεκριμένων μυών οι οποίοι επιβαρύνονται ιδιαίτερα κατά την έκθεση των Ιπταμένων σε δυνάμεις G_z (Hakkinen & Kyrolainen, 2005). Η προπόνηση διεξάγονταν στο προπονητικό κέντρο της Σχολής, αίθουσα βαρών, Δευτέρα, Τετάρτη, Παρασκευή. Η διάρκεια της προπονητικής μονάδας ήταν περίπου 45' min και οι φοιτητές των πειραματικών ομάδων (ΓΠ), (ΗΜΓΠ) ασκούσαν Δευτέρα, Τετάρτη και Παρασκευή σε μία κύρια άσκηση (πιέσεις πάγκου, σε οριζόντιο επίπεδο), καθώς και σε 3 δευτερεύουσες ασκήσεις (Βλ. Πίνακες 2, 3). Δεν επιτρεπόταν στους συμμετέχοντες η εκτέλεση επιπλέον ασκήσεων ενδυνάμωσης για το άνω μέρος του σώματος. Το διάλειμμα μεταξύ των σετ ήταν 1-3' min. Η επίβλεψη-υλοποίηση των προγραμμάτων προπόνησης έγινε από τον ερευνητή με τη συνεργασία των εξειδικευμένων Καθηγητών Φυσικής Αγωγής της Σχολής

Πίνακας 2: Προπονητικά περιεχόμενα και ποσότητα προπόνησης.

A/A, ΠΜ	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22	ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΠΑΓΚΟΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΡΙΚΕΦΑΛΩΝ ΚΑΜΨΕΙΣ ΔΙΚΕΦΑΛΩΝ ΟΠΙΣΘΟΛΑΙΜΙΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ	- ΔΕΙΤΕ ΠΙΝΑΚΑ 3 (15RMx10)χ3 σετ (12RMx10)χ3 σετ (12RMx10)χ3 σετ
2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23	ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΠΑΓΚΟΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΡΙΚΕΦΑΛΩΝ ΚΑΜΨΕΙΣ ΔΙΚΕΦΑΛΩΝ ΟΠΙΣΘΟΛΑΙΜΙΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ	- ΔΕΙΤΕ ΠΙΝΑΚΑ 3 (15RMx10)χ3 σετ (12RMx10)χ3 σετ (12RMx10)χ3 σετ
3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24	ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΠΑΓΚΟΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΡΙΚΕΦΑΛΩΝ ΚΑΜΨΕΙΣ ΔΙΚΕΦΑΛΩΝ ΟΠΙΣΘΟΛΑΙΜΙΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ	- ΔΕΙΤΕ ΠΙΝΑΚΑ 3 (15RMx10)χ3 σετ (12RMx10)χ3 σετ (12RMx10)χ3 σετ

Πίνακας 3: Περιοδικά πρωτόκολλα προπόνησης δύναμης *

A/A	A/A	ΟΜΑΔΑ (ΓΠ)	ΟΜΑΔΑ (ΗΜΓΠ)
1ΜΙΚ	1ΠΜ	40%χ10+(70%χ10)χ4 σετ	40%χ10+(80%χ6)χ4 σετ
	2ΠΜ	40%χ10+(70%χ10)χ4 σετ	40%χ10+(60%χ15)χ4 σετ
	3ΠΜ	40%χ10+(70%χ10)χ4 σετ	40%χ10+(70%χ10)χ4 σετ

2MIK	4ΠΜ	40%χ10+(70%χ10)χ4 σετ	40%χ10+(80%χ6)χ4 σετ
	5ΠΜ	40%χ10+(70%χ10)χ4 σετ	40%χ10+(70%χ10)χ4 σετ
	6ΠΜ	40%χ10+(70%χ10)χ4 σετ	40%χ10+(70%χ10)χ4 σετ
3MIK	7 ΠΜ	40%χ10+(80%χ8)χ4 σετ	40%χ10+(85%χ6)χ3 σετ
	8 ΠΜ	40%χ10+(80%χ8)χ4 σετ	40%χ10+(65%χ12)χ4 σετ
	9 ΠΜ	40%χ10+(80%χ8)χ4 σετ	40%χ10+((75%χ8)χ4 σετ
4MIK	10 ΠΜ	40%χ10+(80%χ8)χ4 σετ	40%χ10+(85%χ6)χ3 σετ
	11 ΠΜ	40%χ10+(80%χ8)χ4 σετ	40%χ10+(65%χ12)χ4 σετ
	12 ΠΜ	40%χ10+(80%χ8)χ4 σετ	40%χ10+((75%χ8)χ4 σετ
5MIK	13 ΠΜ	40%χ10+(85%χ6)χ4 σετ	40%χ10+(90%χ4)χ4 σετ
	14 ΠΜ	40%χ10+(85%χ6)χ4 σετ	40%χ10+(70%χ10)χ4 σετ
	15 ΠΜ	40%χ10+(85%χ6)χ4 σετ	40%χ10+(80%χ6)χ3 σετ
6MIK	16 ΠΜ	40%χ10+(85%χ6)χ4 σετ	40%χ10+(90%χ4)χ4 σετ
	17 ΠΜ	40%χ10+(85%χ6)χ4 σετ	40%χ10+(70%χ10)χ4 σετ
	18 ΠΜ	40%χ10+(85%χ6)χ4 σετ	40%χ10+(80%χ6)χ3 σετ
7MIK	19 ΠΜ	40%χ10+(90%χ4)χ4 σετ	40%χ10+(95%χ2)χ4 σετ
	20 ΠΜ	40%χ10+(90%χ4)χ4 σετ	40%χ10+(75%χ8)χ3 σετ
	21 ΠΜ	40%χ10+(90%χ4)χ4 σετ	40%χ10+(85%χ4)χ4 σετ
8MIK	22 ΠΜ	40%χ10+(90%χ4)χ4 σετ	40%χ10+(95%χ2)χ4 σετ
	23 ΠΜ	40%χ10+(90%χ4)χ4 σετ	40%χ10+(75%χ8)χ3 σετ
	24 ΠΜ	40%χ10+(90%χ4)χ4 σετ	40%χ10+(85%χ4)χ4 σετ

*Η προπόνηση δύναμης υλοποιήθηκε με την χρήση ελεύθερων βαρών και με τη μέθοδο των σταθμών. Για την άσκηση του πάγκου επιλέχθηκε η χρήση της επίπεδης πυραμίδας η οποία μπορεί να παράσχει μέγιστα προπονητικά οφέλη (Bompa et al., 2003).

Στατιστική ανάλυση

Τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν ως μέσοι όροι (\pm σταθερή απόκλιση).

Για να ελεγχθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές συνολικά μεταξύ των ομάδων εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης με δυο παράγοντες και επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (Two way ANOVA Repeated Measures). Το Tukey's test ήταν η post-hoc ανάλυση που χρησιμοποιήθηκε όπου αυτό απαιτήθηκε. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο επίπεδο $p \leq 0.05$. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS v13.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη έλαβαν μέρος συνολικά 45 φοιτητές Ανώτατου Στρατιωτικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος ηλικίας 18-22 (± 1) ετών, τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των οποίων παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4: Σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος ανά ομάδα (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

Ομάδες	Δείγμα	Σωματική μάζα (kgf)	Ανάστημα (cm)
ΓΠ ^a	15	77,0 \pm 9,6	176,3 \pm 6,8
ΗΜΓΠ ^b	15	77,2 \pm 7,3	176,2 \pm 5,0
Ε ^c	15	75,5 \pm 9,0	176,5 \pm 8,5

a: Ομάδα γραμμικής περιοδικότητας

b: Ομάδα ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας

c: Ομάδα ελέγχου

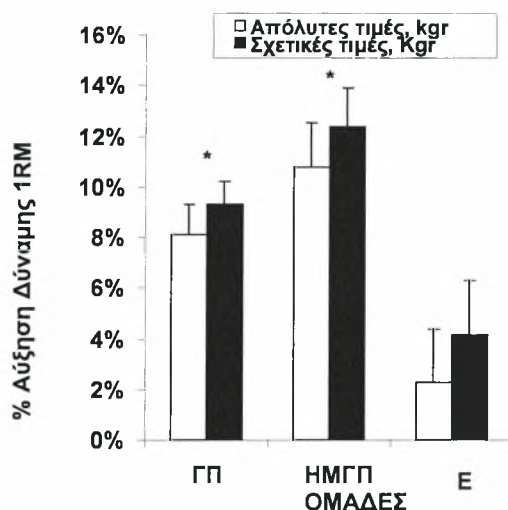
Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έδειξε αλληλεπίδραση στατιστικά σημαντική $F_{(2,42)}=6,77$; $p<.001$ των παραγόντων «μέτρηση» και «ομάδα» στο παράγοντα μέγιστη δύναμη «1RM». Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση $F_{(1,42)}=48,13$; $p<.001$ του παράγοντα «μέτρηση» στο παράγοντα μέγιστη δύναμη «1RM». Από τα αποτελέσματα φάνηκε μη στατιστικά σημαντική επίδραση $F_{(2,42)}=0,41$; $p<.68$) του παράγοντα «ομάδα» στο παράγοντα μέγιστη δύναμη «1RM». Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική $F_{(1,42)}=15,56$; $p<.001$ μείωση το ίδιο σε όλες τις ομάδες από την μέτρηση 1 στη μέτρηση 2, χωρίς διαφορές μεταξύ των ομάδων, στη σωματική μάζα $F_{(2,42)}=17$; $p<.85$). Υπήρξε στατιστικά σημαντική $F_{(1,42)}=23,65$; $p<.001$ μείωση το ίδιο σε όλες τις ομάδες χωρίς διαφορά μεταξύ των ομάδων στο λίπος $F_{(2,42)}=63$; $p<.54$ από τη μέτρηση 1 στη μέτρηση 2. Αντίθετα, η ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν έδειξε καμιά στατιστικά σημαντική αλλαγή της άλιπης μυϊκής μάζας σε όλες τις ομάδες $F_{(2,42)}=1,03$; $p<.37$ πριν και μετά την παρέμβαση (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Μεταβολές στη σωματική μάζα, το λίπος και την άλιπη μυϊκή μάζα στις δύο πειραματικές ομάδες (ΓΠ, ΗΜΓΠ) και στην ομάδα ελέγχου (ΟΕ).
* $p < 0.01$ μεταξύ 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης στις ομάδες (ΓΠ), (ΗΜΓΠ) και (Ε).

	Σωματική μάζα (kg)		Λίπος (%)		Άλιπη μάζα (kg)	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
ΓΠ	77.0±2.5	76.1±2.1*	16.7±1.0	15.7±0.8*	64.0±1.8	64.0±1.7
ΗΜΓΠ	77.2±1.9	76.0±1.8*	14.8±0.8	13.7±0.7*	65.7±1.3	65.4±1.1
Ε	75.5±2.3	74.1±2.2*	14.2±0.8	13.6±0.7*	64.7±1.8	64.0±1.9

Για την εξέταση της πρώτης μηδενικής υπόθεσης της έρευνας, δηλαδή ότι δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων μεταξύ της ομάδας γραμμικής περιοδικότητας (ΓΠ) και της ομάδας ελέγχου (ΟΕ) πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις διακύμανσης. Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά $F_{(2,42)}=6,77$; $p < .001$ στους μέσους όρους απόδοσης στη μέγιστη δύναμη μεταξύ των ομάδων (ΓΠ) και (ΟΕ). Από την post hoc ανάλυση που ακολούθησε με το Tukey test βρέθηκε ότι η βελτίωση της μέγιστης δύναμης στην ομάδα γραμμικής περιοδικότητας (ΓΠ) ήταν μεγαλύτερη από τη βελτίωση στην ομάδα ελέγχου (ΟΕ) $p < .001$. Η ανάλυση διακύμανσης και σύγκριση post hoc χρησιμοποιήθηκε για την εξέταση της δεύτερης μηδενικής υπόθεσης. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά $F_{(2,42)}=6,77$; $p < .001$ στους μέσους όρους απόδοσης στη μέγιστη δύναμη μεταξύ των ομάδων (ΗΜΓΠ) και (ΟΕ). Η post hoc ανάλυση με το Tukey test έδειξε ότι η βελτίωση της μέγιστης δύναμης στην ομάδα ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας (ΗΜΓΠ) ήταν μεγαλύτερη από τη βελτίωση στην ομάδα ελέγχου (ΟΕ) $p < .001$. Για την εξέταση της τρίτης μηδενικής υπόθεσης ότι δηλαδή δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων μεταξύ της ομάδας γραμμικής περιοδικότητας (ΓΠ) και της ομάδας ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας (ΗΜΓΠ) εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης που έδειξε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά $F_{(2,42)}=6,77$; $p < .001$ στους μέσους όρους απόδοσης στη μέγιστη δύναμη μεταξύ των ομάδων (ΓΠ) και (ΗΜΓΠ). Από την επεξεργασία των δεδομένων φάνηκε στατιστικά σημαντική ποσοστιαία βελτίωση $F_{(2,42)}=6,53$; $p < .001$ της μέγιστης δύναμης (1RM) στις πιέσεις πάγκου από τη μέτρηση 1 στην μέτρηση 2 για τις δύο πειραματικές ομάδες (ΓΠ, ΗΜΓΠ) χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, ενώ για την ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκε καμιά αλλαγή (Σχήμα 1). Οι ποσοστιαίες αυξήσεις της μέγιστης δύναμης που παρατηρήθηκαν στις δύο πειραματικές ομάδες (ΓΠ,

