



UNIVERSITY OF
PATRAS
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΧΑΜΗΛΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ
ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ
ΑΙΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΥΨΗΛΗΣ
ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ

ΜΑΝΦΡΕΝΤΙ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Α.Μ. 2182

ΔΗΜΟΛΙΑΤΗ ΔΗΜΗΤΡΑ Α.Μ. 2143

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΦΟΥΣΕΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Αναπληρωτής Καθηγητής

ΑΙΓΙΟ - 2021

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια ο κλάδος της φυσικοθεραπείας καθώς επίσης και του αθλητισμού που συνδέονται άμεσα εξελίσσονται με ταχύτατους ρυθμούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εφεύρεση νέων μεθόδων και μέσων για την καλύτερη δυνατή αποκατάσταση και ενδυνάμωση τόσο των ασθενών οσον αφορά το χώρο της φυσικοθεραπείας όσο και των αθλητών οσον αφορά το χώρο του αθλητισμού. Μια από αυτές τις σύγχρονες μεθόδους αποτελεί και η χρήση ισχαιμικής περιίδεσης με ειδικά cuffs που προκαλούν περιορισμό της αιματικής ροής.

Η τεχνική αυτή αποσκοπεί τόσο στην γρήγορη αποκατάσταση και ενδυνάμωση με τη λιγότερη δυνατή φόρτιση. Το θέμα το οποίο πραγματεύεται η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αφορά την σύγκριση της αποδοτικότητας της προπόνησης αντίστασης με τη χρήση περιορισμένης αιματικής ροής(kaatsu training) σε σχέση με τη συμβατική προπόνηση με αντιστάσεις όσον αφορά τη μυική ενδυνάμωση και υπερτροφία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η άσκηση με περιορισμένη αιματική ροή (BFR) γνωστή και ως kaatsu ή occlusion training αποτελεί μια πρωτοποριακή τεχνική, που αποσκοπεί στην κυτταρική διόγκωση μέσω απόφραξης της φλεβικής εκροής με την χρήση ειδικών ιμάντων (pressure cuff). Η φλεβική αυτή συγκέντρωση λόγω του περιορισμού της εκροής δημιουργεί μια μεταβολική συσσώρευση με συνέπεια την αύξηση αναβολικών παραγόντων και ορμονών σε ποσοστό μεγαλύτερο από αυτό των κλασσικών προπονήσεων όγκου.

Σκοπός : Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι η σύγκριση μεταξύ χαμηλής αντίστασης BFR άσκησης και της υψηλής αντίστασης προπόνησης με βάρη όσον αφορά τα αποτελέσματά τους στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και της υπερτροφίας των μυών.

Αποτελέσματα: Στην πλειοψηφία των ερευνών αποδεικνύεται πως η εφαρμογή της τεχνικής BFR έχει θετικά αποτελέσματα κυρίως όσον αφορά την αύξηση της μυϊκής δύναμης και της υπερτροφίας των μυών τα οποία είναι συγκρίσιμα με αυτά της κλασσικής προπόνησης αντιστάσεων. Επιπλέον βάσει των ερευνών η τεχνική αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μετεγχειρητικές καταστάσεις για την πρόληψη της μυϊκής ατροφίας και την ασφαλή ενδυνάμωση περιορίζοντας τις μηχανικές φορτίσεις που προκαλεί η άσκηση αντιστάσεων με μεγάλα φορτία.

Συμπεράσματα: Σύμφωνα με τις μελέτες που αξιοποιήθηκαν και αναλύθηκαν στην παρούσα ανασκόπηση φαίνεται ότι υπάρχουν ισχυρές ερευνητικές ενδείξεις που υποστηρίζουν χρήση της τεχνικής Blood Flow Restriction τόσο σε προπονητικό επίπεδο αλλά ακόμα περισσότερο στην αποκατάσταση και σε ομάδες ατόμων, όπου δεν είναι δυνατή η εφαρμογή του κλασσικού προπονητικού μοτίβου με υψηλές εντάσεις και φορτία, καθώς παρέχει συγκρίσιμα αποτελέσματα με την κλασσική προπόνηση υπερτροφίας περιορίζοντας όμως σημαντικά τις μηχανικές φορτίσεις.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες σε όσους βοήθησαν για τη διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε:

- Τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Κωνσταντίνο Φουσέκη Pt,BSc,MSc,PhD, αναπληρωτή καθηγητή φυσικοθεραπείας, για την υπεύθυνη καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	iv
I ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1 Τεχνικές και μέθοδοι ανάπτυξης δύναμης	3
1.2 Τεχνικές περιορισμού αιματικής ροής	5
1.3 Εφαρμογές BFR	7
1.4 Γενικές επιδράσεις BFR	7
1.5 Σκοπός της ανασκόπησης	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	9
2.1 Δύναμη	9
2.1.1 Μυϊκή δύναμη και η σημασία της στην σταθεροποίηση των αρθρώσεων	11
2.1.2 Τεχνικές και μέθοδοι ανάπτυξης δύναμης	12
2.1.3 Μεθοδολογία Ανάπτυξης μέγιστης δύναμης	13
2.2 Συστολές, είδη συστολών	17
2.2.1 Τύποι Μυϊκών Συστολών	17
2.2.2 Φυσιολογικές μεταβολές απο εφαρμογή προγραμμάτων δύναμης	18
2.2.3 Υπερτροφία μυών	19
2.3 Τεχνικές ανάπτυξης δύναμης - εξοπλισμός	20
2.3.1 Τεχνικές ανάπτυξης δύναμης μεσω περιορισμού αιματικής ροής	27
2.3.2 Εξοπλισμός	27
2.4 Τεχνικές ενδυνάμωσης με περιορισμό αιματικής ροής- εφαρμογές	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	101

I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αθλητισμός συνοδεύει την πορεία του ανθρώπου από τα πολύ παλιά χρόνια μέχρι και σήμερα αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της καθημερινότητας και εξελίσσεται συνεχώς. Με τον όρο αθλητισμό υπονοούμε την έντονη και υπερβατική προσπάθεια της άμεσης συμμετοχής του ατόμου στο βιολογικό και έμφυτο φαινόμενο του αγώνα. Ο όρος προπόνηση χρησιμοποιείται για να δώσει την έννοια οποιασδήποτε οργανωμένης εκπαίδευσης που στοχεύει στην ανάπτυξη και στη βελτίωση των διαφόρων δυνατοτήτων του ανθρώπου.(Tziortzis, Θεωρία της Αθλητικής Προπόνησης, 2004). Η αθλητική προπόνηση είναι μια σύνθετη διαδικασία ενεργειών που στοχεύει στην επίτευξη μιας συγκεκριμένης αθλητικής απόδοσης και ιδιαίτερα στην εμφάνισή της κατά τη διάρκεια των αθλητικών αγώνων. (Martin et al,1991)

Η εκπαίδευση αντίστασης είναι αποτελεσματική στην ενίσχυση πολλών σημαντικών πτυχών της σωματικής και ψυχικής υγείας. Τα οφέλη της κερδίζουν έδαφος τόσο στον επαγγελματικό και ερασιτεχνικό αθλητικό χώρο καθώς βελτιώνει την απόδοση των ασκούμενων, αλλά η ενδυνάμωση είναι εξίσου σημαντική και στο χώρο της φυσικοθεραπείας τόσο σε νέους όσο και σε ηλικιωμένους ασθενείς καθώς συμβάλει στην ταχύτερη αποκατάσταση. Η προπόνηση αντιστάσεων έχει αποδειχθεί από πολυάριθμες έρευνες ότι προκαλεί αύξηση του μεταβολικού ρυθμού, διατήρηση της άπαχης μυϊκής μάζας ενώ παράλληλα συνδέεται με την απώλεια λίπους. Η γήρανση συνεπάγεται με προοδευτική μείωση της μυϊκής μάζας και της φυσικής κατάστασης, όμως η προπόνηση αντίστασης μπορεί να προκαλέσει αυξήσεις στην άπαχη μυϊκή μάζα και το μεταβολικό ρυθμό, συνοδευόμενες από μείωση στο λιπώδη ιστό. (Westcott, 2012).

Επιπλέον η προπόνηση αντιστάσεων μπορεί να συμβάλει θετικά στη διαχείριση της παχυσαρκίας και των μεταβολικών διαταραχών, ενώ έχει βρεθεί πως είναι εξίσου αποτελεσματική με την αερόβια εκπαίδευση αντοχής στη μείωση ορισμένων σημαντικών παραγόντων κινδύνου και καρδιαγγειακών παθήσεων.(Strasser and Schobersberger, 2011). Πολύ σημαντικό ρόλο έχει η προπόνηση αντίστασης και στην διατήρηση της οστικής πυ-

κνότητας. Πιο συγκεκριμένα η προπόνηση αντίστασης αύξησε την οστική πυκνότητα στην περιοχή του αυχένα του μηριαίου και στην οσφυϊκή μοίρα σε προεμμηνοπαυσιακές και μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες (Going and Laudermilk et al. 2009). Τέλος εκτός από τα πολυάριθμα οφέλη της προπόνησης αντιστάσεων και της ενδυνάμωσης στην εικόνα του σώματος και στην υγεία, πολύ σημαντική είναι η επιρροή της και στην ψυχική υγεία και την βελτίωση της ψυχολογίας, όπως αποδεικνύεται μετά από έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε γυναίκες μέσης ηλικίας, όπου σημειώθηκαν θετικές αλλαγές στην ψυχολογία και σημαντική μείωση στη συνολική διαταραχή της διάθεσης αφού ακολούθησαν πρόγραμμα άσκησης με αντιστάσεις. (Annesi & Westcott 2004 ; Annesi & Westcott 2007).

Η αύξηση της μυϊκής δύναμης επιτυγχάνεται με ποικίλους τρόπους και μεθόδους προπόνησης και με πολλά διαφορετικά μέσα. Κάποια από τα είδη προπόνησης περιλαμβάνουν την πλειομετρική προπόνηση, την προπόνηση με αντιστάσεις, την ισοκινητική προπόνηση, την προπόνηση με μεταβαλλόμενη αντίσταση, την έκκεντρη προπόνηση καθώς επίσης και την προπόνηση με ηλεκτρικά ερέθισματα. (Tziortzis, 2004). Πιο αναλυτικά η πλειομετρική προπόνηση χρησιμοποιείται συχνά ως μέσο βελτίωσης της δρομικής ταχύτητας αλλά και της αναερόβιας ισχύος των δρομέων ταχύτητας, των ποδοσφαιριστών, των καλαθοσφαιριστών αλλά και πετοσφαιριστών. Επιπλέον έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε γυναίκες αθλήτριες απέδειξε ότι η πλειομετρική προπόνηση βελτιώνει την απόδοση του κάθετου άλματος (Stojanovic, Ristic, Master, Milanovic et al, 2017)

1.1 : τεχνικές και μέθοδοι ανάπτυξης δύναμης

Μια καινοτόμα θεραπευτική τεχνική ενίσχυσης της μυϊκής δύναμης αφορά την ενδυνάμωση με περιορισμό της αιματικής ροής (blood flow restriction training). Η μέθοδος προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής έχει τις ρίζες της στην Ιαπωνία, ιδρυτής της ο Dr. Sato, είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται αρκετά, την τελευταία 10ετία στην αποκατάσταση, αλλά υπάρχει σαν μέθοδος προπόνησης στην Ιαπωνία από το 1966. Είναι μια ολοένα αυξανόμενη σε χρήση πρακτική που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια άσκησης αντίστασης από επαγγελματίες αθλητές που προσπαθούν να ενισχύσουν τη μάζα και τη δύναμη των σκελετικών μυών. Ο μηχανισμός δράσης του BFR περιλαμβάνει τον περιορισμό της φλεβικής εκροής και αρτηριακής εισροής με την επιφανειακή εφαρμογή ειδικών ιμάντων συμπίεσης περιφερικά στον ασκούμενο μυ. Με αυτό τον τρόπο το αίμα

«λιμνάζει» μέσα στο μυ με αποτέλεσμα να επέλθει γρηγορότερος μυϊκός κάματος κατά την άσκηση, παραγωγή γαλακτικού οξέος και έναρξη φυσιολογικών μεταβολών του σώματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση μεταβολιτών (π.χ. πρωτονίων και γαλακτικού οξέος) στο μεσοδιάστημα των μυών που αυξάνουν τη μυϊκή δύναμη και προάγουν την ανάπτυξη των μυών. Ως εκ τούτου, ο στόχος της ισχαιμικής προπόνησης είναι να προσομοιώνει και να λαμβάνει τα οφέλη από την άσκηση αντοχής υψηλής έντασης ενώ απλά εκτελεί άσκηση αντοχής χαμηλής έντασης.