ΗΜΓΠ) δε διέφεραν στατιστικά $F_{(2,42)}=6,43$; $p<.001$ μεταξύ τους όταν αυτές εκφράστηκαν σε σχετικές τιμές [υπερνικώμενο φορτίο, (kg)/σωματική μάζα, (kg)], ενώ η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε καμιά αλλαγή $F_{(2,42)}=6,43$; $p<.34$. Στην ποσοστιαία βελτίωση ανά κιλό σωματικής μάζας η διαφορά της ομάδας (ΓΠ) από την ομάδα (ΟΕ) δεν ήταν στατιστικά σημαντική $F_{(2,42)}=6,06$; $p<.05$. Η βελτίωση της ομάδας ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας (ΗΜΓΠ) ήταν στατιστικά σημαντική από τη βελτίωση της ομάδας ελέγχου (ΟΕ) $F_{(2,42)}=6,06$; $p<.001$. Επιπλέον οι αυξήσεις της μέγιστης δύναμης που παρατηρήθηκαν στις δύο πειραματικές ομάδες (ΓΠ, ΗΜΓΠ) δεν διέφεραν στατιστικά $F_{(2,42)}=6,06$; $p<.001$ μεταξύ τους όταν αυτές εκφράστηκαν σε σχετικές τιμές [υπερνικώμενο φορτίο (kg)/(kg) άλιπης μυϊκής μάζας]. Στην ποσοστιαία βελτίωση ανά κιλό άλιπης σωματικής μάζας η διαφορά της ομάδας (ΓΠ) από την ομάδα (ΟΕ) δεν ήταν στατιστικά σημαντική $F_{(2,42)}=6,06$; $p<.051$. Η βελτίωση της ομάδας ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας (ΗΜΓΠ), όταν η δύναμη εκφραζόταν ανά κιλό άλιπης σωματικής μάζας, ήταν στατιστικά σημαντική από τη βελτίωση της ομάδας ελέγχου (ΟΕ) $F_{(2,42)}=5,65$; $p<.001$.



Σχήμα 1: Ποσοστιαία μεταβολή των τιμών της 1RM μετά από 8 εβδομάδες παρέμβασης σε απόλυτες τιμές (υπερνικώμενο φορτίο, kgf) και σχετικές τιμές (υπερνικώμενο φορτίο, kgf/σωματική μάζα, kgf) στις πειραματικές ομάδες γραμμικής (ΓΠ), ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικής προπόνησης δύναμης (ΗΜΓΠ) και στην ομάδα ελέγχου (ΟΕ).

* $p<0.01$ μεταξύ 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης στις ομάδες (ΓΠ), (ΗΜΓΠ) και (Ε).

Αναλυτικότερα η ποσοστιαία αύξηση της μέγιστης δύναμης σε απόλυτες τιμές [υπερνικώμενο φορτίο, (kgf)] στις πιέσεις πάγκου φάνηκε να είναι $8.1 \pm 1.2\%$, και

10.8±1.7%, για την ομάδα γραμμικής (ΓΠ) και ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας (ΗΜΓΠ) αντίστοιχα. Η τάση μεγαλύτερης αύξησης της μέγιστης δύναμης στην ομάδα ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας δε φάνηκε να είναι στατιστικά σημαντική $p < 0.01$. Η σχετική αύξηση της μέγιστης δύναμης ανά κιλό σωματικής μάζας εμφανίστηκε να είναι για την ομάδα γραμμικού περιοδισμού (ΓΠ) 1.02 ± 0.04 kg/kg ΣΜ, για την ομάδα ημερήσιου μη γραμμικού περιοδισμού (ΗΜΓΠ) 0.99 ± 0.05 kg/kg ΣΜ και για την ομάδα ελέγχου (Ε) 1.13 ± 0.08 kg/kg ΣΜ.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει ποιο από τα δύο περιοδικά προγράμματα προπόνησης δύναμης, γραμμικό ή ημερήσιο μη γραμμικό, είναι περισσότερο αποτελεσματικό για τη βελτίωση της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων σε φοιτητές (Α.Σ.Ε.Ι) ηλικίας 18-22 ετών. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι αποδεχόμαστε την τρίτη μηδενική υπόθεση η οποία υποδεικνύει ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης μεταξύ των δυο πειραματικών ομάδων σε απόλυτες και σχετικές τιμές. Επιπρόσθετα φάνηκε στατιστικά σημαντική, ίδια, για όλες τις ομάδες, μείωση του ποσοστού λίπους και της σωματικής μάζας, ενώ η άλιπη μυϊκή μάζα παρέμεινε αμετάβλητη. Καμία άλλη σωματομετρική αλλαγή δεν παρατηρήθηκε στις μετρήσεις πριν και μετά την παρέμβαση σε όλες τις ομάδες.

Σύμφωνα με τις γνώσεις μας η παρούσα ερευνητική προσπάθεια είναι η πρώτη στη βιβλιογραφία, στην οποία αξιολογήθηκαν δυο διαφορετικά περιοδικά πρωτόκολλα προπόνησης δύναμης σχετικά ίσης ποσότητας και έντασης σε άνδρες μη αθλητές σχετικά έμπειρους στην προπόνηση αντιστάσεων.

Σε προηγούμενες μελέτες των Rhea και συν. (2002) και Buford και συν. (2007), οι οποίες συγκριτικά διερεύνησαν την αποτελεσματικότητα της γραμμικής και ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας, οι συμμετέχοντες, αν και δεν ήταν πρωταθλητές, ωστόσο ήταν αθλητές άρσης βαρών, έμπειροι στην προπόνηση αντιστάσεων. Εξαιρείται παρόμοια μελέτη των Aagaard και συν. (2006), που το δείγμα απετέλεσαν δόκιμοι πυροσβέστες, χωρίς όμως να γίνεται αναφορά στην ποσότητα και στην ένταση της προπόνησης ή σε πιθανή εξίσωση αυτών μεταξύ των πειραματικών ομάδων, ώστε καθίσταται δύσκολο να αποδοθούν οι παρατηρηθείσες μεταβολές της δύναμης και της σωματικής σύστασης ως αποτέλεσμα εφαρμογής διαφοροποιημένων μοντέλων περιοδικότητας. Στην μελέτη του Hoffman και συν. (2003) έλαβαν μέρος αθλητές ανταγωνιστικού επιπέδου με προπονητική ηλικία από 1-3 χρόνια ενώ άλλη έρευνα του Baker και συν. (1994) δεν μπορεί να συμπεριληφθεί στο

μοντέλο της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας καθότι υλοποιούσε της αλλαγές στην ποσότητα και στην ένταση κάθε 2 εβδομάδες.

Επίδραση της πειραματικής παρέμβασης στην μέγιστη δύναμη

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα φάνηκε ότι η μέγιστη δύναμη (1RM) των άνω άκρων στη δοκιμασία των πιέσεων σε οριζόντιο πάγκο αυξήθηκε σημαντικά, χωρίς να διαφέρει σε απόλυτες και σχετικές τιμές (kg επίδοσης / kg σωματικού βάρους και kg επίδοσης / kg άλιπης μυϊκής μάζας) στις δύο πειραματικές ομάδες, της γραμμικής και της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση. Καμία στατιστικά σημαντική μεταβολή της μέγιστης δύναμης δεν παρατηρήθηκε στην ομάδα ελέγχου. Ως εκ τούτου, απορρίπτουμε την πρώτη μηδενική μας υπόθεση και αποδεχόμαστε την εναλλακτική της, ότι δηλαδή θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων μεταξύ της ομάδας γραμμικής περιοδικότητας και της ομάδας ελέγχου. Επιπρόσθετα απορρίπτουμε τη δεύτερη μηδενική μας υπόθεση και αποδεχόμαστε την εναλλακτική της, ότι δηλαδή θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων μεταξύ της ομάδας ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας και της ομάδας ελέγχου.

Από την παρούσα μελέτη φάνηκε βελτίωση της μέγιστης δύναμης, χωρίς διαφορά μεταξύ της ομάδας γραμμικής και ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας. Η παρατηρηθείσα απουσία μυϊκής υπερτροφίας που συνόδευσε τη βελτίωση της μέγιστης δύναμης στις δύο πειραματικές ομάδες ενδεχομένως καταδεικνύει τον πρωτεύοντα ρόλο των νευρικών προσαρμογών, ενώ παράλληλα μπορεί να υποστηριχθεί ότι η μη γραμμική και η ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα είναι το ίδιο αποτελεσματικές στην πρόκληση ή/και διατήρηση των νευρικών προσαρμογών στη διάρκεια 8 εβδομάδων προπόνησης αντιστάσεων. Για να καταστεί δυνατόν να αποδοθεί η ενδεχόμενη αλλαγή στο επίπεδο δύναμης στη μεθοδική της διαχείρισης στη συχνότητα μεταβολών της ποσότητας και της έντασης παρά στην ποσοτική διαφοροποίηση της προπονητικής επιβάρυνσης ήταν αναγκαία η εξίσωση της ολικής ποσότητας της προπόνησης μεταξύ των πειραματικών ομάδων. Έχει φανεί σε αρκετές μελέτες, που έχουν συγκρίνει τα προπονητικά πρωτόκολλα του ενός και των πολλαπλών σετ, ότι η μεγαλύτερη ποσότητα προπόνησης είναι περισσότερο αποτελεσματική από τη μικρότερη στην αύξηση της

υπερτροφίας και στην βελτίωση της μέγιστης δύναμης (Carpinelli & Otto 1998; Schlumberger et al., 2001). Ο Baker και συν.(1994) αναφέρει ότι στις μελέτες των Stone και συν. (1981) και O'Bryant και συν. (1988) οι συμμετέχοντες στις μη περιοδικές ομάδες εκτέλεσαν κατά προσέγγιση μόνο το 56% της ολικής ποσότητας της προπόνησης της περιοδικής ομάδας. Επιπρόσθετα οι μελέτες των Stone και συν. (1981), Stowers και συν. (1983), O'Bryant και συν. (1988), McGee, Jessee, Stone και Blessing (1992) και Willoughby (1992) δεν εξίσωσαν την ποσότητα και την ένταση ανάμεσα στις ομάδες των διαφορετικών προπονητικών πρωτοκόλλων. Η μη εξίσωση στις προαναφερθείσες μελέτες στην ποσότητα και στην ένταση της προπόνησης κατέστησε δύσκολο να προσδιορισθεί αν οι διαφορές ανάμεσα στα προπονητικά προγράμματα μπορούν να αποδοθούν στην αποτελεσματικότητα της δομής του προγράμματος ή στη διαφοροποίηση της ποσότητας και της έντασης. Η συνολική ποσότητα της προπόνησης (ολικές επαναλήψεις) και η ένταση ήταν 672 επαναλήψεις στο 70-90% 1RM και 700 επαναλήψεις στο 60-95% 1RM για την ομάδα της γραμμικής και ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας αντίστοιχα. Σύμφωνα με τον Baker και συν. (1994) η εξίσωση στην ποσότητα της προπόνησης αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την τεκμηρίωση του ισχυρισμού πως οι αλλαγές στη δύναμη είναι αποτέλεσμα της διαφοροποίησης στη διαχείριση της ποσότητας και της έντασης μεταξύ των προπονητικών πρωτοκόλλων. Ωστόσο η παρούσα μελέτη δεν εξίσωσε απόλυτα την ποσότητα και την ένταση και ως εκ τούτου μπορεί να υποστηριχθεί ότι η τάση μεγαλύτερης αύξησης της μέγιστης δύναμης, που δεν έφθασε στα όρια της στατιστικής σημαντικότητας στην ομάδα ημερήσιου μη γραμμικού περιοδισμού, ενδέχεται να οφείλεται στη διαφορά της ποσότητας η/και της έντασης.