Πολλές έρευνες έχουν διεξαχθεί για τα οφέλη της νέας αυτής πρωτοποριακής μεθόδου άσκησης. Πιο συγκεκριμένα αποδεικνύεται πως η προπόνηση χαμηλής έντασης με περιορισμό αιματικής ροής έχει παρόμοια θετικά αποτελέσματα στην αύξηση της δύναμης και τη μυϊκή υπερτροφία με εκείνα που προκύπτουν από την κλασσική προπόνηση υψηλής αντίστασης. Συνεπώς η χρήση BFR μπορεί να ενσωματωθεί στο προπονητικό πρόγραμμα αθλητών με σκοπό την βελτίωση της δύναμης και υπερτροφίας, έχοντας όμως λιγότερα επιβαρυντικά φορτία σε σχέση με την συμβατική προπόνηση αντιστάσεων. (Lowery, Joy, Leonekke, Souza, Michade Dudeck, Wilson et al 2013.) Εκτός από μια καινοτόμο μέθοδο προπόνησης αποτελεί και μια νέα αποτελεσματική μέθοδο αποκατάστασης τόσο σε μετεγχειρητικές καταστάσεις όσο και σε ηλικιωμένα άτομα που αδυνατούν να ακολουθήσουν πρόγραμμα ενδυνάμωσης υψηλής αντίστασης, με μεγάλα φορτία. Επιπλέον σύμφωνα με μια ακόμη έρευνα που αποσκοπούσε στην εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της προπόνησης χαμηλής έντασης σε συνδυασμό με BFR για τη βελτίωση έκτασης γόνατος, τον μυϊκό όγκο του τετρακεφάλου και τη μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων σε γυναίκες με OA γόνατος κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ένα πρόγραμμα αντίστασης με χαμηλό φορτίο 30% 1RM όταν συνδυάζεται με BFR είναι αρκετό για την βελτίωση στην κινητικότητα του γόνατος όσο και της δύναμης των κάτω άκρων. (Segal, Williams, Davis, Wallace, Mikesky et al 2015). Η αποτελεσματικότητα του BFR στην κλινική πράξη υποστηρίζεται και από μια ακόμη έρευνα που έγινε χρήση της τεχνικής αυτής για την ανασυγκρότηση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου και την ενδυνάμωση, γενικότερα των ατροφικών μυών (Ohta, Kurosawa, Ikeda, Iwkase, Sato et al 2003). Ένας από τους τρόπους που δουλεύει το BFR είναι η μεταβολική συσσώρευση που δημιουργείται λόγω της φλεβικής συγκέντρωσης η οποία με τη σειρά της αυξάνει τους αναβολικούς παράγοντες όπως το γαλακτικό οξύ (Leonekke, Abe, Wilson, Ugrinowitsch, Bemben et al 2012), ενώ άλλες έρευνες έχουν δείξει ότι η προπόνηση με BFR έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση αναβολικών ορμονών όπως serum GH και IGF σε ποσοστό μεγαλύτερο από ότι μια συμβατική προπόνηση αντιστάσεων. Επιπλέον σύμφωνα με τον Le-

onekke όταν συνδυάζεται με άσκηση χαμηλής αντίστασης μικρότερη ή ίση 30% 1RM το BFR έχει συγκρίσιμα αποτελέσματα σε δύναμη και υπερτροφία με ανάλογες κλασικές προπονήσεις (75-85%)1RM . Η χρήση του BFR έχει πολλούς αποδέκτες καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από αθλητές με σκοπό την ενδυνάμωση όσο και στην αποκατάσταση απο μετεγχειρητικές καταστασεις λόγω των χαμηλών μηχανικών επιβαρύνσεων. Όμως, όπως κάθε μέθοδος παρουσιάζει αντενδείξεις, η χρήση του BFR αντενδείκνυται σε άτομα που εγκυμονούν , που πάσχουν από υπέρταση ή στεφανιαία νόσο,έχουν φλεβίτιδα , φλεβοθρόμβωση,ραβδομύλυση.

Παρ'όλο που στην πλειοψηφία τους οι έρευνες βρίσκουν το BFR σε πλεονεκτική θέση σε σχέση με την κλασική προπόνηση υψηλών αντιστάσεων, υποστηρίζεται πως όταν η προπόνηση αποσκοπεί αμιγώς σε αύξηση της μυικής δύναμης η κλασική προπόνηση υψηλών αντιστάσεων έχει καλύτερα αποτελέσματα έναντι της προπόνησης χαμηλής έντασης με τη χρήση BFR. .(Vechin, Libardi, Conceicao, et al. 2015; Lixandro, Ugrinowitsch, Laurentino et al. 2015).

Στη βάση των αντικρουομενων αυτών ευρημάτων αυτή η ανασκόπηση έχει στοχο την αξιολογηση των ερευνων που εχουν αξιολογησει την επιδραση της τεχνικης περιορισμού της αιματικης ροής σε φυσικές παραμετρους καθώς και αν πλεονεκτεί ένταντι της συμβατικής προπόνησης αντίστασης με μεγάλα φορτία.

1.2: Τεχνικές περιορισμού αιματικής ροής -εφαρμογές – γενικές επιδράσεις

Όπως προδίδει και το όνομα, το bfr training(blood flow restriction training) αποτελεί μια νέα μέθοδο εκγύμνασης ή και αποκατάστασης όπου γίνεται περιορισμός στην αιματική ροή των κάτω ή άνω άκρων μέσω μιας περιχειρίδας καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου συστολής και της περιόδου ανάπαυσης. Αυτό οδηγεί σε μερικό περιορισμό της αρτηριακής εισροής στους μύες, αλλά περιορίζει σημαντικά την εκροή των φλεβών από τους μύες. (Patterson, ,Hughes, Head, Warmington, Brandner, Christopher et al 2017). Η κατάρτιση της μυικής δύναμης έχει πολύ σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση. Η αύξηση της μυικής δύναμης επιτυγχάνεται με την χρήση μεγάλων φορτίων κατά την προπόνηση. Ωστόσο πολλές είναι οι περιπτώσεις όπως είναι οι χειρουργημένοι ασθενείς ή τα ηλικιωμένα άτομα όπου είναι αδύνατη η χρήση μεγάλων εντάσεων και φορτίων κατά την αποκατάσταση. Η μέθοδος του BFR φαίνεται να είναι ιδανική επιλογή καθώς έχει αποδειχθεί ότι πετυχαίνει παρόμοιες μυικές προσαρμογές με τη χρήση χαμηλού φορτίου και έντα-

σης(20-30% 1 REM). (Patterson, Hughes, Head, Warmington, Brandner, Christopher et al 2017).

Πολυάριθμες είναι οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για τα οφέλη της προπόνησης με περιορισμό της αιματικής ροής, γεγονός που επιλέγεται πλέον ως προπονητική μέθοδος σε πολλούς αθλητές. Το κύριο πλεονέκτημα του bfr είναι η ικανότητα να επιφέρει παρόμοιες μυικές προσαρμογές με εκείνες που επιτυγχάνονται με το κλασσικό πρότυπο προπόνησης υψηλής έντασης , περιορίζοντας όμως μέσω των χαμηλών φορτίων που χρησιμοποιούνται στην τεχνική αυτή τη μυϊκή βλάβη και την μηχανική καταπόνηση.(Scott, Loenneke, Slattery, and Dascombe, et al 2015) Ενδεικτικά μια από τις πολυάριθμες μελέτες ,που έγινε σε δεκαπέντε αθλητές σπρίντερ και άλματος οι οποίοι χωρίστηκαν σε ομάδα εκπαίδευσης kaatsy και σε ομάδα ελέγχου, έδειξε πως η προπόνηση kaatsy training είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της εγκάρσιας διατομής του μυός και της μέγιστης ισχύος γεγονός που οδήγησε και στην αύξηση της απόδοσης. Το πρωτόκολλο της παραπάνω έρευνας περιλάμβανε για την ομάδα κατάρτισης kaatsu εκπαίδευση δύο φορές την ημέρα (7:00-8:00 και 17:00-18:00) για 8 συνεχόμενες ημέρες αφού είχε προηγηθεί προθέρμανση, τα άτομα πραγματοποίησαν 3 σετ 15 επαναλήψεων σε ένταση 20% ενός μέγιστου επανάληψης (20% του 1-RM) με διάλειμμα 30 sec μεταξύ των σετ. Η ομάδα ελέγχου δεν πραγματοποίησε καθόλου ασκητικές ασκήσεις κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης, ωστόσο, τόσο η ομάδα KAATSU όσο και οι ομάδες ελέγχου πραγματοποίησαν εκπαίδευση κανονικού σπριντ / άλματος κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης.(Abe , Kawamoto , Yasuda et al,2005)

Η προπόνηση με την χρήση bfr έχει εφαρμοστεί όχι μόνο σε προγράμματα προπόνησης με αντιστάσεις αλλά και σε προγράμματα αερόβιας άσκησης χαμηλής έντασης(περπάτημα, ποδήλατο), αφού έχει αποδειχθεί ότι σε συνδυασμό με τη χρήση BFR μπορεί να οδηγήσει σε μικρές αλλά σημαντικές βελτιώσεις στη δύναμη και το μέγεθος των μυών των ποδιών.(Abe , Kearns ,Sato et al 2006). Για την παραπάνω έρευνα έντεκα υγιείς άνδρες κλήθηκαν να περπατήσουν σε διάδρομο με και χωρίς χρήση bfr σε δυο ξεχωριστές ημέρες με διάστημα μιας εβδομάδας. Η άσκηση ήταν περπάτημα στα 50 m / min για πέντε περιόδους 2 λεπτών, με 1 λεπτό ανάπαυσης μεταξύ περιόδων (συνολικός χρόνος, 14 λεπτά), ενώ η ταχύτητα και η διάρκεια βάρδισης παρέμειναν σταθερές καθ 'όλη τη διάρκεια της εκπαίδευσης. Το πρωτόκολλο προπόνησης περιλάμβανε τρεις εβδομάδες επιτηρούμενης εκπαίδευσης βάρδισης. Η εκπαίδευση πραγματοποιούνταν δύο φορές την ημέρα (πρωινές και απογευματινές συνεδρίες, με τουλάχιστον 4 ώρες μεταξύ των συνεδριών), 6 ημέρες / εβδομάδα για 3 εβδομάδες αφού πριν είχε προηγηθεί προθέρμανση.

Συμπερασματικά η έρευνα έδειξε πως η χρήση bfr training σε συνδυασμό με την αργή βάρδιση (χαμηλής έντασης αερόβια προπόνηση) προκαλεί μυϊκή υπερτροφία και αύξηση δύναμης, παρά το ελάχιστο επίπεδο έντασης άσκησης. Συνεπώς η εκπαίδευση kaatsu walk έχει απήχηση σε ένα ευρύ φάσμα του πληθυσμού συμπεριλαμβανομένων και των ηλικιωμένων ή ακόμα και των μετεγχειρητικών ασθενών. Επιπλέον έρευνα που έγινε σε δεκαεννέα άτομα και των δύο φύλων μεγαλύτερης ηλικίας (60-78) οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε ομάδα εκπαίδευσης kaatsu walk και σε μη ελεγχόμενη ομάδα (n=8), το πρωτόκολλο της οποίας περιλάμβανε μόνο για την ελεγχόμενη ομάδα kaatsu walk περπάτημα 20 λεπτά με τα πόδια (67 m / min), 5 ημέρες / εβδομάδα για 6 εβδομάδες, έδειξε πως η στην ελεγχόμενη ομάδα kaatsu walk υπήρχε αύξηση τόσο της λειτουργικής τους ικανότητας όσο και του μεγέθους και της δύναμης των μυών.(Abe, Sakamaki, Fujita , Ozaki, Sugaya, Sato, Nakajima et al , 2010)

1.3: Εφαρμογές BFR

Όπως προαναφέρθηκε η προπόνηση με περιορισμένη αιματική ροή είναι μια νέα μέθοδος που κερδίζει έδαφος τα τελευταία χρόνια λόγω των πλεονεκτημάτων της τόσο στο χώρο του αθλητισμού όσο και στον χώρο της αποκατάστασης. Ο περιορισμός της αιματικής ροής η εφαρμογή δηλαδή των ειδικών περιχειρίδων (cuffs) γίνεται στα άνω και κάτω άκρα.

1.4 : Γενικές επιδράσεις BFR

Ο περιορισμός της φλεβικής ροής αίματος (BFR) σε συνδυασμό με άσκηση αντοχής χαμηλής έντασης (20-30% ομόκεντρο 1-RM) έχει παρατηρηθεί ότι έχει ως αποτέλεσμα στην αύξηση της εγκάρσιας διαμέτρου (υπερτροφία)του σκελετικού μυός, αύξηση της αντοχής καθώς επίσης και αύξηση στην ισχύ του μυός. Το BFR προκαλεί αύξηση του όγκου των κυττάρων μέσω της συγκέντρωσης αίματος σε συνδυασμό με τη συσσώρευση μεταβολιτών και αντιδραστικής υπεραιμίας. (Loenneke , Fahs , Rossow , Abe , Bemben et al, 2012). Αξιοσημείωτη είναι η αναφορά στην ικανότητα του BFR να αποτρέπει τη μυϊκή ατροφία ακόμα και σε περιόδους όπου δεν είναι εφικτή η χρήση φορτίου κατά την άσκηση, ενώ έχει βρεθεί ότι η χρήση BFR σε αερόβια άσκηση μικρού φορτίου παρουσιάζει μικρές μορφολογικές αυξήσεις αλλά και μικρή αύξηση της δύναμης.(Scott, Loenneke , Slattery, Dascombe, et al, 2015.). Μια ακόμα μελέτη έδειξε πως η

βραχυχρόνια άσκηση χαμηλού φορτίου με περιορισμό αιματικής ροής οδηγεί σε έντονο πολλαπλασιασμό των μυογονικών βλαστοκυττάρων και επιπλέον προκύπτει προσθήκη μυονουκλεοτιδίων στον ανθρώπινο σκελετικό μυ ο οποίος συνοδεύεται από σημαντική υπερτροφία των μυοϊνών .(Nielsen, Aagaard , Bech, Nygaard , Hvid , Wernbom, Suetta, Frandsen et al, 2012). Η χρήση BFR σε συνδυασμό με άσκηση χαμηλής αντίστασης διεγείρει σε μεγάλο βαθμό της έκκριση της ορμόνης GH(growth hormone), η οποία σχετίζεται άμεσα με την αύξηση του όγκου του μυός, μέσω της περιφερειακής συσσώρευσης μεταβολιτών χωρίς σημαντική ιστική βλάβη.(Takarada , Nakamura , Aruga , Onda , Miyazaki, Ishii, et al, 2000) . Τέλος εκτός από τις θετικές επιδράσεις του BFR στην προπόνηση αντιστάσεων χαμηλού φορτίου , έχει βρεθεί πως με τη χρήση του BFR στα κάτω άκρα επιτυγχάνεται σε προπόνηση εκπαίδευσης αργής βάδισης μυϊκή υπερτροφία και αύξηση της δύναμης των μυών των κάτω άκρων παρά το ελάχιστο επίπεδο έντασης άσκησης.(Abe, Kearns , Sato et al, 2006). Αυτό καθιστά τη χρήση του BFR ιδανική για ένα ευρύ φάσμα του πληθυσμού ακόμα και σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας ή ευπαθής ομάδες τόσο ως μέθοδο προπόνησης όσο και ως μέθοδο αποκατάστασης.

1.5: Σκοπός της ανασκόπησης.

Το BFR training ή αλλιώς occlusion training αποτελεί μια καινοτόμο μέθοδο προπόνησης η οποία χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο τόσο σε προπονητικό επίπεδο όσο και σε θεραπευτικό επίπεδο ως μέθοδος αποκατάστασης. Υποστηρίζεται πως η χαμηλής έντασης προπόνηση με τη χρήση BFR έχει ανάλογα αποτελέσματα οσον αφορά τη μυϊκή υπερτροφία και την αύξηση της μυϊκής δύναμης , με την κλασσική προπόνηση υψηλής έντασης (υπερτροφίας) όπου γίνεται χρήση μεγάλων φορτίων.Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει σε ευρεία χρήση του BFR training τόσο από ασκούμενους όσο και από φυσικοθεραπευτές σαν ιδανική μέθοδο αποκατάστασης αφού επιτυγχάνει αύξηση μυϊκής δύναμης χωρίς να απαιτεί μεγάλα φορτία. Σκοπός λοιπόν της ανασκόπησης αυτής είναι η σύγκριση της υψηλής έντασης προπόνησης αντιστάσεων με τη χρήση μεγάλων φορτίων, η οποία αποσκοπεί στην μυϊκή υπερτροφία και την αύξηση της δύναμης , με την χαμηλής έντασης προπόνηση αντιστάσεων με τη χρήση μικρών φορτίων σε συνδυασμό με τον περιορισμό της αιματικής ροής (Blood Flow Restriction).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Δύναμη.

Δύναμη είναι η ικανότητα του νευρομυϊκου συστήματος, μέσα από νευρικές και μεταβολικές διαδικασίες, να υπερνικά με μυϊκές συστολές, αντιστάσεις (ομόκεντρη εργασία), να αντενεργεί σε αυτές (έκκεντρη εργασία) αλλά και να τις συγκρατεί (στατική εργασία) (Grosser and Starischka 1998). Η ικανότητα παραγωγής μυϊκής δύναμης και ισχύος αποτελούν δύο από τους κυριότερους παράγοντες για την επίτευξη και εκτέλεση αθλητικών και μη δραστηριοτήτων, καθώς συνδέονται με την ικανότητα κίνησης και μεταφοράς αντικειμένων αντικατοπτρίζοντας με αυτό τον τρόπο την λειτουργική ικανότητα του ανθρώπου. Οι μύες, καταναλώνοντας ενέργεια αναπτύσσουν και εφαρμόζουν δύναμη (force) με πιθανό αποτέλεσμα την αλλαγή της κατάστασης του σώματος (ή ενός αντικειμένου). Μυϊκή ισχύς είναι το έργο που παράγεται από ένα μυ ή μια ομάδα μυών στη μονάδα του χρόνου ή αλλιώς είναι το γινόμενο της μυϊκής δύναμης και της ταχύτητας της κίνησης. Η σχέση, που συνδέει τη μυϊκή δύναμη και την ταχύτητα της κίνησης, είναι η ταχυδυναμική σχέση και η σχέση δύναμης-ισχύος. Τόσο στην αθλητική πράξη όσο και στην καθημερινότητα, η μυϊκή ισχύς είναι η παράμετρος που έχει την μεγαλύτερη σημασία και όχι η μέγιστη δύναμη. Ωστόσο, η μέγιστη δύναμη, τόσο η ισομετρική (δηλαδή χωρίς εμφανή κίνηση) όσο και η δυναμική (με κίνηση και εμφανές μηχανικό έργο) αποτελούν ένα αξιόπιστο μέτρο της ικανότητας ενός μυ ή μιας ομάδας μυός να παράγει δύναμη/ισχύ. Αυτό συμβαίνει γιατί κάθε αύξηση της μυϊκής δύναμης μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της μυϊκής ισχύος (χωρίς να αυξάνεται παράλληλα και η μέγιστη ταχύτητα κίνησης) μιας και ο ένας από τους δύο παράγοντες της παραπάνω εξίσωσης αυξάνεται. Όπως θα παρουσιαστεί και στη συνέχεια του κεφαλαίου, η μέτρηση της μυϊκής δύναμης είναι ευκολότερη, καθώς μπορεί να πραγματοποιηθεί και σε μη εργαστηριακό χώρο. Έτσι, μπορούμε να έχουμε με απλό, γρήγορο και αξιόπιστο τρόπο πληροφορίες για τη λειτουργική ικανότητα του μυϊκού συστήματος ενός ατόμου.

Οι βασικοί Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της δύναμης είναι:

• Η ηλικία .Έχει διαπιστωθεί ότι η δύναμη επηρεάζεται από την ηλικία χωρίς την παρέμβαση της προπόνησης. Συγκεκριμένα έχει διαπιστωθεί ότι η δύναμη αναπτύσσεται ραγδαία μέχρι την λήξη της εφηβείας (περίπου μέχρι τα 20 χ).Κατα τη διάρκεια της φάσης ραγδαίας του αναστήματος οι νεαροί αθλητές κινδυνεύουν περισσότερο από τραυματισμούς(Micheli , 1991)Κατόπιν διατηρείται σχετικά σταθερή μέχρι τα 50-60χ και κατόπιν μειώνεται ραγδαία μέχρι το τέλος της ζωής. Οι διακυμάνσεις αυτές της δύναμης αντιστοιχούν στην περίοδο της ανάπτυξης, της ωρίμανσης και της γήρανσης. Προκαλούνται στην διάρκεια της αναπτυξιακής φάσης λόγω αύξησης της μυϊκής μάζας, ωρίμανσης του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος και μεταβολών της αρχιτεκτονικής του μυός (αύξηση σκληρότητας συνδετικού ιστού, αύξηση γωνίας πρόσφυσης της μυϊκής ίνας). Στην Τρίτη ηλικία λόγω μείωσης της μυϊκής μάζας, εκφυλισμού του ΚΝΣ , μεταβολής της αρχιτεκτονικής μυός (υπερβολική αύξηση σκληρότητας συνδετικού ιστού και αύξηση της γωνίας πρόσφυσης της μυϊκής ίνας).

• Το φύλο. Μορφομετρικές συγκρίσεις ανδρών και γυναικών άρσης βαρών και bodybuilder έχουν δείξει ότι οι γυναίκες έχουν μικρότερες περιοχές διατομής μυών που συσχετίζονται με μικρότερες διατομές ινών το οποίο έχει ως αποτέλεσμα αναλογικά τη μικρότερη αύξηση της μυϊκής μάζας.(Ford,Detterline, Ho, Cao et al 2000).