Τα αποτελέσματα της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας συμφωνούν με εκείνα παρόμοιων μελετών των Baker και συν. (1994), Buford και συν. (2007) και Hoffman και συν. (2003), οι οποίοι δεν ανέφεραν καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης μεταξύ της γραμμικής και ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας σε έμπειρους στην προπόνηση αντιστάσεων και αθλητές. Αναλυτικότερα στην έρευνα του Baker και συν. (1994) με εξισωμένες την ποσότητα και την ένταση η ομάδα της μη γραμμικής περιοδικότητας υλοποιούσε τις αλλαγές στην ποσότητα και την ένταση κάθε δύο εβδομάδες και όχι σε ημερήσια βάση. Έχει υποστηριχθεί ότι ο μικρός βαθμός

διαφοροποίησης μεταξύ των δύο προπονητικών πρωτοκόλλων, αλλαγές στη ποσότητα και στην ένταση κάθε 2 εβδομάδες για την ομάδα της μη γραμμικής και κάθε 3-4 εβδομάδες για την ομάδα της γραμμικής περιοδικότητας στην προαναφερθείσα μελέτη, έδειξε την απουσία διαφορών στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης μεταξύ των ομάδων (Rhea et al., 2002). Ωστόσο στην παρούσα μελέτη, αν και οι αλλαγές της ποσότητας και της έντασης ελάμβαναν χώρα σε ημερήσια βάση στην ομάδα της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας, φαίνεται ότι δεν ήταν καθοριστικές στην πρόκληση στατιστικά σημαντικών διαφορών στα οφέλη της δύναμης μεταξύ των πειραματικών ομάδων.

Σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες των Rhea και συν. (2002) και Aagaard και συν. (2006), η ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα επιφέρει μεγαλύτερα προπονητικά οφέλη συγκριτικά με τη γραμμική περιοδικότητα στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης. Σε αντίθεση με τις παραπάνω μελέτες στην παρούσα έρευνα, όπως σε παρόμοιες των Buford και συν. (2007) και Hoffman και συν. (2003), δε φάνηκε καμιά διαφορά μεταξύ των προπονητικών πρωτοκόλλων του γραμμικού και ημερήσιου μη γραμμικού περιοδισμού, μολονότι είχαν μεταξύ των ομάδων εξισωθεί ή όχι η ποσότητα και η ένταση αντίστοιχα.

Σε μελέτη των Buford και συν. (2007) η ομάδα της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας φάνηκε να καταλαμβάνει υψηλότερη θέση στην κλίμακα της υποκειμενικά αντιλαμβανόμενης κόπωσης (RPE) συγκριτικά με τις ομάδες της γραμμικής και της εβδομαδιαίας μη γραμμικής περιοδικότητας στη διάρκεια των 9 εβδομάδων της πειραματικής παρέμβασης. Επιπρόσθετα σε παρόμοια μελέτη των Rhea και συν. (2002), αναφέρθηκε τις τελευταίες 2 εβδομάδες της παρέμβασης στην ομάδα της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας κόπωση και παρατεταμένο μυϊκό άλγος, ενώ αντίθετα η ομάδα της γραμμικής περιοδικότητας δεν εμφάνισε παρόμοια προβλήματα. Έχει προταθεί ότι ο βαθμός της προκαλούμενης κόπωσης στην προπόνηση αντιστάσεων συσχετίζεται με τις μακροχρόνιες νευρομυϊκές προσαρμογές καθώς η αύξηση του οδηγεί σε βελτίωση της δύναμης και της υπερτροφίας (Rooney, Herbert & Balnave, 1994; Schott, McCully & Rutherford, 1995). Σύμφωνα με τα παραπάνω είναι πιθανόν η μη στατιστικά σημαντική τάση που παρατηρήθηκε για μεγαλύτερη βελτίωση της μέγιστης δύναμης 11% στην ομάδα ημερήσιας μη γραμμικής έναντι 8% στην ομάδα γραμμικής περιοδικότητας να οφείλεται στην

διαφοροποίηση του βαθμού κόπωσης. Η άποψη αυτή ενισχύεται και από τον Rhea και συν. (2002), ο οποίος υποστήριξε ότι το γεγονός της συχνότερης αλλαγής του προπονητικού ερεθίσματος, που χαρακτηρίζει ένα ημερήσιο μη γραμμικό περιοδικό πρωτόκολλο προπόνησης αντιστάσεων, ασκεί μεγαλύτερη πίεση στο νευρομυϊκό σύστημα και, ως εκ τούτου, επιφέρει μεγαλύτερη βελτίωση στη μέγιστη δύναμη συγκριτικά με το γραμμικό. Αντίθετα σε μελέτη των Buford και συν. (2007) από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι ο μεγαλύτερος βαθμός κόπωσης της ομάδας ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας ίσως ευθύνεται για την μικρότερη 17,5% βελτίωση της μέγιστης δύναμης στις πιέσεις πάγκου, έναντι 24,2% και 24,5% των ομάδων της γραμμικής και εβδομαδιαίας μη γραμμικής περιοδικότητας αντίστοιχα.

Τέλος παρά την τάση που παρατηρήθηκε στην παρούσα έρευνα για μεγαλύτερη βελτίωση της σχετικής δύναμης 12% στην ομάδα ημερήσιας μη γραμμικής έναντι 9% στην ομάδα γραμμικής περιοδικότητας αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Πιθανόν το μικρό μέγεθος του δείγματος σε αυτή την περίπτωση να επηρέασε την έκβαση των αποτελεσμάτων. Η χρήση ενός μεγαλύτερου δείγματος ίσως να αποσαφηνίσει περισσότερο τις επιδράσεις των δυο περιοδικών πρωτοκόλλων προπόνησης σε ό,τι αφορά τη βελτίωση της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων.

Σωματομετρικές απαντήσεις στην πειραματική παρέμβαση

Όπως έχει προαναφερθεί από τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μείωση στο ποσοστό του λίπους και στη σωματική μάζα χωρίς διαφορές μεταξύ των ομάδων, ενώ η άλιπη μυϊκή μάζα φάνηκε αμετάβλητη. Ο σωματότυπος και η σωματική σύσταση μεταξύ άλλων ανθρώπινων χαρακτηριστικών καθορίζονται ποσοστιαία περίπου ισομερώς από τα γονίδια και το περιβάλλον (Rankinen, Perusse, Rauramaa, Rivera, Wolfarth & Bouchard, 2004; Rennie, 2005). Ωστόσο φαίνεται ότι οι αλλαγές, που έχουν παρατηρηθεί στη μετεγγραφή και έκφραση των γονιδίων εντός 2 ωρών από το πέρας της προπόνησης, πιθανότατα μπορεί να αποδοθούν ως αποτέλεσμα των επιδράσεων της άσκησης (Pilegaard, Saltin & Neuffer, 2003; Rennie, 2005). Στην εμφάνιση αυξημένων ποσοστών σωματικού λίπους σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν, μεταξύ άλλων, η ισχυρή γενετική προδιάθεση, το περιβάλλον και η διατροφή (Perusse & Bouchard, 1999; Heberbrant, Wulfstange & Goerg,

2000; Gillis, Kennedy, Gillis, & Bar-Or, 2002), παράγοντες δηλαδή που η επίδρασή τους δεν εκτιμήθηκε στην παρούσα ανάλυση. Το σωματικό λίπος έχει υποστηριχθεί ότι αποτελεί σε μεγάλο ποσοστό κληρονομικό χαρακτηριστικό και φαίνεται να διαφοροποιείται εθνολογικά, η/και γενεαλογικά (Bouchard, 1991). Έχει προταθεί πως το μυϊκό σύστημα και το σωματικό λίπος επηρεάζεται παράλληλα με τη φυσική δραστηριότητα και τη θερμιδική πρόσληψη από μία ποικιλία περιβαλλοντικών παραγόντων, που επιδρούν στην ισορροπία οιστρογόνων και ανδρογόνων με συνέπεια την ενδεχόμενη έμμεση διαφοροποίηση της σωματικής σύστασης (Martin & Daniel, 1993). Επιπρόσθετα, σύμφωνα τον Bouchard (1991) και Koporcka (1996), σε αντίθεση με άλλα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, το ποσοστό λίπους επηρεάζεται άμεσα και από αρκετούς περιβαλλοντικούς παράγοντες, ένας εκ των οποίων είναι και η προπόνηση, που συντελεί στον περιορισμό του με αντίστοιχη αύξηση της άλιπης σωματικής μάζας, με την προϋπόθεση της κατάλληλης διατροφής. Ένας από τους βασικότερους περιορισμούς της παρούσας έρευνας ήταν η απουσία ελέγχου και καταγραφής των διατροφικών συνηθειών των εξεταζόμενων ομάδων η οποία δεν μας επιτρέπει να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα. Επίσης θα πρέπει να τονιστεί πως η συμμετοχή στην έρευνα μπορεί να επηρέασε και να διαμόρφωσε αντιλήψεις και στάσεις σχετικά με τον τρόπο διατροφής μεταξύ των συμμετεχόντων στις 3 ομάδες.

Έχει αναφερθεί ότι η προπόνηση αντιστάσεων μπορεί να αυξήσει τη μάζα του σώματος (Kraemer et al., 2001) και να επιδράσει στην ανάπτυξη του ύψους και του βάρους (Faigenbaum et al., 1993). Σε αντίθεση υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα που υποδεικνύουν ότι η συστηματική προπόνηση με αντιστάσεις δεν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στη σωματική μάζα, στο ποσοστό λίπους και στην άλιπη σωματική μάζα (Staron et al., 1994; Hallmark et al., 1996). Επιπρόσθετα, υπάρχουν μελέτες που υποδεικνύουν πως η προπόνηση με αντιστάσεις μπορεί να μειώσει τη σωματική μάζα (Cisar, Housh, Johnson, Thorland, & Hughes, 1989; Roehlman et al., 1987) και το ποσοστό λίπους (Cisar, et al. 1989). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης εν μέρει συμφωνούν με εκείνα προηγούμενης έρευνας, στην οποία αναφέρεται στατιστικά σημαντική μείωση στο σωματικό λίπος στην ομάδα της γραμμικής περιοδικότητας (Buford et al., 2007). Σε πρόσφατες μελέτες έχει υποστηριχθεί πως δεν φάνηκε καμιά στατιστικά σημαντική αλλαγή στη σωματική μάζα (Hoffman et al., 2003), στην

άλιπη μυϊκή μάζα ή εν γένει στη σύσταση της μάζας του σώματος με την εφαρμογή γραμμικών και ημερήσιων μη γραμμικών πρωτοκόλλων προπόνησης δύναμης (Aagaard et al., 2006; Rhea et al., 2002). Ειδικότερα σε ότι αφορά στην άλιπη μυϊκή μάζα η μη μεταβολή, που παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη, βρίσκεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα παρόμοιων μελετών, τα οποία έδειξαν ότι η άλιπη μυϊκή μάζα έμεινε ανεπηρέαστη στις ομάδες γραμμικού και ημερήσιου μη γραμμικού περιοδισμού (Peterson et al., 2006; Rhea et al., 2002). Αντίθετα στατιστικά σημαντική αύξηση στην άλιπη μυϊκή μάζα έχει αναφερθεί σε μια μόνο μελέτη του Baker και συν. (1994) στις ομάδες γραμμικής και μη γραμμικής περιοδικότητας.