• Η μυϊκή μάζα. Η αύξηση της μυϊκής μάζας είναι ένας ευνοϊκός παράγοντας για την ανάπτυξη της δύναμης. Η μεταβολή της μυϊκής μάζας μπορεί να γίνει είτε οντογεννητικά δηλ. με την αύξηση της ηλικίας στην διάρκεια της αναπτυξιακής περιόδου είτε μέσω προπόνησης (Hoffman, Stauffer, Jackson et al 1979)

• Οι ανθρωπομετρικοί δείκτες. Η αύξηση του ύψους και σε κάποια έκταση του σωματικού βάρους επηρεάζουν θετικά την δύναμη. Ουσιαστικά οι παραπάνω δείκτες εκφράζουν έμμεσα την επίδραση της μυϊκής μάζας στην ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης

• Το ενδοκρινές σύστημα . Έχει διαπιστωθεί ότι μία σειρά ορμονών όπως η τεστοστερόνη, η αυξητική ορμόνη, οι σωματομεδίνες αλλά και η παρέμβαση άλλων αυξητικών παραγόντων όπως ο IGF-1 (ψευδό- ινσουλίνη) επηρεάζουν θετικά την αύξηση της μυϊκής μάζας και κατ επέκταση την μυϊκή δύναμη. (Fink , Schoenfeld , Nakazato et al 2018)

• Η αρχιτεκτονική του μυός. Η αρχιτεκτονική του μυός απεικονίζει την γωνία πρόσφυσης των μυϊκών ινών στον τένοντα. Η γωνία με την οποία οι μυϊκές ίνες εισάγονται στην απονεύρωση,επηρεάζει τη δύναμη που ασκείται στον τένοντα. Αυτή η δύναμη μπορεί να υπολογιστεί ως το προϊόν της δύναμης που παράγεται από όλες τις ίνες και το συ-

νημίτονο της γωνίας τους, υποθέτοντας ότι η απονεύρωση είναι παράλληλη με τον τένοντα. (Degens, Erskine, Morse et al 2009) Οι μύες ανάλογα με την γωνία πρόσφυσης της μυϊκής ίνας παράγουν ανάλογη ποσότητα δύναμης. Έτσι οι μύες των οποίων οι μυϊκές ίνες προσφύονται με πολύ μικρή γωνία στον τένοντα παράγουν μικρότερη δύναμη σε σχέση με τους μύες που οι μυϊκές τους ίνες προσφύονται με μεγαλύτερη γωνία.

2.1.1 Μυϊκή δύναμη και η σημασία της στην σταθεροποίηση των αρθρώσεων

Δύναμη ή μυϊκή δύναμη είναι η ικανότητα ενός μυός ή μιας ομάδας μυών να παράγουν έργο στη διάρκεια μιας προσπάθειας, είτε στατικά είτε δυναμικά ανάλογα με τις απαιτήσεις που τους τίθενται (Bandy, Chandler & Bandy, 1990H; Fox & Mathews, 1981; Hellebrandt & Houtz, 1956; Kisner & Colby, 2003)Φυσιολογική χαρακτηρίζεται η μυϊκή δύναμη που αναφέρεται στον γενικό πληθυσμό και αναπτύσσεται κάτω από παρόμοιες συνθήκες (Kendall, 1993; Kisner & Colby, 2003; Knutgren, 1976). Ο μυς ενεργοποιείται και αναπτύσσει τάση εφαρμόζοντας μια δύναμη. Το μέγεθος της δύναμης αυτής εξαρτάται από τεχνικούς, φυσιολογικούς και νευρομυϊκούς παράγοντες.

Υπάρχουν πολλές μορφές δύναμης, όμως οι βασικές τρεις είναι οι παρακάτω που θα αναλύσουμε: α)Αντοχή στην δύναμη, β) Μέγιστη δύναμη, γ)Ταχυδύναμη και δ) η Γενική δύναμη λεγόμενη και ως fitness. Ας δούμε κάθε μία τι είναι και ποια η λειτουργία της.

➤ **Αντοχή στην δύναμη:** Είναι η ικανότητα του οργανισμού και του σώματος να αντιστέκεται στην κούραση που προέρχεται από κινητικές δραστηριότητες μακράς διάρκειας και απαιτούν σχετικά υψηλό ποσοστό δύναμης (πάνω από 30% της μέγιστης δύναμης).

➤ **Μέγιστη δύναμη:** Είναι η μέγιστη τιμή δύναμης που μπορεί να ασκήσει το νευρομυϊκό σύστημα ενός ανθρώπου σε μέγιστες με την θέλησή του συστολές.

➤ **Ταχυδύναμη:** Είναι η ικανότητα επίτευξης όσο το δυνατόν πιο υψηλής τιμής δύναμης στο διαθέσιμο χρόνο (>250 msec) καθώς επίσης και η μεταφορά δύναμης σε ένα όργανο χωρίς χρονικό περιορισμό.

➤ **Γενική δύναμη (fitness):** Σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας fitness είναι η ικανότητα εκτέλεσης μυϊκού έργου σε ικανοποιητικό βαθμό. Χαρακτηρίζεται γενικά η ικανότητα του ατόμου να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της καθημερινής ζωής. Στην κατεύθυνση αυτή το fitness περιλαμβάνει όλες τις διαστάσεις της προσωπικότητας και τα πεδία δραστηριοποίησης του ατόμου.

Οι μύες έχουν πρωτεύοντα ρόλο στη σταθεροποίηση της άρθρωσης .Όσο καλύτερο μυικό υπόβαθρο υπάρχει γύρω από την άρθρωση τόσο πιο σταθερές και συντονισμένες κινήσεις πραγματοποιούνται. Επιπλέον έχει αποδειχθεί πως η μυική αδυναμία σχετίζεται άμεσα με την έλλειψη σταθερότητας στην άρθρωση ,την έλλειψη συντονισμού καθώς επίσης και τη μειωμένη νευρομυική προσαρμογή.(Ergo, McCrum, Mierau, Leyendecker, Brüggemann, Karamanidis et al,2018). Εκτός από τη σημασία της μυικής δύναμης για τη σταθερότητα των αρθρώσεων σημαντικό ρόλο έχει και στις αθλητικές επιδόσεις καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η μυική δύναμη επιτυγχάνεται η αποφυγή των τραυματισμών και φυσικά συμβάλει στην επίτευξη καλύτερων επιδόσεων στους αθλητές. Οι μύες που δρουν για την επίτευξη μιας κίνησης χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες οι οποίες είναι:

- Οι **αγωνιστές μύες**, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την εκτέλεση της συγκεκριμένης κίνησης.
- Οι **ανταγωνιστές μύες**, οι οποίοι εκτελούν την ακριβώς αντίθετη κίνηση από αυτήν των αγωνιστών.
- Οι **συνεργοί μύες** , οι οποίοι είναι αυτοί που συνεργάζονται με τους αγωνιστές για την εκτέλεση μιας κίνησης.

2.1.2 Τεχνικές και μέθοδοι ανάπτυξης δύναμης

Η αύξηση της μυικής δύναμης μπορεί να επιτευχθεί με διαφορετικές μεθόδους προπόνησης η οποία διαφοροποιείται από αυτή της μυικής υπερτροφίας. Στη μεθοδολογία αύξησης της μυικής δύναμης περιλαμβάνονται τα προπονητικά περιεχόμενα, τα προπονητικά μέσα, οι οργανωτικές μορφές και οι προπονητικές μέθοδοι που διαφοροποιούνται ανάλογα με το στόχο. Τα περισσότερα ωστόσο προπονητικά μοντέλα για την ανάπτυξη μυικής δύναμης και την αύξηση του όγκου των μυών βασίζονται στην χρήση μεγάλων φορτίων (αντιστάσεων) και στην τεχνική της πυραμίδας (αυξανόμενα κιλά με λιγότερες επαναλήψεις) ή στην τεχνική των drop set (αφού έχει εκτελεστεί ένα set μέχρι εξάντληση μειώνονται τα κιλά με σκοπό να συνεχιστεί η άσκηση με τον ίδιο ρυθμό και αριθμό επαναλήψεων). Τόσο η μέθοδος της πυραμίδας όσο και αυτή των drop set φαίνεται ότι έχουν παρόμοια αποτελέσματα στην επίτευξη αύξησης της μυικής δύναμης και υπερτροφίας (Angleri, Ugrinowitsch, Libardi et al 2017).

Η δύναμη εμφανίζεται με τέσσερις μορφές :

- **Μέγιστη Δύναμη:** είναι η υψηλότερη τιμή δύναμης που μπορεί να ασκήσει το νευρομυϊκό σύστημα ενός αθλητή με μέγιστες εκούσιες συστολές. Η μέγιστη δύναμη επιτυγχάνεται με: (τη μέθοδο υπερτροφίας, τη μέθοδο ενδομυϊκού συντονισμού, τη μέθοδο μέγιστης δύναμης με έμφαση στην ταχύτητα εκτέλεσης και την πυραμιδική μέθοδο)

- **Ταχυδύναμη:** είναι η ικανότητα επίτευξης όσο το δυνατόν υψηλότερων τιμών δύναμης στο διαθέσιμο χρόνο(<250 ms).

- **Αντοχή στην δύναμη:** είναι η ικανότητα αντίστασης του οργανισμού στην κόπωση κατά τη διάρκεια στατικών και δυναμικών δραστηριοτήτων που διαρκούν μεγάλο χρονικό διάστημα και απαιτούν σχετικά υψηλό ποσοστό συμμετοχής της δύναμης. Η αντοχή στη δύναμη επιτυγχάνεται με :Κυκλική προπόνηση(διαλειμματική, διάρκειας) και προπόνηση σε σταθμούς και ενότητες(χαμηλών και υψηλών εντάσεων).

- **Γενική Δύναμη (Fitness):** η οποία επιτυγχάνεται με τη μέθοδο υπερτροφίας (ενδομυϊκός συντονισμός) , τη μέθοδο αντοχής στη δύναμη και με τη μέθοδο ταχυδύναμης (ισχύος).

Επιπλέον η δύναμη εμφανίζεται με τις εξής μορφές :

- **Την απόλυτη δύναμη :** δηλαδή την υψηλότερη τιμή δύναμης που μπορεί να ασκήσει το νευρομυϊκό σύστημα με μέγιστες εκούσιες συστολές (60-85% , σε αρχάρια άτομα μέχρι 60%) συν τις εφεδρείες δύναμης που διαθέτει (90% και πάνω , σε αρχάρια άτομα 60% και πάνω)

- **Τη σχετική δύναμη:** δηλαδή τη σχέση της δύναμης προς το σωματικό βάρος (την άλιπη σωματική μάζα ή την κάθετη διατομή του μυός)

2.1.3 Μεθοδολογία Ανάπτυξης μέγιστης δύναμης

Η ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης επιτυγχάνεται πλέον με πολλά προπονητικά μοτίβα και διαφορετικούς συνδυασμούς προπόνησης αλλά η βασική αρχή που στηρίζονται όλα αυτά τα μοντέλα προπόνησης αντιστάσεων είναι η αρχή της προοδευτικής υπερφόρτωσης. Για να πετύχουμε μυϊκή ενδυνάμωση πρέπει ο μύς ή η ομάδα μυών που προπο-

νούμε να φορτιστούν πέρα από το σημείο που φορτίζονται κανονικά. Όσο αυξάνεται η δύναμη ενός μυ απαιτεί μεγαλύτερη αντίσταση για περαιτέρω αύξηση στη δύναμη αλλά και στο μέγεθος. Κατά την προπόνηση με αντιστάσεις πρωτεύοντα ρόλο έχει ο η εξέταση των επιθυμητών μυών για προπόνηση ,της έντασης της προπόνησης,των αριθμό των επαναλήψεων ανά σειρά και τον αριθμό των σειρών ανά προπόνηση. Η ένταση της προπόνησης και ο αριθμός των επαναλήψεων ανά σειρά έχουν αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ τους, όσο αυξάνεται η ένταση ο αριθμός των επαναλήψεων ανα σύνολο μειώνεται και αντίστροφα. Όταν ο στόχος είναι η αύξηση της μυικής δύναμης το προπονητικό μοτίβο στηρίζεται στη χρήση υψηλών φορτίων και λίγων επαναλήψεων, αντιθέτως όταν ο στόχος είναι η αύξηση της μυικής αντοχής γίνεται χρήση χαμηλότερων αντιστάσεων σε συνδυασμό με περισσότερες επαναλήψεις. Τέλος για την αύξηση της μυικής ισχύος ένα μέρος της άσκησης πρέπει να δίνει έμφαση στην ταχύτητα εκτέλεσης της κίνησης. (Wilmore and Costill , 1994)

Η μέγιστη δύναμη είναι η υψηλότερη τιμή δύναμης που μπορεί να ασκήσει το νευρομυϊκό σύστημα ενός αθλητή με μέγιστες εκούσιες συστολές , όπου εκτός από την αύξηση μυικής δύναμης επιτυγχάνεται και η αύξηση της μυικής μάζας(υπερτροφία). Η παραγωγή δύναμης στη διάρκεια της μυϊκής συστολής ρυθμίζεται από τον αριθμό των Κ.Μ. που επιστρατεύονται (διεγείρονται) και τη συχνότητα πυροδότησής τους. Η ικανότητα επιστράτευσης-ενεργοποίησης και η συχνότητα πυροδότησης προσδιορίζουν τον ενδομυϊκό συντονισμό. Όταν αυξάνεται η συχνότητα πυροδότησης μαζί με τον αριθμό των Κ.Μ. που επιστρατεύονται, τότε η μέγιστη δύναμη αναπτύσσεται γρηγορότερα και διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι απροπόνητοι ενεργοποιούν μέχρι το 55-60% των κινητικών μονάδων ενός μυ, ενώ οι προπονημένοι μπορούν να φτάσουν μέχρι το 85%.