Έχει υποστηριχθεί ότι η ποσότητα της προπόνησης επιδρά και στις υπερτροφικές και στις μεταβολικές αποκρίσεις στην προπόνηση αντιστάσεων (Kraemer et al., 2002a). Η συνολική ποσότητα προπόνησης της παρούσας μελέτης, όπως και του Rhea και συν. (2002), ήταν μικρότερη από την ποσότητα που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη του Baker και συν. (1994) και ως εκ τούτου ενδέχεται αυτή η διαφοροποίηση να εξηγεί την παρατηρηθείσα και αναφερόμενη απουσία αλλαγών της άλιπης μυϊκής μάζας. Επιπρόσθετα έχει αναφερθεί ότι για την επίτευξη αυξήσεων στην άλιπη μυϊκή μάζα είναι απαραίτητη σε ένα πρόγραμμα αντιστάσεων η χρήση υψηλής ποσότητας (6-12 επαναλήψεις/σετ) (Baechle et al., 2000; Kraemer et al., 2002a; Tesch, Komi & Hakkinen, 1987). Στην παρούσα έρευνα φαίνεται ότι οι επαναλήψεις, που υλοποιήθηκαν, δεν ήταν επαρκείς για την πρόκληση υπερτροφικών προσαρμογών στις 2 πειραματικές ομάδες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προαναφερθείσα βελτίωση της μέγιστης δύναμης και στις δύο πειραματικές ομάδες δε συνοδεύτηκε από ανάλογη αύξηση του ποσοστού της άλιπης μυϊκής μάζας. Έχει αναφερθεί ότι αλλαγές της άλιπης μυϊκής μάζας υποδεικνύουν υπερτροφικές αποκρίσεις στην προπόνηση αντιστάσεων (Baker et al., 1994). Έτσι φαίνεται ότι τα οφέλη στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης του άνω μέρους του σώματος μπορεί να αποδοθούν σε νευρικές προσαρμογές καθώς η αύξηση του επιπέδου της μέγιστης δύναμης χωρίς την παρουσία υπερτροφικών απαντήσεων πιθανότατα είναι αποτέλεσμα της βελτίωσης της ικανότητας χρήσης των κινητικών μονάδων (Wilmore & Costill, 1999). Το επίπεδο έκφρασης της εκούσιας μυϊκής δύναμης επηρεάζεται από την εγκάρσια διατομή (Schantz, Randall, Hutchison, Tyden &

Astrand, 1983) και την αρχιτεκτονική του μυός (Aagaard et al., 2001), όπως και από την ταχύτητα μετάδοσης των νευρικών ώσεων στο μυ (Karlsoon & Gerdle, 2001). Η πρώιμη φάση στην προπόνηση αντιστάσεων διάρκειας 6-12 εβδομάδων χαρακτηρίζεται από νευρικές προσαρμογές όπως η βελτίωση του ρυθμού επιστράτευσης των μυϊκών ινών και του νευρομυϊκού συντονισμού (Rutherford & Jones, 1986; Kraemer et al., 2004). Έχει παρατηρηθεί ότι σε μικρής διάρκειας προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης η αύξηση της δύναμης δε συνοδεύεται παράλληλα με αύξηση της εγκάρσιας διατομής των ασκούμενων μυϊκών ομάδων (Davies, Parker, Rutherford & Jones, 1988; Narici, Roi, Minetti & Cerretelli, 1989). Η συγκριτικά μεγαλύτερη αύξηση στη δύναμη σε σχέση με το βαθμό εμφάνισης μυϊκής υπερτροφίας φαίνεται να αποδίδεται συχνά σε προσαρμοστικές αλλαγές του νευρικού συστήματος (Komi, 1986; Sale, 1988). Με άλλα λόγια η προπόνηση δύναμης προκαλεί αλλαγές σε μυϊκό επίπεδο, με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγόμενης ισχύος ανά κινητική μονάδα (Jones, Rutherford & Parker, 1989). Από την άλλη πλευρά, αν και σε μικρότερο ποσοστό, χωρίς να μπορεί εύκολα να εξηγηθεί, έχει φανεί ότι η προκαλούμενη από προπόνηση δύναμης μυϊκή υπερτροφία δεν αντανακλάται πάντοτε σε αξιοσημείωτη αύξηση του επιπέδου της δύναμης (Sale, Martin & Moroz, 1992).

Έχει υποστηριχθεί από αρκετές επιστημονικές μελέτες ότι αν και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του μυός καθορίζονται από γενετικούς παράγοντες η προπόνηση αντιστάσεων μπορεί να οδηγήσει σε μυϊκή υπερτροφία (Goldspink, 1992; Pearson et al., 2000; Staron et al., 1994). Η συνολική διάρκεια της πειραματικής παρέμβασης, 8 εβδομάδες, πιθανότατα δεν ήταν επαρκής για την πρόκληση υπερτροφικών προσαρμογών. Έχει αναφερθεί ότι η εμφάνιση της υπερτροφίας συμβαίνει κατά προσέγγιση μετά την πάροδο 8-12 εβδομάδων από την έναρξη του προγράμματος προπόνησης (Pearson et al., 2000; Staron et al., 1994; Tesch, 1988). Επιπρόσθετα σύμφωνα με τον Kraemer και συν. (2004) η συνολική ποσότητα της προπόνησης δεν είναι καθοριστική στην πρόκληση προσαρμογών στη διάρκεια των πρώτων 6-12 εβδομάδων της προπόνησης αντιστάσεων. Έτσι φαίνεται ότι είναι δυνατόν να αποδοθεί η μη επίτευξη υπερτροφίας στη μειωμένη αποτελεσματικότητα της επιλεγείσας προπονητικής έντασης.

Για την επίτευξη μυϊκής υπερτροφίας είναι απαραίτητη η προπόνησης υψηλής ποσότητας (8-12 επαν. των 3 σετ) και χαμηλής έντασης (60-70% 1RM)

(ACSM., 2002). Έχει προταθεί ότι για την επίτευξη νευρικών προσαρμογών η ένταση της προπόνησης πρέπει να βρίσκεται μεταξύ του 80-85% της μιας μέγιστης επανάληψης (1RM) (Hakkinen, Alen & Komi, 1985). Στην παρούσα μελέτη η ομάδα γραμμικής και ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας ασκούνταν με ένταση $\geq 80\%$ 1RM για 18 ΠΜ και 16 ΠΜ αντίστοιχα επί συνόλου 24 ΠΜ. Μπορεί λοιπόν να υποστηριχθεί ότι η χρησιμοποιούμενη ένταση της προπόνησης ήταν προσανατολισμένη περισσότερο στη πρόκληση νευρικών και όχι υπερτροφικών προσαρμογών. Κατά τη διάρκεια της πειραματικής παρέμβασης των 8 εβδομάδων η ομάδα της γραμμικής περιοδικότητας έκανε προπόνηση με ένταση 70% τις δυο πρώτες εβδομάδες (6 ΠΜ) και προοδευτικά αύξησε την ένταση έως 90% μειώνοντας την ποσότητα για το υπόλοιπο της μελέτης. Αντίθετα η ομάδα της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας άλλαζε σε καθημερινή βάση την ένταση της προπόνησης 60% έως 90% και την ποσότητα στη διάρκεια της παρέμβασης με αποτέλεσμα 8ΠΜ να υλοποιηθούν με ένταση 60-70% από την πρώτη μέχρι και την έκτη εβδομάδα. Ενδέχεται λοιπόν η απουσία μυϊκής υπερτροφίας στις πειραματικές ομάδες να οφείλεται αφενός στη μικρή διάρκεια ή/και ποσότητα υλοποίησης των προπονητικών πρωτοκόλλων και αφετέρου στη μη αποτελεσματική ένταση αυτών.

Είναι γενικά αποδεκτό πως οι νευρικές και οι μυϊκές μορφολογικές προσαρμογές συνεισφέρουν στα οφέλη της δύναμης τα οποία εμφανίζονται ως απόκριση της προπόνησης αντιστάσεων (Moritani & deVries, 1979; Narici et al. 1989). Έχει αναφερθεί πως οι νευρικές προσαρμογές επιδρούν θετικά στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης (Hakkinen & Keskinen, 1989; Tan, 1999) μέσω της μεγαλύτερης επιστράτευσης, της γρηγορότερης πυροδότησης και του αποδοτικότερου συγχρονισμού των κινητικών μονάδων (Burger & Burger, 2002; Chestnut & Doherty, 1999). Επιπρόσθετα, οι σύνθετες ασκήσεις στην προπόνηση αντιστάσεων, όπως είναι οι πολυαρθρικές (πχ. πιέσεις πάγκου, πιέσεις ποδιών), μπορεί να προκαλέσουν αρχικά σημαντικότερες νευρικές προσαρμογές συγκριτικά με τις μονοαρθρικές και είναι πιθανόν να οδηγήσουν σε καθυστέρηση εμφάνισης της μυϊκής υπερτροφίας (Chilibeck, Calder & Sale, Colin, 1998). Σε παλαιότερη μελέτη του Rutherford και συν. (1986) έχει υποστηριχθεί ότι αυξανόμενης της πολυπλοκότητας των ασκήσεων, ο συγχρονισμός και η αυτοματοποίηση επιδρούν θετικά στη δύναμη. Σύμφωνα με τα παραπάνω η μη εμφάνιση υπερτροφικών προσαρμογών στην παρούσα

μελέτη μπορεί να οφείλεται στην επιλογή της σύνθεσης του ασκησιολόγιου των προπονητικών πρωτοκόλλων παρέμβασης.

Συνοψίζοντας η παρούσα μελέτη υποδεικνύει ότι η γραμμική και η ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα είναι το ίδιο αποτελεσματικές στην βελτίωση της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων, στην μείωση της σωματικής μάζας και του λίπους ενώ φαίνεται ότι δεν ασκούν καμιά επίδραση στην άλιπη μυϊκή μάζα σε νεαρούς φοιτητές Α.Σ.Ε.Ι.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τους περιορισμούς της παρούσης έρευνας τα κυριότερα συμπεράσματα ήταν τα παρακάτω:

α) Τα προγράμματα προπόνησης με αντιστάσεις πρέπει να είναι περιοδικά. Αυτό συμφωνεί και με τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών (Kraemer et al., 2002b; Kraemer, 1997; Marx et al., 2001; Rhea et al., 2002; Schiötz et al., 1998; Stone et al., 2000; Stone et al., 1981; Stowers et al., 1983).

β) Η γραμμική περιοδικότητα είναι το ίδιο αποτελεσματική με την ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα στην βελτίωση της δύναμης. Το ίδιο έχει επίσης υποστηριχθεί και από σύγχρονες μελέτες (Buford et al., 2007; Hoffman et al., 2003).

γ) Η γραμμική περιοδικότητα επιφέρει αύξηση της δύναμης. Έχει αναφερθεί το ίδιο σε προηγούμενες έρευνες (Fleck, 2002; Fleck, 1999; Rhea et al., 2004).

δ) Η ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα επιδρά θετικά στην βελτίωση του επιπέδου της δύναμης. Το ίδιο επίσης έχει αναφερθεί σε πρόσφατες έρευνες (Aagaard et al., 2006; Rhea et al., 2003; Rhea et al., 2002).

Η μυϊκή δύναμη αποτελεί μια βασική φυσική ικανότητα, ένα απαραίτητο δομικό στοιχείο, της φυσικής κατάστασης και η ανάπτυξη της είναι αναγκαία όχι μόνο για την επίτευξη υψηλών αγωνιστικών επιδόσεων, αλλά πολύ περισσότερο για τη ικανοποίηση των ειδικών απαιτήσεων των Ενόπλων Δυνάμεων, την διατήρηση της υγείας, την βελτίωση της σωματικής σύστασης, την αποφυγή εκφυλιστικών παθήσεων και επαγγελματικών ασθενειών. Ως εκ τούτου, η προπόνηση αντιστάσεων μπορεί και πρέπει να χρησιμοποιείται σαν μέρος ενός ολοκληρωμένου προγράμματος άσκησης, που έχει ως στόχο την ανάπτυξη όλων των φυσικών ικανοτήτων, τόσο κατά την διάρκεια της φοίτησης στα (ΑΣΕΙ) όσο και μετέπειτα στην κατεύθυνση της δια βίου άσκησης.

Περιοδικά προγράμματα δύναμης μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια και να επιφέρουν θετικές προσαρμογές όχι μόνο στη φυσική

κατάσταση αλλά και στη διατήρηση της υγείας ατόμων, που βρίσκονται σε ένα ιδιαίτερος απαιτητικό περιβάλλον φοίτησης και εργασίας, όπως αυτό των ενόπλων δυνάμεων.

Η γραμμική όπως και η ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα ήταν εξίσου αποτελεσματικές στην αύξηση της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων και στη βελτίωση της σωματικής σύστασης των ασκούμενων. Σε αρχάριους η σχετικά έμπειρους της προπόνησης αντιστάσεων προτείνεται αρχικά η εφαρμογή ενός γραμμικού περιοδικού πρωτοκόλλου, ενώ προϊόντος του χρόνου και ανάλογα με το επίπεδο βελτίωσης της φυσικής κατάστασης, μπορεί να υλοποιηθεί ένα πιο απαιτητικό πρωτόκολλο μη γραμμικής περιοδικότητας.

Τα ευρήματα από την παρούσα μελέτη αλλά και από παρόμοιες ήταν πολύ ενθαρρυντικά και πιθανώς μπορεί να αποτελέσουν τη βάση για το σχεδιασμό μακρόχρονων περιοδικών προγραμμάτων προπόνησης δύναμης. Θεωρείται λοιπόν απαραίτητη η γνώση και η διάδοση των πιο πάνω αποτελεσμάτων ευρύτερα στους καθηγητές φυσικής αγωγής-προπονητές και ειδικότερα στους υπηρετούντες στα (ΑΣΕΙ) για το σχεδιασμό περισσότερο αποτελεσματικών προγραμμάτων δύναμης των νεαρών φοιτητών/τριών.