Η μυϊκή υπερτροφία των μυϊκών ινών είναι ο πιο σημαντικός μηχανισμός αύξησης της μυϊκής μάζας μετά από την προπόνηση δύναμης. Η αύξηση του πάχους μίας μυϊκής ίνας είναι το αποτέλεσμα της αύξησης των συσταλών πρωτεϊνών (ακτίνη ,μυοσίνη) και φαίνεται από την αύξηση του μεγέθους και του αριθμού των μυοϊνιδίων που την αποτελούν. Μία έντονη προπόνηση δύναμης αυξάνει το ρυθμό σύνθεσης πρωτεϊνών έως και 24 ώρες μετά την λήξη της. Η επαναλαμβανόμενες προπονήσεις έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας των συσταλών πρωτεϊνών του μυός και συνεπώς την αύξηση της εγκάρσιας διατομής του. Η μυϊκή υπερτροφία ως αποτέλεσμα της προπόνησης δύναμης , αρχίζει να φαίνεται μετά από τουλάχιστον δύο μήνες προπόνησης .

Η μυϊκή υπερτροφία και η επίτευξή της εξαρτάται από τέσσερις κυρίως παράγοντες

1) Την Συχνότητα Προπόνησης

Η συχνότητα προπόνησης είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον στόχο της προπόνησης καθώς και την απόδοση μας σε αυτήν. Για τον λόγο αυτό πρέπει να προσέχουμε να χωρίζουμε σωστά τις μυϊκές ομάδες ανά προπόνηση ώστε να μην καταπονείται μια μυϊκή ομάδα δυο συνεχόμενες μέρες.

2) Ενταση της προπόνησης

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τον στόχο της προπόνησης είναι η ένταση στην οποία προπονούμαστε και έχει να κάνει με την μέγιστη δύναμη μας. Σε ένα πρόγραμμα για μυϊκή υπερτροφία κυμαινόμαστε σε ένα εύρος μεταξύ 55-85 % της μέγιστης δύναμης μας.

3) Εύρος επαναλήψεων

Το εύρος των επαναλήψεων καθορίζει το είδος της προπόνησης που ακολουθούμε. Σε ένα πρόγραμμα μυϊκής υπερτροφίας το εύρος είναι μεταξύ 6 έως 12-15 επαναλήψεις. Το επίπεδο έντασης των επαναλήψεων κυμαίνεται στα πλαίσια που είπαμε παραπάνω.

4) Διάλειμμα

Το διάλειμμα είναι καθοριστικό και διαφορετικό ανάλογα τον στόχο μας. Ένα διάλειμμα μεταξύ ενός με ενάμιση λεπτού είναι ιδανικό για προπόνηση μυϊκής υπερτροφίας.

Η αύξηση της εγκάρσιας επιφάνειας δεν έχει την ίδια έκταση για όλες τις μυϊκές ίνες αλλά εξαρτάται από τον τύπο μυϊκής ίνας και το βαθμό ενεργοποίησης των μυϊκών ινών. Και οι δύο τύποι μυϊκών ινών παρουσιάζουν υπερτροφία αλλά οι τύπου II διαθέτουν μεγαλύτερη δυνατότητα υπερτροφίας. Η μυϊκή υπερτροφία αυξάνει την παραγωγή δύναμης όχι όμως και την ταχύτητα μυϊκής συστολής. Η υπερτροφία αυξάνει τη γωνία έλξης των μυϊκών ινών σε μυς με πτεροειδή διάταξη των μυϊκών ινών χωρίς αυτό να σημαίνει ότι επηρεάζεται και η παραγωγή μυϊκής δύναμης. Η αύξηση της γωνίας έλξης των μυϊκών ινών έχει μάλλον ένα ανώτατο όριο. Σε υψηλό επίπεδο υπερτροφίας, η γωνία έλξης των ινών φτάνει σε ένα ανώτατο επίπεδο πέρα από το οποίο η αύξηση του μήκους (δηλαδή του αριθμού των σαρκομερίων) των μυϊκών ινών εμποδίζει την περαιτέρω αύξηση της γωνίας έλξης τους. Οι αθλητές που παρουσιάζουν υπερτροφία (ράγκμπυ, σούμο, σπρίντερ κ.λπ.) έχουν μεγαλύτερο μήκος μυών τόσο σε απόλυτη τιμή όσο και σε σχέση με το μήκος των οστών τους σε σύγκριση με τα αγύμναστα άτομα. Η αύξηση του μήκους των μυών φαίνεται ότι βελτιώνει την ταχύτητα μυϊκής συστολής. Η μυϊκή υπερτροφία θα

ήταν αδύνατη χωρίς την αύξηση του αριθμού των πυρήνων που βρίσκονται στα μυϊκά κύτταρα

Ο συνδυασμός της μεθόδου υπερτροφίας και της μεθόδου ενδομυϊκού συντονισμού αποτελούν την πυραμιδική μέθοδο , δηλαδή εκτελούνται σετ με τονισμό κυρίως της υπερτροφίας , στη βάση της πυραμίδας και σετ με τονισμό κυρίως του ενδομυϊκού συντονισμού , στη κορυφή της πυραμίδας. Συνολική ποσότητα 9-16 σετ / ασκήση)

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ

	ΥΠΕΡΤΡΟΦΙΑ	ΕΝΔΟΜΥΙΚΟΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ(ΤΑΧΥΤΗΤΑ)
ΕΝΤΑΣΗ	75-90%	90-100%	40-60%
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ	Αργή ως μέτρια	Μέτρια εκρηκτική εφαρμογή	Μέγιστη
ΣΕΤ/ΑΣΚΗΣΗ	5-12	5-12	3-5
ΑΣΚΗΣΕΙΣ/ΜΥΙΚΗ ΟΜΑΔΑ	Ανάλογα με τη μεθοδολογία (π.χ split)	Ανάλογα με τη μεθοδολογία (π.χ split)	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ/ΣΕΤ	Μέχρι την εξάντληση	1-5	Μέχρι εμφανή πτώση της ταχύτητας
ΔΙΑΔΕΙΜΜΑ/ΣΕΤ	2-4min	3-5min	3-5min
ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ	Αύξηση της εγκάρσιας διατομής του μυός. Αύξηση των αποθεμάτων ATP, CP και γλυκογόνου. Βελτίωση γαλακτικού και αγαλακτικού μεταβολισμού.	Βελτίωση ενδομυϊκού συντονισμού. Μείωση ελλείμματος δύναμης. Βελτίωση σχετικής δύναμης. Βελτίωση ρυθμού αύξησης δύναμης	Υπερτροφία κυρίως FT ινών. Βελτίωση ρυθμού ανάπτυξης δύναμης. Βελτίωση γαλακτικού και αγαλακτικού μεταβολισμού.

Ανακεφαλαίωση ως προς τις μεθόδους ανάπτυξης της μέγιστης δύναμης ανάλογα με τον στόχο.

- **Μυϊκή υπερτροφία** : επαναλαμβανόμενες υπομέγιστες εντάσεις μέχρι την εξάντληση
- **Ενδομυϊκός συντονισμός** : μέγιστες εντάσεις μικρής διάρκειας
- **Μυϊκή υπερτροφία και μυϊκός συντονισμός**: (πυραμιδική μέθοδος)

2.2.1 Τύποι Μυϊκών Συστολών

Η μυϊκή συστολή είναι αποτέλεσμα της παράλληλης ολίσθησης των μυονηματίων ακτίνης και μυοσίνης. Η κίνηση αυτή προκαλείται από τις κεφαλές των μορίων της μυοσίνης (εγκάρσιες γέφυρες), με την προσκόλληση τους επάνω σε συνδετικές θέσεις της ακτίνης και κατόπιν αποκόλλησης τους από αυτές. Διακρίνουμε τρία είδη μυϊκής συστολής - δράσης που ονομάζονται ανάλογα με το πως επηρεάζουν το μήκος της μυοτενόντιας ενότητας. **α) Ισομετρική** , **β) Σύγκεντρη (η μειομετρική)** και **γ) Έκκεντρη(η πλειομετρική)**

Πιο αναλυτικά:

α) Ως ισομετρική συστολή ορίζεται η στατική εργασία των μυών με το μήκος τους να μην μεταβάλλεται, χωρίς δηλαδή ορατή μεταβολή της αρθρικής γωνίας (Fousekis, et al 2014), καθώς η δύναμη που παράγουν ισούται με την εξωτερική αντίσταση. Ένα παράδειγμα τέτοιας συστολής είναι όταν κάποιος κρατάει σταθερά (χωρίς να μετακινείται) ένα αντικείμενο.

β) Στη σύγκεντρη συστολή οι μύες έχουν την ιδιότητα να βραχύνονται ορατά ενώ παράγουν τάση. (Fousekis et al 2014) Κατά τη διάρκεια της συστολής αυτής ο μυς λειτουργεί σύμφωνα με τη θεωρία ολίσθησης των νηματίων. Αυτό συμβαίνει σε όλο το εύρος του μυός, παράγοντας έργο στη μυοτενόντια περιοχή, με αποτέλεσμα ο μυς να βραχύνεται και να αλλάζει η γωνία της άρθρωσης. Στη σύγκεντρη συστολή η δύναμη που παράγεται είναι αρκετή έτσι ώστε να ξεπεράσει την υπάρχουσα αντίσταση, είτε αυτή είναι μόνο η βαρύτητα, είτε μια εξωτερική αντίσταση (ώθηση, ρίψη ή λήψη). (Fousekis et al 2014)

γ) Έκκεντρη είναι η σύσπαση όπου ο μύς υφίσταται μια εξωτερική μορφή, μεγαλύτερη από αυτή που παράγει ο ίδιος, με συνέπεια να επιμηκύνεται. Η πηγή εξωτερικής δύναμης που αναπτύσσει τη ροπή αυτή είναι συνήθως η βαρύτητα ή η δράση των ανταγωνιστών μυών. Επίσης, έκκεντρη συστολή θεωρείται και η κίνηση κατά την οποία ένα μέρος του σώματος επιβραδύνεται. (Fousekis et al 2014)

Η έκκεντρη σύσπαση προηγείται της σύγκεντρης, γνωστό και ως κύκλος διάτασης βράχυνσης, ενώ η ισομετρική συστολή παρεμβάλλεται μεταξύ τους ή σταθεροποιεί τις υπόλοιπες αρθρώσεις. (Fousekis et al 2014)