Έχει αναφερθεί ότι τα προγράμματα προπόνησης αντιστάσεων πρέπει να είναι περιοδικά (Kraemer et al., 2002b), αν και οι μηχανισμοί που τα καθιστούν αποδοτικά όπως και το ζήτημα του αποτελεσματικότερου προγράμματος δεν έχουν απολύτως διασαφηνιστεί. Σε μελέτη μετα-ανάλυσης των Rhea και συν. (2004) έχει προταθεί ότι η αποτελεσματικότητα της περιοδικότητας δεν εξαρτάται από την ποσότητα και την ένταση της προπόνησης, αλλά πολύ περισσότερο, οφείλεται στην παραλλαγή του προπονητικού ερεθίσματος. Επιπρόσθετα η ανάπτυξη της ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας εδράζεται στην αναγκαιότητα αύξησης του βαθμού παραλλαγής του προπονητικού ερεθίσματος (Kraemer et al., 2007). Πάντως η διάρκεια εφαρμογής και η συχνότητα υλοποίησης των αλλαγών στην ποσότητα και την ένταση θα πρέπει περαιτέρω να διερευνηθούν τόσο στον γενικό όσο και στον ειδικό πληθυσμό (πχ. αθλητές, ιπτάμενοι, κλπ).

Επίσης παράλληλα για την διερεύνηση της μονιμότητας των ενδεχόμενων αλλαγών θεωρείται απαραίτητο το πρόγραμμα εξάσκησης να περιλαμβάνει ένα τεστ διατήρησης. Προτείνεται ακόμη η έρευνα της επίδρασης πρωτοκόλλων ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας στους ιπταμένους σε παράγοντες, που

σχετίζονται με την υγεία (πχ πρόληψη επαγγελματικών παθήσεων), όπως και με την ικανότητα αντίστασης σε δυνάμεις G_z .

Έχει υποστηριχθεί ότι μυϊκή υπερτροφία, διαφοροποίηση μυϊκών ινών, νευρικές και ορμονικές προσαρμογές φαίνεται να παρατηρούνται ως αποτέλεσμα της προπόνησης αντιστάσεων (Fleck, 1999). Ωστόσο, οι μετρήσεις αυτών των φυσιολογικών αλλαγών ήταν πέρα από το σκοπό της παρούσας μελέτης. Η μελλοντική αξιολόγηση αυτών των φυσιολογικών αλλαγών θα συνεισφέρει θετικά στην κατανόηση των μηχανισμών, που εμπλέκονται στην αποτελεσματικότητα της γραμμικής και ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας.

Η παρούσα μελέτη υποδεικνύει ότι η γραμμική και η ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα είναι το ίδιο αποτελεσματικές στην βελτίωση της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων, στην μείωση της σωματικής μάζας και του λίπους, ενώ φαίνεται ότι δεν ασκούν καμιά επίδραση στην άλιπη μυϊκή μάζα σε νεαρούς σπουδαστές Α.Σ.Ε.Ι. Για την εξαγωγή πιο σαφών και πιο γενικευμένων συμπερασμάτων χρειάζεται να γίνουν πιο μεγάλες διαχρονικά μελέτες, οι οποίες θα εξετάσουν για μεγαλύτερο διάστημα, σε άνδρες και γυναίκες, τις επιδράσεις της γραμμικής και ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας στην συστηματική προπόνηση αντιστάσεων, σε συνδυασμό με τις ορμονικές και γονιδιακές αλλαγές, καθώς και τους διατροφικούς περιορισμούς.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aagaard, P., Madsen, K., Magnusson, P., Bojsen-Moller, J (Eds.). (2006). *Proceedings of 5th International Conference on strength training*. University of Southern Denmark.
- Aagaard, P., Andersen, J.L., Dyhre-Poulsen, P., Leffers, A.M., Wagner, A., Magnusson, S.P., Halkjaer-Kristensen, J., Simonsen, E.B. (2001). A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *Journal of Physiology*, 534, 613–623.
- American College of Sports Medicine. (2005). *Guidelines for exercise testing and prescription*. (7 Ed.) Media, PA: *Lippincott Williams & Wilkins*.
- American College of Sports Medicine. (2002) Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 364-380.
- American College of Sports Medicine. (1998) Position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 975-991.
- Atha, J. (1981). Strengthening Muscle. *Exercise and Sports Science Reviews*, 9, 1-73.
- Baechle, T. B., and Earle, R. E. (2000). *Essentials of strength training and conditioning*. (2 Ed.) Champaign, IL: Human Kinetics.
- Baker, D. (1995). The effect of a wave like periodized strength training cycle on maximal strength and lean body mass. *Strength and Conditioning Coach*, 3, 11-16.
- Baker, D., Wilson, G., and Carlyon, R. (1994). Periodization: the Effect on Strength of Manipulating Volume and Intensity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8, 235-242.
- Baker, D. (1993). Periodization of strength training for sports. *Strength and Conditioning Coach*, 1(3), 15-21.
- Balyi, I., Way, R. (1995). Long term athletic development. *British Conditioning coach*, 4, 1-8.
- Balyi, I. (1991). Quadrennial and double quadrennial planning of athletic training, *Sports Specific*, 3, 1-4.

- Banister, E., & Calvert, T. W. (1981). Planning for future performance: Implication for long term training. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 5, 170-176.
- Bell, G., Syrotuik, D., Socha, T., McLean, I., Quinney, H. A. (1997). Effect of strength training and concurrent strength and endurance training on strength, testosterone and cortisol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11, 57-64.
- Bell, G., Peterson, S., Wessel, J., Bagnell, K., Quinney, H. A. (1991). Physiological adaptations to concurrent endurance and low velocity resistance training. *International Journal of Sport Medicine*, 4, 384-390.
- Bird, P. S., Tarpenning, M. K., Marino, E. F. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: A review of the acute programs variables. *Sports Medicine*, 35(10), 841-851.
- Bompa, O.T., Di Pasquale, M., Cornacchia, J. L. (2003). *Serious strength training*. (2Ed). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bompa, O.T. (1999). *Periodization: theory and methodology of training*. (4th Ed.) Champaign, IL : Human Kinetics.
- Bompa, T. O. (1996). Variation of periodization of strength. *Strength and Conditioning*, 58-61.
- Bompa, T.O. (1994). *Theory and methodology of training*, Dubuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing.
- Bompa, T. O. (1993). *Periodization of Strength: The new wave in strength training*. Toronto, Ontario: Veritas Publishing Inc.
- Bondarchuk, A. (1994). The role and sequence of using different training load intensities. *Fitness and Sports Review International*, 29(3, 4), 202-204.
- Bouchard, C. (1991). Is weight fluctuation a risk factor? *The New England Journal of Medicine*, 324, 1887-1888.
- Brown, L. E. (2001). Nonlinear versus linear periodization models. *Strength and Conditioning Journal*, 23(1), 42-44.
- Budgett, R. (1998). Fatigue and underperformance in athletes: The overtraining syndrome. *British Journal of Sports Medicine*, 32, 107-110.
- Buford, W. T., Rossi, J. S., Smith, B. G., Warren, J. A. (2007). A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. *Journal of Strength and Conditioning research*, 21(4), 1245-1250.

- Burger, E. M., Burger, M. S. (2002). Neuromuscular and hormonal adaptations to resistance training: Implication for strength development in females athletes. *National Strength and Conditioning Association*, 24, 51-59.
- Carroll J. Timothy, Peter J. Abernethy, Peter A. Logan, Margater Barber, Michael T. McEniery. (1998). Resistance training frequency: strength and myosin heavy chain responses to two and three bouts per week. *European Journal of Applied Physiology*, 78, 270-275.
- Carpinelli, R. N., Otto, R. M. (1998). Strength training: Single versus multiple sets. *Sports Medicine*, 26, 73-84.
- Chargina, A., Gambetta, V., Kraemer, W. J., Newton, H., O'Bryant, H. S., Palmeri, G., Piedmonte, J., Pfoff, D., & Stone, M. H. (1993a). Classic roundtable: Periodization part I. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15, 57-67.
- Chargina, A., Gambetta, V., Kraemer, W. J., Newton, H., O'Bryant, H. S., Palmeri, G., Piedmonte, J., Pfoff, D., & Stone, M. H. (1993b). Classic roundtable: Periodization part II. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15, 69-76.
- Chargina, A., Stone, M., Piedmonte, J., O Bryant, H., Kraemer, W. J., Gambetta, V., Newton, H., G. Palmeri, G., and Pfoff, D. (1987). Periodization roundtable. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 9(1), 16-27.
- Chestnut, J. L., Docherty, D. (1999). The effects of 4 and 10 repetition maximum weight-training protocols on neuromuscular adaptations in untrained men. *National Strength and Conditioning Research*, 13, 353-359.
- Chilibeck, P. D., Calder, A. W., Sale, D. G., Colin, E. W. (1998). A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. *European Journal of Applied Physiology*, 77, 170-175.
- Cisar, C. J., Housh, T. J., Johnson, G. O., Thorland, W. G., & Hughes, R. A. (1989). Validity of anthropometric equations for determination of changes in body composition in adult males during training. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 29, 141-148.
- Clarke, D. H. (1994). Training for strength. In Shangold, M. M. and Mirkin, E. (Eds.), *Women and Exercise: Physiology and Sports Medicine* (2nd Ed.) (pp 82-103). Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Costill, D. L. (1986). *Inside running: Basics of exercise physiology*. Indianapolis: Benchmark Press Inc.

- Davies, J., Parker, D. F., Rutherford, O. M., Jones, D. A. (1988). Changes in strength and cross sectional area of the elbow flexors as a result of isometric strength training. *European Journal of Applied Physiology*, 57, 667-670.
- DeBeliso M. A, Harris, C., Spritzer-Gibson, I. (2001). A Comparison of Periodized and Static Repetition Training Protocols on Strength Measures in Older Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), p.S12.
- Dellinger, B., & Freeman, B. (1984). *The competitive runners book*. McMillan Publishing Co.
- Deschenes, M. R., and Kraemer, W. J. (2002). Performance and Physiologic Adaptations to Resistance Training. *American Journal of Physiology and Medicine Rehabilitation*, 81, S3-16.
- Dick, W. F. (1980). *Sports training principles*. London: Lepus Books.
- Enoka, R. M.(1988). Muscle strength and its development, *Sports Medicine*, 6, 146-168.
- Faigenbaum, A. D., Zaichkowsky, L. D., Westcott, W. L., Micheli, L. J., & Fehlandt, A. F. (1993). The effects of a twice a week strength training program on children. *Paediatric Exercise Science*, 5, 339-346.
- Fleck, S. J., Kraemer, W. J. (2004). *Designing resistance training program*. 3rd ed, Champaign, IL: Human Kinetics.
- Fleck, S. J. (2002). Periodization of training. In W. J. Kraemer and K. Hakkinen (Eds.), *Strength Training for Sport* (pp. 55-68). Blackwell Science.
- Fleck, S. J.(1999). Periodized strength training: a critical review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 82-89.
- Fleck, S. J., and Kraemer, W. J. (1997). *Designing resistance training programs*. (2 Ed.) Champaign, IL: Humans Kinetics.
- Foster, C. (1998).Monitoring training in athletes with reference to indices of overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 30(7),1164-1168.
- Freeman, W. H. (2002). Is periodization still a valid approach to training? In J. Jarver (Ed.), *Middle and long distances: Contemporary theory technique and training* (pp. 48-50). Mountain View: Tafnews Press.

- Fry, A. C., Kraemer, W. J., Ramsey, L. T. (1998). Pituitary-adrenal-gonadal responses to high-intensity exercise overtraining. *Journal of Applied Physiology*, 85, 2352-2359.
- Fry, R. W., Morton, A. R., Keast, D. (1992). Periodization and the prevention of overtraining. *Canadian Journal of Sports Science*, 17, 241-248.
- Galvao, D. A., and Taaffe, D. R.(2004). Single-vs Multiple Set Resistance Training: Recent Developments in the controversy.*Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 660-667.
- Gambetta, V. (1991). Concept and application of periodization. *National Strength and Conditioning Journal*, 13, 64-66.
- Gillis, L. J., Kennedy, L. C., Gillis, A. M., & Bar-Or, O. (2002). Relationship between juvenile obesity, dietary energy and fat intake and physical activity. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 26, 458-463.
- Goldspink, G. (1992). Cellular and molecular aspects of adaptation in skeletal muscle. In P.V Komi, (Ed.), *Strength and power in Sport* (pp. 211-229). Blackwell Scientific Publications.
- Graham, J. (2002). Periodization Research and Example Application. *National Strength and Conditioning Journal*, 24, 62-70.
- Grosser, M., Starischka, S. (2000). *Προπόνηση φυσικής κατάστασης*. Θεσσαλονίκη: ΣΑΛΤΟ.
- Haff, G. (2004). Roundtable Discussion: Periodization of Training Part I. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 26, 50-69.
- Haff, J. (2001). Point/Counterpoint: Nonlinear versus Linear periodization models-Counterpoint. *Strength and Conditioning Journal*, 23(1), 43-44.
- Hakkinen, K., Kyrolainen, H. (Ed). (2005). *Proceedings of the International Congress on Soldiers' Physical Performance*. Jyvaskyla: Department of Biology of Physical Activity, University of Jyvaskyla.
- Hakkinen, K., Kalliner, M., Komi, P. V., and Kauhanen, H. (1991). Neuromuscular adaptations during short-term normal and reduced training periods in strength athletes. *Electromyography of Clinic Neurophysiology*, 31, 35-42.
- Hakkinen, K., Keskinen, K. L. (1989). Muscle cross-sectional area and voluntary force production characteristics in elite strength- and endurance-trained athletes and sprinters. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 59, 215-220.

- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., Kauhanen, H., Komi, P. V. (1988). Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *Journal of Applied Physiology*, 65, 2406-2412.
- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., Kauhanen, H., Komi, P. V. (1987). Relationship between training volume, physical performance capacity and serum hormone concentrations during prolonged training in elite weight lifters. *International Journal of Sports and Medicine*, Supplements, 61-65.
- Hakkinen, K., Alen, M., Komi, P. V. (1985). Changes in isometric force-and relaxation- time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiologica Scandinavica*, 125, 573-585.
- Hallmark, M. A., Reynolds, T. H., DeSouza, C. A., Dotson, C. O., Anderson, R. A., & Rogers, M. A. (1996). Effects of chromium and resistive training on muscle strength and body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 139-144.
- Harman, E. (1994). The Biomechanics of Resistance Exercise. In T. R. Baechle (Ed.), *Essentials of Strength and Conditioning* (1st Ed.) (pp. 19-50). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Harris, G. R., Stone, M. H., O Bryant, H. S., Proulx, C. M., and R. L. Johnson, R. L. (2000). Short- term performance effects of high power, high force of combined weight-training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14, 14-20.
- Hartmann, J., Tunneman, H. (1989). Σύγχρονη προπόνηση δύναμης. Θεσσαλονίκη: SALTO.
- Hather, B. M., Tesch, P. A., Buchanan, P., Dudley, G. A. (1991). Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. *Acta Physiologica Scandinavica*, 143, 177-185.
- Heberbrant, J., Wulftange, H., & Goerg, T. (2000). Epidemic obesity: are genetic factors involved via increased rates of assortative mating? *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 24, 345-353.
- Herrick, A. B., & Stone, W. J. (1996). The effects of periodization versus progressive resistance exercise on upper and lower body strength in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 72-76.
- Hoffman, J. R., Wendell M., Cooper J., and Kang J. (2003). Comparison Between Linear and Nonlinear In-Season Training Programs in Freshman Football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 561-565.

- Hoffman, J. R. (2002). *Physiological aspects of sports training and performance*. Champaign, IL: Humans Kinetics.
- Hoffman, J. R., Fry, A. C., R. Howard, R., Maresh, C. M., and Kraemer, W. J. (1991). Strength, speed and endurance changes during the course of a Division I basketball season. *Journal of Applied Sport Science and Research*, 5, 144-149.
- Hoffman, J. R., Fry, A. C., Deschenes, M., and Kraemer, W. J. (1990). The effects of self-selection for frequency of training in a winter conditioning program for football. *Journal of Applied Sport Science and Research*, 4, 76-82.
- Hunter G. R., Wetzstein C. J., McLafferty C. L. Jr., Zuckerman P. A., Landers K. A., Bamman, M.M. (2001). High-resistance versus variable-resistance training in older adults, *Medicine & Science in Sports Exercise*, 1759-1764.
- Israel, S. (1958). Erscheinungsformen des Übertrainings. *Sport-Medizin*, 8, 207-213.
- Jackson, A. S., and Pollock, M. L. (1985). Practical assessment of body composition. *Physician and Sports Medicine*, 13, 76-80, 82-90.
- Jacoby, E., Fraley, B. (1995). *Complete books of jumps*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Jones, D. A., Rutherford, O. M., Parker, D. F. (1989). Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 74, 233-256.
- Κέλλη, Σ. (2004). *Προπονητική: σημειώσεις από τις παραδόσεις του μαθήματος*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Kanehisa, H., Miyashita, M. (1983). Specificity of velocity in strength training. *European Journal of Applied Physiology*, 52, 104-106.
- Karlsson, S., Gerdle, B. (2001). Mean frequency and signal amplitude of the surface EMG of the quadriceps muscles increase with increasing torque a study using the continuous wavelet transform. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11, 131-140.
- Kell, R. T., Bell, G., Quinney, A. (2001). Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Medicine*, 31, 863-873.
- Kneider, R. B., Fry, A. C., O'Toole, M. L. (1998). Overtraining in sports: terms, definitions, and prevalence. In: Kneider, R. B., Fry, A. C., O'Toole, M. L. (eds) *Overtraining in Sport*, 1st edn, Champaign IL: Human Kinetics.

- Knuttgen, H., and Kraemer, W. J. (1987). Terminology and Measurement in Exercise Performance. *Journal of Applied Sport Science and Research*, 1(1), 1-10.
- Komi, P. V. (1986). Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic and mechanical factors. *International Journal of Sports Medicine*, 7, S10-S15.
- Konopka, P. (1996). *Διατροφή και Άθληση*. Θεσσαλονίκη: SALTO.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J. (2007). *Optimizing Strength Training*. Champaign, IL: Humans Kinetics.
- Kraemer, W. J. (2004). The use of science in exercise prescription development, *National strength and conditioning association journal*, 26, 56-70.
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674-688.
- Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Triplett-McBride, N. T., Fry, A. C., Koziris, L. P., Ratamess, N. A., Bauer, J. E., Volek, J. S., T. McConell, T., Newton, R. U., Gordon, S. E., Cummings, D., Hauth, J., Pullo, F., Lynch, J. M., Mazzetti, S. A., and H. G. Knuttgen, H. G. (2003). Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 157-168.
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., M. Feigenbaum, M. S., Fleck, S. J., Franklin, B., Fry, A. C., Hoffman, J. R., Newton, R. U., Potteiger, J., Stone, M. H., Ratamess, N. A., and Triplett-McBride, T. (2002a). American College of Sports Medicine. Position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 364-380.
- Kraemer, W. J., Hakkinen, K. (2002b). *Strength training for sport*. IOC, Blackwell Scientific Publishers.
- Kraemer, W. J., McNerney, J. P., Pally, R. M., Tanji, J. L., Herring, S. A., Bergfeld, J. A., et al. (2001). The team physician and conditioning of athletes for sports: a consensus statement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1689-1793.
- Kraemer, W. J., and Ratamess, N. A. (2000a). *Exercise Technology*. Philadelphia: W. B. Saunders.
- Kraemer W. J., Ratamess, N., Fry, A. C., McBride, T. T., Koziris, L. P., Bauer, J. A., Lynch, J. M., Fleck, S. J. (2000b). Influence of Resistance Training Volume and Periodization on Physiological and

Performance Adaptations in Collegiate Women Tennis Players, *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5), 626-633.

Kraemer, W. J. (1997). A series of Studies-the Physiological Basis for Strength Training in American Football: Fact Over Philosophy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11:131-142.

Kraemer, W. J., Fleck, S. J., and Evans, W. J.(1996). Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exercise and Sport Science Review*, 24, 363-397.

Kraemer, W. J., Fry, A. C. (1995a). Strength testing: Development and evaluation of Methodology. In Maud, P. J. & Foster, C (Eds.), *Physiological Assessment of Human Fitness* (pp. 134-178). Champaign, IL: Human Kinetics.

Kraemer, W. J., Patton, J. F., Gordon, S. E., Harman, E. A., Deschenes, M. R., Reynolds, K., Newton, R. U., Triplett, N. T., Dziados, J. D.(1995b). Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of Applied Physiology*, 78, 976-989.

Kraemer, W. J. (1984).Program Design: Manipulating Program Variables: Exercise Prescription: Choice of Exercise. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 6, 47-55.

Kramer J. B., Stone, M. H., O Bryant, H. S., Conley, M. S., Johnson, R. L., Nieman, D. C., Honeycurr, D. R., and Hoke, T. P.(1997). Effects of single vs multiple sets of weight training: Impact of Volume, Intensity, and Variation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(3), 143-147.

Kukuskin, G. (1983). *The system of physical education in the U.S.S.R.* Moscow: Radugi Publishers.

Letzelter, M. (1988). *Προπονητική . Θεσσαλονίκη: ΣΑΛΤΟ.*

Macaluso, A., De Vito, G.(2004). Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 450-472.

Martin, D., Carl, K., Lehnertz, K. (2000) *Εγχειρίδιο προπονητικής* (Γ' εκδ). Κομοτηνή: ΑΛΦάΒΗΤΟ.

Martin, A., & Daniel, M. (1993). Regional adiposity and the sex hormones. In W. Dyquet & J. Day (Eds.), *Kinanthropometry IV* (pp.19-41). London: E. & F.N. Spon.

Marx, J. O., Ratamess, A. N., Nidl C. B., Gotshalk, L.A., Volek, S. J., Dohi, K., Bush, A. J., Gomez, L. A., Mazzetti, A. S., Fleck, J. S., Hakkinen, K., Newton, U. R., Kraemer, J. W.(2001). Low-volume circuit versus

high-volume periodized resistance training in women. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 635-643.

- Matveyev, L. (1992). Modern procedures for the construction of macrocycles. *Modern Athlete and Coach*, 30, 32-34.
- Matveyev, L. (1981). *Fundamentals of sport training*. Moscow: Progress Publishers.
- Mayhew, J. L., Ware, J. S., Johns, R. A. and Bemben, M. G. (1997). Changes in upper body power following heavy-resistance strength training in college men. *International Journal of Sports Medicine*, 18 (7), 516-520.
- McCartney, N., McKelvie, R. S., Haslan, D. R., Jones, N. L. (1991). Usefulness of weight training in improving strength and maximum power output in coronary artery disease. *American Journal of Cardiology*, 67, 939-945.
- McGee, D., Jessee, T. C., Stone, M. H. and Blessing, D. (1992). Leg and hip endurance adaptations to three weight-training programs. *Journal of Applied Sports Science Research*, 6 (2), 92-95.
- Moritani, T., deVries, H. A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine*, 58, 115-130.
- Murphy, A. J., Wilson, G. J., Pryor, J. F. (1994). The use of isoinertial force mass relationship in the prediction of dynamic human performance. *European Journal of Applied Physiology*, 69, 250-257.
- Nadori, L., Granek, I. (1989). *Theoretical and methodological basis of training planning with special considerations within a microcycle*. Lincoln, (NE): National Strength and Conditioning Association.
- Narici, M. V., Roi, G. S., Minetti, A. E., Cerretelli, P. (1989). Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *European Journal of Applied Physiology*, 59, 310-319.
- Newton R. U., Hakkinen, K., Arja Hakkinen, McCormick, M., Volek, J., and Kraemer, W.J. (2002). Mixed methods resistance training increases power and strength of young and older men. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 34(8), 1367-1375.
- Newton, R. V. (2002). Application of strength diagnosis. *Strength and Conditioning Journal*, 24(5), 50-59.
- Nieman, D. C. (2003). *Exercise testing and prescription: A Health-Related Approach*. New York: McGraw-Hill.

- Norman, L. G., McCartney, N., McComas, J. A. (Eds.). (1986). *Proceedings of McMaster International Symposium on Human Muscle Power*. Hamilton, Ontario: McMaster University.
- Norris, S. R., Smith, D. J. (2002). Planning periodization, and sequencing of training and competition: the rationale for competently planned, optimally executed training and competition program, supported by a multidisciplinary team. In : Kellmann, M., editor. *Enhancing recovery: preventing underperformance in athletes*. Champaign. IL. *Human Kinetics*.
- O Bryant, H. S., Byrd, R., and Stone, M.H.(1988). Cycle ergometer performance and maximum leg and hip strength adaptations to two different methods of weight training. *Journal of Applied Science Research*, 2, 27-30.
- O Bryant, H. S. (1982). *Periodization: a theoretical model for strength training*. Doctoral Dissertation, Louisiana State University.
- O'Shea, P. (2000). *Quantum strength and fitness II (Gaining the winning edge)*. Corvallis Oregon: Patrick Books.
- Παπαδόπουλος, Χ. (2005). *Κινησιολογία κλασικού αθλητισμού*. Αθήνα: Τελέθριον.
- Pauletto, B. (1991). *Strength training for coaches*. Champaign, IL: Leisure Press.
- Pearson, D., Faigenbaum, A., Conley, M., and Kraemer, J. W.(2000). The National Strength and Conditioning Association: Basic Guidelines for the Resistance Training of Athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 22(4),14-27.
- Perusse, L., & Bouchard, C. (1999). Role of genetic factors in childhood obesity and in susceptibility to dietary variations. *Annals of Medicine*, 31 (Suppl 1), 19-25.
- Piedmonte, J.(1986). Historical perspectives on periodization Part 2, *National Strength and Conditioning Journal*, 8 (4), 26-29.
- Pilegaard, H., Saltin, B., Neufer, P. D. (2003). Exercise induces transient transcriptional activation of the PGC-1alpha gene in human skeletal muscle. *Journal of Physiology*, 546, 851-858.
- Plisk, S. S. (2004). Roundtable discussion: periodization of training part I. *National strength and conditioning association journal*, 26, 50-69.
- Plisk, S. S., Stone, M. H. (2003). Periodization strategies. *Strength and Conditioning Journal*, 25(6), 19-37.