2.2.2 Φυσιολογικές μεταβολές από την εφαρμογή προγραμμάτων δύναμης

Με την αναερόβια προπόνηση που περιλαμβάνει την προπόνηση ταχύτητας και την προπόνηση αντίστασης, υπάρχουν αλλαγές στους σκελετικούς μύες που απεικονίζουν συγκεκριμένα την επιστράτευση μυικών ινών για αυτούς τους τύπους δραστηριοτήτων. Καθώς εργαζόμαστε σε υψηλότερες εντάσεις, επιστρατεύουμε μυικές ίνες FT (ταχείας συστολής) σε μεγάλη έκταση, αλλά όχι αποκλειστικά επειδή οι ίνες ST (βραδείας συστολής) συνεχίζουν να επιστρατεύονται. Συνολικά οι δραστηριότητες τύπου σπριντ και αντίστασης χρησιμοποιούν τις μυικές ίνες FT πολύ περισσότερο από ό,τι οι αερόβιες δραστηριότητες. Συνεπώς οι μυικές ίνες FTα (ταχείας συστολής τύπου α) και FTβ υποβάλλονται σε μια αύξηση της εγκάρσιας διατομής τους. Η εγκάρσια διατομή αυξάνεται και στις ίνες ST αλλά σε μικρότερο ποσοστό. Επιπλέον παρατηρείται ότι με την προπόνηση ταχύτητας υπάρχει μείωση του ποσοστού των ινών ST και αύξηση του ποσοστού των ινών FT κυρίως των FTα. Εκτός από τις προσαρμογές στον μυ η αναερόβια προπόνηση επιφέρει μεταβολές στα ενεργειακά συστήματα. Οι δραστηριότητες παραγωγής μέγιστης μυικής δύναμης στηρίζονται για ενέργεια σε μεγάλο ποσοστό στο σύστημα ATP-PCr. Μετά από μελέτη που έγινε το 1979 από τον Costill και οι συνεργάτες του βρέθηκε ότι οι μέγιστες περιόδους ταχύτητας (6-s) μπορούν να βελτιώσουν την μυική δύναμη αλλά συμβάλλουν λίγο στους μηχανισμούς που ενέχονται στη διάσπαση της ATP. Μια άλλη μελέτη ωστόσο παρουσίασε βελτιώσεις σε αυτές τις ενζυμικές δραστηριότητες ATP-PCr όταν οι περίοδοι προπόνησης διαρκούσαν μόνο 5s. Ανεξάρτητα από τα δύο αντικρουόμενα αποτελέσματα των δύο ερευνών καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η σημαντικότερη αξία των περιόδων προπόνησης που διαρκούν λίγα μόνο δευτερόλεπτα (σπριντ, άρση βαρών κλπ) είναι η ανάπτυξη μυικής δύναμης η οποία επιτρέπει στο άτομο να εκτελέσει ένα δεδομένο έργο με λιγότερη προσπάθεια μειώνοντας τον κίνδυνο κόπωσης. Επιπλέον η αναερόβια προπόνηση (περίοδοι 30s) αυξάνει την δραστηριότητα βασικών γλυκολυτικών ενζύμων όπως είναι η φωσφορυλάση, η φωσφοφρουκτοκινάση και γαλακτική αφυδρογονάση. Τέλος με την αναερόβια προπόνηση παρατηρούνται μεταβολές και στην αποδοτικότητα κίνησης καθώς η προπόνηση σε υψηλές ταχύτητες βελτιώνει την ικανότητα και τον συντονισμό για εκτέλεση σε υψηλότερες εντάσεις. Η αναερόβια προπόνηση βελτιστοποιεί την επιστράτευση των ινών για να επιτρέψει μια περισσότερο αποδοτική κίνηση. (Wilmore and Costill et al 1994)

2.2.3 Υπερτροφία μυών

Πολλές φορές ακούγεται η φράση προπόνηση υπερτροφίας ή με απλα λόγια ‘όγκου’. Με τον όρο υπερτροφία αναφερόμαστε στην αύξηση της εγκάρσιας διαμέτρου του μυός που επιτυγχάνεται με τη χρήση αντιστάσεων και συγκεκριμένο προπονητικό μοτίβο. Υπάρχουν δύο τύποι υπερτροφίας που μπορούν να εμφανιστούν:

- **Η παροδική**
- **Η χρόνια**

Η **παροδική υπερτροφία** είναι η διόγκωση του μυός που συμβαίνει κατά τη διάρκεια μιας περιόδου άσκησης. Αυτό προκύπτει κυρίως από τη συσσώρευση υγρού(οίδημα) στα διάμεσα και ενδοκυτταρικά διαστήματα του μυός. Αυτό το υγρό χάνεται από το πλάσμα του αίματος. Η παροδική υπερτροφία, όπως το όνομά της υπονοεί , διαρκεί μόνο για ένα σύντομο χρονικό διάστημα. Το υγρό επιστρέφει στο αίμα εντός ωρών μετά την άσκηση.

Η **χρόνια υπερτροφία** αναφέρεται στην αύξηση του μεγέθους των μυών που εμφανίζεται με την μακροχρόνια προπόνηση με αντιστάσεις. Αυτή απεικονίζει πραγματικές δομικές αλλαγές στο μυ που μπορούν να προκύψουν από μια αύξηση είτε στον αριθμό των μυικών ινών (υπερπλασία ινών) και το μέγεθος των υπαρχουσών μεμονωμένων μυικών ινών (υπερτροφία ινών) ξεχωριστά είτε σε συνδυασμό. Αξιοσημείωτη είναι επίσης μια πρόσφατη διαπίστωση που αναφέρει ότι η έκκεντρη συνιστώσα δράσης των μυών κατά την προπόνηση είναι σημαντική για τη μεγιστοποίηση των αυξήσεων της επιφάνειας των μυών.(Wilmore and Costill et al 1994)

Το κλασικό μοντέλο της μυϊκής υπερτροφίας, μας λέει,ότι,το ερέθισμα που χρειάζεται το μυϊκό σύστημα για να αναπτυχθεί,πρέπει να είναι της τάξεως του 65% + ,με βάση την 1 Μ.Ε, σε αντίθεση, βάσει ερευνών,η προπόνηση υπερτροφίας με τη χρήση BFR χρειάζεται μόλις το 20-30% μιας μέγιστης επανάληψης για να επιφέρει την ίδια μυϊκή ανάπτυξη.

Στο χώρο του αθλητισμού έχει επικρατήσει η άποψη ότι απαιτείται η χρήση μεγάλων αντιστάσεων (high load training) για την επίτευξη της μυϊκής υπερτροφίας . Σύμφωνα με έρευνες έχει αποδειχθεί πως τόσο η προπόνηση με τη χρήση μεγάλων φορτίων (high load) όσο και η προπόνηση με τη χρήση χαμηλών φορτίων(low load) μπορούν να επιφέρουν

παρόμοιες αλλαγές όσον αφορά την μυϊκή υπερτροφία. Ωστόσο η high load προπόνηση υπερέχει όσον αφορά τη μεγιστοποίηση των προσαρμογών αντοχής.(Schoenfeld ,Peterson, Ogborn ,Contreras,Sonmez et al , 2015)

2.3 Τεχνικές ανάπτυξης δύναμης – εξοπλισμός

Για πολλά χρόνια η αύξηση της δύναμης θεωρούνταν ότι προέκυπτε άμεσα από τις αυξήσεις στο μέγεθος των μυών(υπερτροφία). Η αύξηση στο μέγεθος των μυών παραλληλίζεται γενικά με τη βελτίωση στη δύναμη και οι απώλειες στο μέγεθος των μυών συσχετίζονται με τις απώλειες στη δύναμη. Συνεπώς διαπιστώνεται μια σχέση αιτίας και αποτελέσματος μεταξύ του μεγέθους και της δύναμης των μυών. Παρ'όλα αυτά οι γυναίκες βιώνουν παρόμοια αύξηση δύναμης με τους άνδρες που συμμετέχουν στο ίδιο πρόγραμμα προπόνησης, αλλά οι γυναίκες δεν εμφανίζουν τόσο μεγάλη υπερτροφία. Παρόμοια συμπεράσματα έχουν βρεθεί και στα παιδιά, συνεπώς η βελτίωση της δύναμης δεν απαιτεί την υπερτροφία των μυών ωστόσο δεν παύει να είναι ένας από τους παράγοντες που την επηρεάζουν. Υπάρχουν όμως ολοένα και περισσότερα στοιχεία ότι ο νευρικός έλεγχος του προπονημένου μυός αλλάζει επίσης επιτρέποντας τη μεγαλύτερη παραγωγή δύναμης από το μυ.(Wilmore and Costill,1994)

Το νευρικό σύστημα εξηγεί μεγάλο μέρος της αύξησης της δύναμης που προκύπτει από την προπόνηση με αντιστάσεις. Ο Enoka έχει υποστηρίξει ότι η αύξηση της δύναμης μπορεί να επιτευχθεί χωρίς δομικές αλλαγές στο μυ, αλλά όχι χωρίς νευρομυϊκές προσαρμογές. Έτσι η δύναμη δεν είναι απλώς μια ιδιότητα του μυός, αλλά πιθανώς μια ιδιότητα του κινητικού συστήματος. Η επιστράτευση των κινητικών μονάδων είναι αρκετά σημαντική για την αύξηση της δύναμης. Αύξηση της δύναμης μπορεί να προκύψει και από αλλαγές στις συνδέσεις μεταξύ των κινητικών νευρώνων που βρίσκονται στο νωτιαίο μυελό επιτρέποντας στις κινητικές μονάδες να ενεργήσουν πιο συγχρονισμένα. Ο συγχρονισμός αυτός βελτιώνει το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης και την ικανότητα να ασκηθούν σταθερές δυνάμεις. .(Wilmore and Costill , 1994)

Η προπόνηση για βελτίωση της δύναμης στοχεύει στην αύξηση της εγκάρσιας διατομής του μυός και στη μεγαλύτερη τάση ανα λειτουργική μονάδα ή περιοχή. Υπάρχει ωστόσο μια επιλεγμένη ορολογία όσον αφορά τη θεραπευτική προπόνηση για αύξηση δύναμης.:

➤ **Μυική δύναμη** είναι η ικανότητα που έχει ο μυς ή μια ομάδα μυών να παράγει έργο.

➤ **Μέγιστη μυική δύναμη** είναι η μέγιστη τάση που μπορεί να παράγει ένας μυς ή μια ομάδα μυών. Είναι το μέγιστο βάρος που μπορεί να υπερνικήσει μόνο μια φορά, και αναφέρεται ως μια μέγιστη επανάληψη. (1RM = 1 Repetition Max)

➤ **Ειδική αθλητική δύναμη** είναι (όρος που δίνεται από το συγγραφέα του κεφαλαίου αυτού) εκφράζει το ειδικό επίπεδο δύναμης που απαιτείται για κάθε άθλημα μετρημένο ανα μυ ή μυική ομάδα. Εκφράζεται με τη διαφορετικότητα των μυών ή μυικών ομάδων , που οφείλεται στην εφαρμογή έναντι των απαιτήσεων του αθλήματος.