- Ploutz-Snyder, L. L., Giamis, E. L.(2002). Orientation and familiarization to 1-RM strength testing in old and young women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 519-23.
- Ploutz, L. L., Tesch, P. A., Biro, R. L., Dudley, G. A.(1994). Effect of resistance training on muscle use during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 76,1675-1681.
- Poehlman, E. T., Tremblay, A., Marcotte, M., Pe-russe, L., Theriaul, G., & Bouchard, C. (1987). Heredity and changes in body composition and adipose tissue metabolism after short term exercise training. *European Journal of Applied Physiology*, 56, 398-402.
- Poliquin, C. (1997). *The Poliquin principles: Successful methods for strength and mass development*. Napa, Ca: Dayton Writer's Group.
- Poliquin, C. (1992). Applied strength training: Part one short term periodidization. *Sports Coach*, 15, 25-28.
- Poliquin, C. (1988). Five steps to increasing the effectiveness of your strength training program. *Strength and Conditioning Journal*, 10, 34-39.
- Pyne, D. (1996). The periodization of swimming training at the Australian Institute of Sport. *Sports Coach*, 18, 34-38.
- Raastad, T., Glomsheller, T., Bjoro, T., Hallen, J. (2001). Changes in human skeletal muscle contractility and hormone status during 2 weeks of heavy strength training. *European Journal of Applied Physiology*, 84, 54-63.
- Rankinen, T., Perusse, L., Rauramaa, R., Rivera, M. A., Wolfarth, B., Bouchard, C. (2004). The human gene map for performance and health- related fitness phenotypes: the 2003 update. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 1451-1469.
- Rennie, M. J. (2005). Body maintenance and repair: how food and exercise keep the musculoskeletal system in good shape. *Experimental Physiology*, 90(4), 427-436.
- Rhea M. R., and Alderman, B. L.(2004). A Meta-Analysis of Periodized Versus Nonperiodized Strength and Power Training Programs. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 75(4), 413-422.
- Rhea M. R., Phillips, W. T., Burkett, L. N., Stone, W. S.,Ball, S. D., Alvar, B. A., and Thomas, A. B.(2003). A Comparison of Linear and Daily Undulating Periodized Programs With Equated Volume and Intensity for Local Muscular Endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 82-87.

- Rhea, R. M., Ball, D. S., Phillips T. W., Burkett, N. L.(2002). A Comparison of Linear and Daily Undulating Periodized Programs with Equated Volume and Intensity for Strength, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2), 250-255.
- Rooney, K. J., Herbert, R. D., Balnave, R. J. (1994). Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, 1160-1164.
- Rutherford, O. M., Jones, D. A. (1986). The role of learning and coordination in strength training. *European Journal of Applied Physiology*, 55, 100-105.
- Σαρασλανίδης, Π. (1987). *Προπόνηση στο στίβο για ανάπτυξη των φυσικών ικανοτήτων για νέους αθλητές*. Θεσσαλονίκη: SALTO.
- Σαρογλάκης, Γ., Σαρζαβατζίδης, Δ.(1992). *Άρση Βαρών*. Θεσσαλονίκη: Χριστοδουλίδη.
- Sale, D. G., Martin, J. E., Moroz, D. E. (1992). Hypertrophy without increased isometric strength after weight training, *European Journal of Applied Physiology*, 64, 51-55.
- Sale, D. G. (1988). Neural adaptation to resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, S135-S145.
- Schantz, P., Randall, F. E., Hutchison, W., Tyden, A., Astrand, P.O. (1983) Muscle fibre type distribution, muscle crosssectional area and maximal voluntary strength in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 117,219-226.
- Schiotz, M. K., Potteiger, J. A., Huntsinger, P. G., and Denmark, Lt, C. D. C.(1998). The short-term effects of periodized and constant-intensity training on body composition, strength and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(3), 173-178.
- Schlumberger, A., Stec, J., & Schmidtbleicher, D. (2001). Single- vs. multiple-set strength training in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 284-289.
- Schott. J., McCully, K., Rutherford, O. M. (1995).The role of metabolites in strength training II. Short versus long isometric contractions. *European Journal of Applied Physiology*, 71,337–344.
- Schuence, M. D., Mikat, R. P., & McBride, J. M.(2002). Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 411-417.
- Selye, H. (1976). *Stress in health and disease*. Boston MA, Butterworth Group.

- Siff, M. C. (2003). *The general adaptation syndrome*. Denver, Supertraining.
- Siff, M. (2001). Biomechanical foundations of strength and power training. In Zatsiorsky, V. (Ed.), *Biomechanics in sports* (pp. 103-139). London: Blackwell Sci Ltd.
- Siff, M. C., Verkhoshanski. (1998). *Supertraining: strength training for sporting excellence*. (3th Ed.) Johannesburg: University of Witwatersrand.
- Sleamaker, R. (1989). *Serious training for serious athletes*. Champaign, IL: Leisure Press.
- Smith, D. J. (2003). A framework for understanding the training process leading to elite performance. *Sports Medicine*, 33(15), 1103-1126.
- Stanford, S. C., Salmon, P. (1993). *Stress: From synapse to syndrome*, San Diego, Ca: Academic Press.
- Staron, R. S., Karapondo, D. L., Kraemer, W. J., Fry, A. C., Gordon, S E., Falkel, J. E., Hagerman, F. C., Hikida, R. S. (1994). Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy resistance training in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 76, 1247-1255.
- Stone, M., Haff, G. (2004). Roundtable discussion: Periodization of training part I. *National Strength and Conditioning Journal*, 26(1), 50-69.
- Stone, M., Wathen, D. (2001). Letter to the editor. *Journal of Strength and Conditioning*, 23(5), 7-9.
- Stone M. H., Potteiger J. A., Pierce K. C, Prouix C. M., O Bryant H. S., Johnson R. L. and Stone M. E. (2000). Comparison of the Effects of three Different Weight-Training Programs on the One Repetition Maximum Squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3), 332-337.
- Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Schilling, B. K., Johnson, R. L., Pierce, K. C., Haff, G.G., Stone, M. (1999). Periodization: Effects of manipulating volume and intensity. Part 1. *Strength and Conditioning Journal*, 21(3), 54-60.
- Stone, M. H., Plisk, S. S., Stone, M. E., Schilling, B. K., O Bryant, H. S., and Pierce, K.C. (1998). Athletic performance development volume load-1 set vs multiple sets, training velocity and training variation. *Strength and Conditioning*, 20, 22-31.
- Stone, M. H., Keith, R. E., Kearney, J. T., Fleck, S. J., Wilson, G. D., Triplett, N. T. (1991). Overtraining: A review of the signs, symptoms, and possible causes. *Journal of Applied Sport Science Research*, 5, 35-50.

- Stone, M., and O Bryant, H. S.(1987). *Weight training: A Scientific Approach*. Minneapolis: Burgess International.
- Stone, M. H., O Bryant, H., Garhammer, J., McMillan, J., and Rozenek, R. (1982). A theoretical model of strength training. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 4(4), 36-39.
- Stone, M. H., O Bryant, H., and Garhammer, J. (1981). A hypothetical model for strength training. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 21, 342-351.
- Stowers, T., McMillan, J., Scala, D., Davis, V., Wilson, D. and Stone, M. (1983). The short term effects of three strength-power training methods. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 5 (3), 24-27.
- Tan, B. (1999). Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 289-304.
- Tesch, P. A. (1988). Skeletal muscle adaptations consequent to long term heavy resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, S132-S134.
- Tesch, P. A., Komi, P. V., & Hakkinen, K. (1987). Enzymatic adaptations consequent to long-term strength training. *International Journal of Sports Medicine*, 8, 66-69.
- Tibow, G. (1990). Aspects of Strength training in Athletics. *New Studies in Athletics*, 5, 93-110.
- Tittel, K., Wutscherk, H. (1992). Anthropometric factors. In Komi, P.V. (Ed.), *Strength and Power In Sport* (pp. 180-195). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Topp, R., Fahlman, M., Boardley, D. (2004). Healthy aging: health promotion and disease prevention. *Nurs Clinic of North America*, 39, 411-422.
- Tran, T. Q., Docherty, D., Behm, D. (2006). The effects of varying time under tension and volume load on acute neuromuscular responses. *European Journal of Applied Physiology*, 98, 402-410.
- Verhoshansky, Y. (1992). Principles of the organization of training for high performance athletes, *Modern Athlete and Coach*, 31, 3-7.
- Verhoshansky, Y. (2002). The end of 'periodization'' in the training of high-performance sport. In J. Jarver (Ed.), *Middle and long distances: theory technique and training* (pp.43-47). Mountain View: Tafnews Press.

- Viru, A. (1995). *Adaptation in sports training*. Boca Raton (FL): CRC Press.
- Wallman, H. (2001). An introduction to periodization training for the triathlete. *Strength and Conditioning Journal*, 23 (5), 55-64.
- Wathen, D. (1994a). Load assignment. In T.R. Beachle (Ed.), *Essentials of Strength Training and Conditioning* (1st Ed.) (pp. 435-446). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wathen, D. (1994b). Periodization: Concepts and applications. In T.R. Beachle (Ed.), *Essentials of Strength Training and Conditioning* (1st Ed.), (pp. 459-471). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wenger, H. A., McFadyen, P. F., McFadyen, R. A. (1996). Physiological principles of conditioning. In Zachazewski, J.E., Magee, D.J., Quillen, W.S. (Eds), *Athletic injuries and rehabilitation* (pp. 125-142). Philadelphia, PA: W. B. Saunders Group.
- Wilks, R. (1995). Training theory and strength training, *Strength and Conditioning Coach*, 3, 10-15.
- Wilks, R. (1994). Periodization of training for power lifting: An applied model of maximal strength training, *Strength and Conditioning Coach*, 2, 9-37.
- Willoughby, D. S. (1993), The effects of Mesocycle-Length Weight Training Programs Involving Periodization and Partially Equated Volume on Upper and Lower Body Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7(1), 2-8.
- Willoughby, D. S. (1992). A comparison of three selected weight training programs on the upper and lower body strength of trained males. *Annual Journal of Applied Research in Coaching Athletics*, March, 124-146.
- Willoughby, D. (1991). Strength training involving periodization. *Texas Coach*, 36, 35-37.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L. (1999). *Physiology of sport and exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ζάκας, Θ. (1995). *Γενική προπονητική: Σημειώσεις για το Ε΄ εξάμηνο*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Zatsiorsky, V. M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, IL: Humans Kinetics.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Συνοπτική παρουσίαση των επιδράσεων του περιορισμού της προπόνησης αντιστάσεων στην μυϊκή δύναμη.

Μελέτη	Ηλικία (Ετη) Δείγμα	Σετ-Επαναλήψεις Ένταση	Διάρκεια (Εβδομάδες)	Συχνότητα (Εβδομάδες)	Δοκιμασίες	Μεταβολή (%)
Stone et al. (1981)	(n=20) Α	Πολλαπλά σετ 3Χ6	6	3	Βαθύ κάθισμα Κατακόρυφο άλμα	*
		Γραμμική περιοδικότητα 3 Εβδ. 5Χ10 1 Εβδ. 5Χ5 1 Εβδ. 3Χ3 1 Εβδ. 3Χ2			Βαθύ κάθισμα Κατακόρυφο άλμα	*a *a
Baker et al. (1994)	(n=22) 19±6,4 Α	Πολλαπλά σετ 5Χ6 ΚΑ, 6 RM 5Χ8 ΔΑ, 8 RM	12	3	Πάγκος Βαθύ κάθισμα Κατακόρυφο άλμα	12* 26* 9*
		Γραμμική περιοδικότητα 4 Εβδ. 5Χ10 ΚΑ, 10 RM 3Χ10 ΔΑ, 10 RM 4 Εβδ. 5Χ5 ΚΑ, 5 RM 3Χ8 ΔΑ, 8 RM			Πάγκος Βαθύ κάθισμα Κατακόρυφο άλμα	11* 18* 4*
		3 Εβδ. 3Χ3, 1Χ10, ΔΑ, 3,10 RM 3Χ6 ΔΑ, 6 RM				

	Μη γραμμική περιοδικότητα		4		Πάγκος 80% 1 RM		56 ^{ad}		
	2-4Χ12-15, 8-10, 3-5 RM				Πιέσεις ποδιών 85% 1 RM		41 ^{ad}		
	2-4Χ8-10 RM				Πάγκος		29 ^{ad}		
					Πιέσεις ποδιών		20 ^{ad}		
					Wingate		55 ^{ad}		
					Κατακόρυφο άλμα		23 ^{ad}		
Schioiz et al. (1998)	(n=22) 21,1±3,8 A	Πολλαπλά σετ 4Χ6 ΚΑ, 80% 1 RM	10 4		Πάγκος Βαθύ κάθισμα		5 11*		
	Γραμμική περιοδικότητα				Πάγκος		8*		
	2 Εβδ. 5Χ10 ΚΑ, 50% 1RM				Βαθύ κάθισμα		10*		
	3Χ10 ΔΑ								
	1 Εβδ. 3Χ10, 1Χ8, 1Χ6 ΚΑ								
	3Χ10 ΔΑ								
	1 Εβδ. 2Χ8, 3Χ5 ΚΑ								
	3Χ8 ΔΑ								
	1 Εβδ. 1Χ8, 1Χ6, 3Χ5 ΚΑ, 3Χ8 ΔΑ								
	1 Εβδ. 1Χ8, 1Χ6, 2Χ5, 1Χ3, 1Χ1 ΚΑ								

3Χ6 ΔΑ						
2 Εβδο. 2Χ3, 4Χ1 ΚΑ						
3Χ4 ΔΑ						
Kraemer et al.	(n=24)	Ομάδα ελέγχου	36	2-3	Πάγκος	0
(2000)	18,9±2,6	-			Πιέσεις ώμων	0
	Γ				Πιέσεις ποδιών	0
					Κατακόρυφο άλμα	0
					Wingate	0
					Serve velocity	0
Μονό σετ					Πάγκος	*e
Εβδο. 1-36 1Χ8-10 RM,					Πιέσεις ώμων	*e
ΚΑ, ΔΑ					Πιέσεις ποδιών	*e
					Κατακόρυφο άλμα	0
					Wingate	0
					Serve velocity	0
Μη γραμμική					Πάγκος	*f
περιοδικότητα					Πιέσεις ώμων	*f
2-4Χ4-6, 8-10, 12-15 RM,					Πιέσεις ποδιών	*f

							Κατακόρυφο άλμα	*
							Wingate	*
							Serve velocity	*
Stone et al. (2000)	(n=21) A	Μη περιοδικό Εβδ. 1-12 5x6 RM, KA 3x8 RM, ΔΑ	12	3	0	Βαθύ κάθισμα		
		Γραμμική περιοδικότητα Εβδ. 1-4 5x10 RM, KA 3x10 RM, ΔΑ Εβδ. 5-8 5x5 RM, KA 3x8 RM, ΔΑ Εβδ. 9-11 3x3 RM, 1x10 RM, KA 3x6 RM, ΔΑ Εβδ. 12 3x3 RM, KA 3x6 RM, ΔΑ				Βαθύ κάθισμα	*	
		Μη γραμμική περιοδικότητα Εβδ. 1-2 5x10 RM, KA				Βαθύ κάθισμα	*	

	3Χ10 RM,ΔΑ				
	Εβδ. 3-4 3Χ5 RM, ΚΑ				
	3Χ10 RM, ΔΑ				
	Εβδ. 5 3Χ3 RM, 1Χ5 RM,ΚΑ				
	3Χ10 RM,ΔΑ				
	Εβδ. 6-8 3Χ5 RM, 1Χ5 RM, ΚΑ				
	3Χ5 RM, ΔΑ				
	Εβδ. 9 5Χ5 RM, 1Χ5 RM, ΚΑ				
	3Χ5 RM, ΔΑ				
	Εβδ. 10 3Χ5 RM, 1Χ5 RM, ΚΑ				
	3Χ5 RM, ΔΑ				
	Εβδ. 11 3Χ3 RM, 1Χ5 RM, ΚΑ				
	3Χ5 RM,ΔΑ				
	Εβδ.12 3Χ3 RM, ΚΑ				
	3Χ5-6 RM, ΔΑ				
De Beliso et al. (2001)	(n=57)	Ομάδα ελέγχου	18	2	Εκτάσεις κνημών Πιέσεις ποδιών Κάμψεις ποδιών
	70,6±7,6 Α,Γ	-			0 0 0

	Κάμψεις δικεφάλων	0
	Εκτάσεις τρικέφαλων	0
	Πιέσεις τροχαλίας	0
	Πιέσεις ώμων	0
	Πάγκος	0
	Εκτάσεις κνημών	*
	Πιέσεις ποδιών	*
	Κάμψεις ποδιών	*
	Κάμψεις δικεφάλων	*
	Εκτάσεις τρικέφαλων	*
	Πιέσεις τροχαλίας	*
	Πιέσεις ώμων	*
	Πάγκος	*
	Πιέσεις ποδιών	*
	Κάμψεις ποδιών	*
	Κάμψεις δικεφάλων	*
	Εκτάσεις τρικέφαλων	*
	Πιέσεις τροχαλίας	*
	Πιέσεις ώμων	*
	Πάγκος	*
	Μη περιοδικό Εβδ. 1-18 3x9 RM ΚΑ, ΔΑ	
	Γραμμική περιοδικότητα Εβδ. 1-6 2x15 RM ΚΑ, ΔΑ	
	Εβδ. 7-12 3x9 RM, ΚΑ,ΔΑ	
	Εβδ. 13-18 4x6 RM	

Marx et al. (2001)	(n=34) 22,2±6,7 Γ	Ομάδα ελέγχου -	24	Πάγκος Πιέσεις Ποδιών Πάγκος 80% 1RM Πιέσεις ποδιών 80% 1RM Κοιλιακοί σε 1' Κατακόρυφο άλμα Wingate Sprint 40-yard	0 0 0 0 0 0 0 0
		Μονό σετ Εβδ. 1-24 1x8-12 RM, ΚΑ, ΔΑ	3	Πάγκος Πιέσεις Ποδιών Πάγκος 80% 1RM Πιέσεις ποδιών 80% 1RM Κοιλιακοί σε 1' Κατακόρυφο άλμα Wingate Sprint 40-yard	* * * * 13* ⁹ * 0 0
		Μη γραμμική περιοδικότητα	4	Πάγκος Πιέσεις Ποδιών	* *

							Πάγκος 80% 1RM	*
							Πιέσεις ποδιών 80% 1RM	*
							Κοιλιακοί σε 1'	42 th
							Κατακόρυφο άλμα	*
							Wingate	*
							Sprint 40-yard	*
Hunter et al. (2001)	(n=36)	Ομάδα ελέγχου	25	3			Πάγκος	0
	61-77	-					Πιέσεις ώμων	0
	A,Γ						Κάμψεις δικεφάλων	0
							Πιέσεις ποδιών	0
							Πάγκος	*
		Μη περιοδικό					Πιέσεις ώμων	*
		2x10 80% 1 RM ΚΑ, ΔΑ					Κάμψεις δικεφάλων	*
							Πιέσεις ποδιών	*
							Πάγκος	*
		Ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα					Πιέσεις ώμων	*
		2x10 50,65,80% 1 RM					Κάμψεις δικεφάλων	*
		ΚΑ, ΔΑ					Πιέσεις ποδιών	*

Rhea et al. (2002)	(n=20) 21±2,3 A	Γραμμική περιοδικότητα Εβδ. 1-4 3x8 RM, KA Εβδ. 5-8 3x6 RM, KA Εβδ. 9-12 3x4 RM, KA 3x8-12 RM, ΔΑ	12	3	Πάγκος Πιέσεις ποδιών	14,4* 25,6*
		Ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα Εβδ. 1-4 3x8, 3x6, 3x4 RM Εβδ. 5-8 3x8, 3x6, 3x4 RM Εβδ. 9-12 3x8, 3x6, 3x4 RM 3x8-12 RM, ΔΑ			Πάγκος Πιέσεις ποδιών	28,8* 55,8*
Kraemer et al. (2003)	(n=30) 19±1 Γ	Ομάδα ελέγχου -	36	3	Ισομετρική λαβή δακτύλων Πιέσεις πέλγκου Πιέσεις ποδιών Πιέσεις ώμων Κατακόρυφο άλμα Wingate VO _{2max} Sprint 10m	0 0 0 0 0 0 0 0

	Sprint 20m	0
	Ball velocities	0
Μη περιοδικό	Ισομετρική λαβή δακτύλων	*
Εβδ. 1-36 3Χ8-10 RM,	Πιέσεις πάγκου	17 ^{κλ}
ΚΑ, ΔΑ	Πιέσεις ποδιών	17 ^{κλ}
	Πιέσεις ώμων	23 ^{κλ}
	Κατακόρυφο άλμα	37 ^{κλ}
	Wingate	*
	VO _{2max}	#
	Sprint 10m	0
	Sprint 20m	0
	Ball velocities	14-17 ^{κλ}
Μη γραμμική	Ισομετρική λαβή δακτύλων	*
περιοδικότητα	Πιέσεις πάγκου	23 ^{*κ}
3Χ4-6, 8-10, 12-15 RM,	Πιέσεις ποδιών	19 ^{*κ}
ΚΑ, ΔΑ	Πιέσεις ώμων	24 ^{*κ}
	Κατακόρυφο άλμα	50 ^{*κ}
	Wingate	*
	VO _{2max}	#
	Sprint 10m	0
	Sprint 20m	0

					Ball velocities	22-36* ^k
Hoffman et al. (2003)	(n=28)	Γραμμική περιοδικότητα 3x6-8 80% 1RM, KA	52	2	Πάγκος Βαθύ κάθισμα	0 * ^l
A		Ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα 3x8-10 70% 1RM, KA 3x2-4 90% 1RM, KA			Πάγκος Βαθύ κάθισμα	0 0
Peterson et al. (2006)	(n=14)	Γραμμική περιοδικότητα Εβδ. 1-3 Μυϊκή Αντοχή, Υπερτροφία Εβδ. 4-6 Μέγιστη δύναμη Εβδ. 7-9 Ταχυδύναμη	9	3	Πάγκος Βαθύ κάθισμα Κατακόρυφο άλμα ΡΑΔΒΚ 30% 1RM ΡΑΔΒΚ 60% 1RM Δέσμη Grinder	8* 16* 5* * 7* 21*
A		Ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα Εβδ. 1-9 Μυϊκή Αντοχή, Υπερτροφία, Μέγιστη δύναμη, Ταχυδύναμη			Πάγκος Βαθύ κάθισμα Κατακόρυφο άλμα ΡΑΔΒΚ 30% 1RM ΡΑΔΒΚ 60% 1RM	17* ^m 21* ^m 10* ^m * 16* ^m

					29 ^{μη}
Buford et al. (2007)	(n=28) 22,3±4 A	Γραμμική περιοδικότητα Εβδ. 1-3 3χ8 80% 1RM,ΚΑ 3χ15 RM, ΔΑ Εβδ. 4-6 3χ6 85% 1RM,ΚΑ 3χ12 RM, ΔΑ Εβδ. 7-9 3χ4 90% 1RM,ΚΑ 3χ10 RM, ΔΑ	9	3	Δέσμη Grinder Πάγκος Πιέσεις ποδιών
		Ημερήσια μη γραμμική περιοδικότητα Εβδ. 1-3 3χ8,3χ6,3χ4 80,85,90% 1RM,ΚΑ 3χ15 RM, ΔΑ Εβδ. 4-6 1-3 3χ8,3χ6,3χ4 80,85,90% 1RM,ΚΑ 3χ12 RM, ΔΑ Εβδ. 7-9 3χ8,3χ6,3χ4 80,85,90% 1RM,ΚΑ			Πάγκος Πιέσεις ποδιών

3Χ10 RM, ΔΑ	
Εβδομαδιαία μη γραμμική περιοδικότητα	Πάγκος *
Εβδ. 1,4,7 3Χ8	Πιέσεις ποδιών *
80% 1RM, ΚΑ	
3Χ15 RM, ΔΑ	
Εβδ. 2,5,8 3Χ6 85%	
1RM, ΚΑ	
3Χ12 RM, ΔΑ	
Εβδ. 3,6,9 3Χ4 90%	
1RM, ΚΑ	
3Χ10 RM, ΔΑ	

Α=Άνδρες, Γ=Γυναίκες, ΚΑ=Κύριες Ασκήσεις, ΔΑ=Δευτερεύουσες ασκήσεις, ΡΑΔΒΚ=Ρυθμός ανάπτυξης δύναμης στο βαθύ κάθισμα.

0=Καμιά αλλαγή

#, Στατιστικά σημαντική μείωση

* Στατιστικά σημαντική αύξηση πριν και μετά την παρέμβαση

Στατιστικά σημαντική διαφορά από: α ομάδα πολλαπλών σετ, β ομάδα πολλαπλών σετ 5Χ10 & 6Χ8, δ ομάδα μονού σετ, ε από ομάδα ελέγχου, f ομάδα ελέγχου, g ομάδα ελέγχου και μονού σετ, ι ομάδα γραμμικής περιοδικότητας, j ομάδα ελέγχου, κ ομάδα μη περιοδική και ομάδα ελέγχου, l ομάδα ημερήσιας μη γραμμικής περιοδικότητας, m ομάδα γραμμικής περιοδικότητας.