Η μέτρηση της δύναμης αξιολογείται με τέσσερις τρόπους :

➤ Μέτρηση τάσης με συρματόσχοινο

➤ Το μέγιστο μιας επανάληψης (1RM)

➤ Δυναμομετρία

➤ Ηλεκτρομηχανικές και Ισοκινητικές μετρήσεις μέσω υπολογιστή και ειδικού λογισμικού (Fousekis,2014)

Ο σχεδιασμός προγραμμάτων αποκατάστης και ενδυνάμωσης με αντιστάσεις σχετίζεται με τον τρόπο δράσης των μυών. Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ασκήσεις στατικές , δυναμικές η συνδυασμός αυτών. Στατικές ασκήσεις είναι οι ισομετρικές ενώ δυναμικές είναι τα ελεύθερα βάρη, τα μηχανήματα μεταβλητής αντίστασης , η ισοκινητική και η πλειομετρική άσκηση. Για να επιτευχθεί η μυική ενδυνάμωση χρησιμοποιούνται διάφορες προπονητικές μέθοδοι όπως:

➤ Ισομετρική άσκηση

➤ Μειομετρική άσκηση

➤ Ισοκινητική άσκηση

➤ Άσκηση κλειστής κινητικής αλυσίδας

➤ Άσκηση ανοιχτής κινητικής αλυσίδας

➤ Άσκηση μεταβλητής αντίστασης

➤ Προπόνηση με ηλεκτρικό ερεθισμό

➤ Προπόνηση με διαδραστικά παιχνίδια

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν η καθορίζουν την επιτυχία πρόκλησης μυικής υπερτροφίας. Η σημαντικότερη αρχή είναι αυτή της υπερφόρτωσης , δηλαδή της εφαρμοζόμενης αντίστασης η οποία είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την καθημερινά συ-

νηθισμένη. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιδιωκόμενη υπερτροφία είναι **γενικοί** και **ειδικοί**:

ΓΕΝΙΚΟΙ

1. Γενετική προδιάθεση
2. Διατροφή
3. Κίνητρο του αθλητή
4. Ψυχολογία
5. Νοημοσύνη

ΕΙΔΙΚΟΙ

1. Το είδος και οι μυικές ανάγκες του αγωνίσματος
2. Η σοβαρότητα του τραυματισμού, η χειρουργική αντιμετώπιση
3. Το εμφανιζόμενο πρωτόκολλο μυικής ενδυνάμωσης – επαναφοράς.

(Fousekis,2014)

Η αύξηση της μυικής δύναμης ως επι το πλείστον επιτυγχάνεται με τη χρήση αντιστάσεων. Οι δράσεις της προπόνησης με αντιστάσεις συσχετίζονται με τους τύπους δράσεως των μυών. Στην προπόνηση με αντιστάσεις συμπεριλαμβάνονται δύο δράσεις, οι στατικές ή ισομετρικές, οι δυναμικές ή ο συνδυασμός αυτών των δύο. Οι δυναμικές δράσεις περιλαμβάνουν τη χρήση των ελεύθερων βαρών, τη μεταβλητή αντίσταση, τις ισοκινητικές δράσεις και την πλειομετρική προπόνηση. Κατά τη χρήση ελεύθερων βαρών (μπάρες, αλτήρες) το φορτίο- αντίσταση που ανυψώνεται παραμένουν σταθερά σε όλο το εύρος της κίνησης. Αντίθετα μια δράση μεταβλητής αντίστασης περιλαμβάνει αλλαγή της αντίστασης ώστε αυτή να ταιριάζει με την καμπύλη δύναμης. Συνεπώς η δύναμη που ασκείται από τους μύς δεν είναι ίδια σε όλη την τροχιά της κίνησης, έτσι όταν κάποιος περπατάει με ελεύθερα βάρη, το μέγεθος της αντίστασης(βάρους) που χρησιμοποιεί περιορίζεται από το πιο αδύνατο σημείο της τροχιάς της κίνησης. Για παράδειγμα σε μια κίνηση κάμψης αγκώνα για την εκγύμναση του δικεφάλου βραχιονίου η μέγιστη ικανότητα παραγωγής δύναμης είναι στις 100 μοίρες(βέλτιστη γωνία) ενώ οι μύες είναι πιο αδύναμοι στις γωνίες των 60(πλήρως λυγισμένοι αγκώνες) και 180 μοιρών(πλήρως εκτεταμένοι). Το φορτίο που θα επιλέξει ο ασκούμενος εξαρτάται από τις γωνίες 60 και 180 αντίστοιχα και όχι από την βέλτιστη γωνία όπου παράγει τη μέγιστη δύναμη. .(Wilmore and Costill, 1994)

Εξοπλισμός

➤ Υπάρχει πληθώρα εξοπλισμού και ασκήσεων που συμβάλλουν στη μυική προσαρμοστική ενδυνάμωση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μυική ενδυνάμωση. Ασκήσεις που απομονώνουν έναν μυ ή μια κίνηση ή άλλες σύνθετες όπου πραγματοποιείται στοχευμένη ενδυνάμωση μιας μυικής ομάδας., αλλά συμμετέχουν σταθεροποιητικά ή βοηθητικά και άλλες. Υπάρχουν μηχανήματα που υποκαθιστούν τα ελεύθερα βάρη, προσφέροντας κυρίως σταθερές θέσεις κίνησης αλλά και απομόνωσης των επιλεγμένων προς ενδυνάμωση μυών. Όσον αφορά το είδος της μυικής σύσπασης είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν ξεχωριστά έκκεντρες ή σύγκεντρες ασκήσεις χωρίς εξωτερική βοήθεια επαναφοράς στην αρχική θέση. (Fousekis,2014)

Ενδεικτικά τα πιο κοινά μέσα προπόνησης

- Βάρη
- Εμπόδια
- Σκαλοπάτια
- Μποξ
- Κώνοι-πάγκοι
- Ιατρικές μπάλες
- Σχοινάκια

Οι ασκήσεις κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τα προπονητικά μέσα σε 2 κατηγορίες: α) Ασκήσεις με ελεύθερα βάρη , β) Ασκήσεις με μηχανήματα.

Ποια όμως η διαφορά τους;

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΒΑΡΗ

Πλεονεκτήματα:

1. Συμμετέχουν περισσότερες μυϊκές ομάδες.
2. Είναι πιο εύκολη η προσομοίωση αγωνιστικών κινήσεων.

Μειονεκτήματα:

1. Απαιτεί γνώση τεχνικής.
2. Αυξημένος κίνδυνος τραυματισμών.
3. Απαιτείται επίβλεψη.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

Πλεονεκτήματα:

1. Περιορίζεται ο κίνδυνος τραυματισμών (από μετακίνηση βαρών ή λανθασμένη επιλογή επιβάρυνσης).

2. Ο χρόνος άσκησης είναι μικρότερος.
3. Τα βάρη αλλάζουν και προσαρμόζονται πολύ εύκολα στις ατομικές απαιτήσεις.
4. Δε χρειάζεται βοηθός κατά την εκτέλεση των ασκήσεων.
5. Εξασφαλίζουν αντίσταση σε όλο το εύρος της κίνησης.
6. Είναι ιδανικά για αρχάριους και κατάλληλα για όλες τις ηλικίες

Μειονεκτήματα:

1. Δεν προσαρμόζονται πάντα στα ατομικά σωματικά χαρακτηριστικά.
2. Γυμνάζουν συγκεκριμένους μυς ή μυϊκές ομάδες και όχι όλο το σώμα (δεν εφαρμόζεται η κινηματική αλυσίδα).
3. Δεν είναι κατάλληλα για την ανάπτυξη της ειδικής δύναμης στον αγωνιστικό αθλητισμό.
4. Η ποιότητά τους στην κατεύθυνση εκτέλεσης της άσκησης δεν είναι πάντοτε καλή.
5. Το κόστος τους είναι συνήθως πολύ υψηλό

Η προπόνηση με ελεύθερα βάρη προτιμάται σε περίπτωση που δεν υπάρχει κάποιος τραυματισμός ή ανασταλτικοί παράγοντες καθώς υπερέχει της προπόνησης με μηχανήματα ,όσον αφορά στη βελτίωση της μυϊκής αντοχής και την αύξηση της δύναμης(Schott, Johnen, Holfelder et al 2019)

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΜΕ ΒΑΡΗ

- Μηχανήματα με βάρη
- Μηχανήματα με σταθερή εξωτερική αντίσταση
- Μηχανήματα προσαρμοζόμενης αντίστασης
- Μηχανήματα μεταβαλλόμενης αντίστασης μηχανήματα με τοποθέτηση δίσκων
- Ελεύθερα βάρη
- Μπάρες
- Αλτήρες
- Δίσκοι
- Πάγκοι
- Βοηθητικός εξοπλισμός(σκαλοπάτι για ακροστασίες, μποξ, λαβές κλπ)
- Αλυσίδες

Άλλοι διαχωρισμοί μεταξύ των ασκήσεων είναι ως προς τον αριθμό των αρθρώσεων που συμμετέχουν στην άσκηση όπου έχουμε τις

Μονοαρθρικές: συμμετοχή μίας μόνο άρθρωσης

Πολυαρθρικές: Συμμετοχή δύο ή περισσότερων αρθρώσεων.

Οι πολυαρθρικές ασκήσεις είναι πιο αποτελεσματικές για τη βελτίωση της δύναμης, ενώ οι μονοαρθρικές είναι πιο ασφαλείς αφού απαιτείται χαμηλότερο επίπεδο ικανότητας και τεχνικής.

Ενδεικτικά παραδείγματα τέτοιων ασκήσεων είναι:

- Ημικάθισμα (με μπάρα μπροστά, πίσω)
- Βαθύ κάθισμα (με μπάρα μπροστά, πίσω)
- Καθίσματα στο μηχάνημα
- Αρασέ
- Επολέ (στρίψιμο)

Ένα άλλο είδος ασκήσεων είναι αυτό που επιτυγχάνεται με το βάρος του σώματος χωρίς δηλαδή την χρήση εξοπλισμού για την εφαρμογή αντίστασης.

Ενδεικτικά παραδείγματα τέτοιων ασκήσεων είναι:

ΑΝΩ ΑΚΡΑ-ΚΟΡΜΟΣ

- Κάμψεις
- Βυθίσεις
- Έλξεις
- Κοιλιακοί
- Ραχιαίοι
- Πτώσεις

ΚΑΤΩ ΑΚΡΑ

- Βαθύ κάθισμα
- Ανεβάσματα σε μποξ
- Πλάγιες μετατοπίσεις
- Σχοινάκι
- Βάδισμα με προβολές
- Τρέξιμο προς τα πίσω
- Αλτικές ασκήσεις

Σε ένα πρόγραμμα άσκησης εκτός από το είδος των ασκήσεων και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται σημαντικό ρόλο έχει και η οργάνωση του προγράμματος ως προς την σειρά των ασκήσεων.

- Η άσκηση των μεγάλων μυϊκών ομάδων προηγείται των μικρότερων.
- Οι πολυαρθρικές ασκήσεις πριν από τις μονοαρθρικές.
- Στην αρχή του προγράμματος άσκησης τοποθετούνται περισσότερο πολύπλοκες κινήσεις που απαιτούν ξεκούραστο νευρομυϊκό σύστημα (όπως αλτικές ασκήσεις ή εκμάθηση τεχνικής) (Faigenbaum et al., 2009' Vehrs, 2005).

Ως προς την οργάνωση των προγραμμάτων άσκησης υπάρχουν επίσης διαχωρισμοί αναλογά με το στόχο και το μοτίβο της προπόνησης που επιθυμεί ο κάθε φυσικοθεραπευτής να επιλέξει.

Έτσι έχουμε:

- Προπόνηση σε σταθμούς
- Προπόνηση σε ενότητες
- Κυκλική προπόνηση

ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΣΕ ΣΤΑΘΜΟΥΣ

- Κάθε σταθμός είναι και μια άσκηση.
- Ο ασκούμενος εκτελεί σε κάθε σταθμό τα σετ που έχει να κάνει και κατόπιν πάει στον επόμενο σταθμό (π.χ. πάγκος 3 σετ και κατόπιν ημικάθισμα άλλα 4 σετ).
- Είναι κατάλληλη μορφή για όλες τις φάσεις της μακρόχρονης προπονητικής διαδικασίας.
- Σαν μειονέκτημα μπορεί να αναφερθεί η αναγκαιότητα πολλών οργάνων όταν έχουμε πολλούς αθλητές.
- Μοιάζει με την κυκλική προπόνηση. Η βασική διαφορά είναι ότι σε κάθε σταθμό γίνονται περισσότερα από ένα σετ, ενώ στην κυκλική μόνο ένα.

ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΣΕ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

- Σε αυτή τη μορφή που μοιάζει με την κυκλική έχουμε από 2-4 σταθμούς.
- Ο ασκούμενος εκτελεί από ένα σετ σε κάθε σταθμό διαδοχικά και αρχίζει τον κύκλο πάλι από την αρχή.
- Έχουμε οικονομία χρόνου μέχρι και 40% σε σχέση με την προπόνηση σε σταθμούς.

ΚΥΚΛΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ

- Κάθε σταθμός είναι και μια άσκηση.
- Ο αριθμός των σταθμών ξεκινά από 4 και φτάνει μέχρι τους 14.
- Ο ασκούμενος εκτελεί από ένα σετ σε κάθε σταθμό διαδοχικά και αρχίζει τον κύκλο πάλι από την αρχή

2.3.1 Τεχνική ανάπτυξης δύναμης μέσω περιορισμού αιματικής ροής- ορισμός

Με τον όρο Blood Flow Restriction training(BFR) γνωστό και ως kaatsu training ή occlusion training αναφερόμαστε στο περιορισμό της αιματικής ροής με την χρήση ειδικών μανσетенών. Ο όρος blood flow restriction training αναφέρεται σε προπόνηση με περιορισμένη αιματική ροή. Η μέθοδος bfr training έχει γίνει γνωστή τα τελευταία χρόνια καθώς πολυάριθμες έρευνες υποστηρίζουν ότι η χρήση μέτριας έντασης περιορισμού της αιματικής ροής (BFR) σε συνδυασμό με άσκηση αντοχής χαμηλού φορτίου μπορεί να προκαλέσει την ενίσχυση της υπερτροφίας καθώς επίσης και της μυικής δύναμης και ισχύος. Εκτός από τα προγράμματα αντίστασης το bfr έχει βρεθεί πως σε συνδυασμό με αερόβια άσκηση χαμηλού φορτίου μπορεί να προκαλέσει μικρές μορφολογικές αλλαγές, αλλά και να ενισχύσει την αντοχή, ενώ είναι η μόνη μέθοδος προπόνησης που μπορεί να αποτρέψει σε μεγάλο ποσοστό την ατροφία σε περιόδους εκφόρτωσης. (Scott, Brendan,Loenneke, Jeremy,Slattery, Katie, Dascombe, Ben et al 2015) .Η πίεση περιορισμού που εφαρμόζεται στο bfr οδηγεί σε μερικό περιορισμό της αρτηριακής εισροής στους μυς, αλλά, κυρίως περιορίζει σημαντικά τη φλεβική εκροή από τους μυς. (Patterson, Hughes, Head, Warmington, Brandner et al 2017.) Η βελτίωση της δύναμης κατά την αποκατάσταση του μυοσκελετικού συστήματος είναι πολλή σημαντική για όλους τους κλινικούς πληθυσμούς. Η χαμηλής έντασης προπόνηση με χαμηλά φορτία συνδυασμένη με περιορισμό της αιματικής ροής BFRT(blood flow restriction training) προσφέρει μια πιο αποτελεσματική και πιο ανεκτή προσέγγιση για τους κλινικούς πληθυσμούς κατά την αποκατάσταση σε σχέση με την κλασσική προπόνηση υψηλού φορτίου. (Hughes, Luke; Paton, Bruce; Rosenblatt, Ben; Gissane, Conor; Patterson, Stephen David et al 2017)

2.3.2 Εξοπλισμός

Το BFR είναι ένα ερέθισμα που συνήθως εφαρμόζεται με εξειδικευμένες μανσέτες πίεσης τοποθετημένες στην κορυφή ενός άκρου οι οποίες διογκώνονται σε μια καθορισμένη πίεση κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η εφαρμοζόμενη πίεση πρέπει να είναι αρκετά υψηλή ώστε να αποκλείει την φλεβική επιστροφή από τον μυ, αλλά αρκετά χαμηλή για να διατηρεί την αρτηριακή εισροή στον μυ. (Loenneke,Fahs,Rossow,Thiebaud, Mattocks, Abe , Bemben et al , 2013). Παρά τα παρατηρούμενα οφέλη από αυτό το νέο τρό-

πο άσκησης, τα αποτελέσματα είναι μεταβλητά από διαφορετικά εργαστήρια, το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στις διαφορετικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό της ροής του αίματος.(Loenneke, Fahs, . Rossow, Sherk, Thiebaud, Abe, Bemben et al, 2011)

Οι μανσέτες BFR μπορούν να κατασκευαστούν από ελαστικό ή νάιλον.

Εικόνα 1: Occlusion Bands Fitness Gym BFR Bands Blood Flow Restriction Occlusion BFR Tourniquet Training Biceps Bands



Εικόνα 2: Smart nylon bfr cuffs



Οι στενότερες μανσέτες είναι συνήθως ελαστικές και οι πιο πλατιές είναι νάιλον. Με τις ελαστικές μανσέτες υπάρχει μια αρχική πίεση ακόμη πριν φουσκώσει το περίβλημα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα διαφορετική ικανότητα περιορισμού της ροής του αίματος σε σύγκριση με τις μανσέτες από νάιλον. Η αρχική πίεση αντιπροσωπεύει την πίεση που ασκείται στο άκρο από τις ελαστικές μανσέτες πριν φουσκώσει η μανσέτα. Η δυνατότητα

ελέγχου της αρχικής πίεσης εμφανίζεται αποκλειστικά στις συσκευές Kaatsu Master / Mini. (Loenneke, Fahs, Rossow, Thiebaud, Mattocks, Abe, Bemben et al 2013)

αν και είναι προφανές ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ελαστικών στενών μανσетенών (5 cm) και των φαργιών μανσетенών από νάιλον (13,5 cm), είναι ασαφές αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ δύο μανσетенών παρόμοιου μεγέθους (5cm) αλλά διαφορετικού υλικού (νάιλον έναντι ελαστικού). Σε αυτό το ερώτημα βασίστηκαν οι (Loenneke, Thiebaud, Fahs, Rossow, Abe, Bemben, et al 2013) οι οποίοι μετά από έρευνα που πραγματοποίησαν κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, η αρτηριακή πίεση απόφραξης είναι παρόμοια μεταξύ των δύο μανσетенών παρόμοιου μεγέθους αλλά διαφορετικού υλικού. Αυτά τα δεδομένα υποδηλώνουν ότι είτε ελαστικές είτε νάιλον μανσέτες του ίδιου πλάτους προκαλούν παρόμοιους ίδιο βαθμό πίεσης BFR κατά τη διάρκεια των συνθηκών ανάπαυσης. Στην έρευνα συμμετείχαν 16 εθελοντές 7 άνδρες και 9 γυναίκες οι οποίοι ήταν 23 ετών (+/-3) ετών, ύψος 1.70 +/- (0,10) m και μάζα σώματος 72,1 (17, 9) kg. Οκτώ από τους 16 συμμετέχοντες έλαβαν αρτηριακή απόφραξη και από τις δύο μανσέτες. Συνενώθηκαν δείγματα δοκιμών σε αυτούς τους οκτώ συμμετέχοντες και δεν βρέθηκε στατιστική διαφορά μεταξύ των τύπων περιχειρίδας για την αρτηριακή πίεση απόφραξης. Για το πείραμα τοποθετήθηκαν στους συμμετέχοντες από ύπτια θέση είτε νάιλον περιχειρίδα 5x83cm είτε ελαστική περιχειρίδα 5x135cm στο εγγύτερο τμήμα κάθε σκέλους. Ο παλμός στον αστράγαλο (αρτηριακή ροή αίματος) ανιχνεύθηκε χρησιμοποιώντας έναν αμφίδρομο καθετήρα χειρός DOPPLER ο οποίος τοποθετείται στην οπίσθια κνημιαία αρτηρία. Αυτός ο ιστότοπος επιλέχθηκε επειδή η ροή αίματος της μηριαίας αρτηρίας είναι δύσκολο να μετρηθεί με την εφαρμογή μανσетенών. Τόσο τα ακουστικά όσο και τα οπτικά σήματα από τον ανιχνευτή Doppler έδειξαν αν υπήρχε ο παλμός. Οι ελαστικές μανσέτες εφαρμόστηκαν με μια αρχική δύναμη συμπίεσης 50 mmHg (Karabulut, 2011). Οι μανσέτες από νάιλον εφαρμόστηκαν σφιχτά γύρω από τον ανώτερο τμήμα του μηρού. Ωστόσο, η συσκευή που φουσκώνει τις μανσέτες από νάιλον δεν επιτρέπει την ρύθμιση μιας αρχικής δύναμης συμπίεσης. Οι ελαστικές μανσέτες συνδέθηκαν σε μια συσκευή καλουπιού Kaatsu Master Inflator (Sato Sports Plaza, Τόκιο, Ιαπωνία), οι μανσέτες από νάιλον συνδέθηκαν σε μια άλλη συσκευή E 20 Rapid Cuff Inflator (Hokanson, Bellevue, WA, USA). Και οι δύο συσκευές προσαρμόζονται στην πίεση της μανσέτας αυτόματα και οι πραγματικές πιέσεις επιβεβαιώθηκαν στο ψηφιακό παράθυρο των μηχανών. Το ίδιο πρωτόκολλο χρησιμοποιήθηκε και για τους δύο τύπους μανικετιών που περιγράφηκε αλλού (Loenneke, 2012b). Αν οι συμμετέχοντες εξακολουθούσαν να έχουν ανιχνεύσιμο παλμό σε μανσέτα 300 mmHg η πίεση αρτηριακής απόφραξης καταγράφηκε ως «300+» mmHg. Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα

όπως αναφέρθηκε και στην αρχή ότι η αρτηριακή πίεση απόφραξης είναι παρόμοια μεταξύ δύο μανσρών παρόμοιου μεγέθους αλλά διαφορετικού υλικού. Κατά συνέπεια είτε ελαστικές ή νάιλον μανσέτες του ίδιου πλάτους προκαλούν παρόμοιους βαθμούς BFR με την ίδια πίεση. (Loenneke, Thiebaud, Fahs, Rossow, Abe, Bemben, et al 2013).

Υποστηρίζεται ότι οι ελαστικές μανσέτες έχουν αποδειχθεί ότι παρέχουν σημαντικά μεγαλύτερη αρτηριακή πίεση απόφραξης σε αντίθεση με τις μανσέτες από νάιλον. κατά τη διάρκεια των συνθηκών ανάπαυσης. (Buckner, Dankel, Counts, Jessee, Mouser, Mattocks, Laurentino, Abe, Loenneke et al 2016). Η παραπάνω έρευνα έγινε με σκοπό να διερευνήσει τις σκελετικές αποκρίσεις κατά την άσκηση με BFR σε αποτυχία μεταξύ ελαστικών και νάιλον μανσρών που τυπικά χρησιμοποιούνται στην βιβλιογραφία. Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 15 νεαρά άτομα (12 άνδρες και 3 γυναίκες) συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα ανάλυση. Όλοι οι συμμετέχοντες έλαβαν οδηγίες να απέχουν από: (1) την κατανάλωση φαγητού δυο ωρών πριν και (2) από την κατανάλωση καφεΐνης 8 ώρες πριν από τις μετρήσεις με την αρτηριακή απόφραξη κατά την πρώτη επίσκεψη, καθώς επίσης και να απέχουν από την άσκηση 24 ώρες πριν από όλες τις επισκέψεις, ενώ αποκλείστηκαν όσοι είχαν περισσότερους από έναν παράγοντα κινδύνου. Όλοι οι συμμετέχοντες επισκέφθηκαν το εργαστήριο τρεις φορές, διαχωρισμένες με 7-10 ημέρες. Κατά την πρώτη τους επίσκεψη αφού συμπλήρωσαν ένα ιστορικό και μια βεβαίωση ότι δεν έχουν κανένα από τα στοιχεία αποκλεισμού, έγινε μέτρηση στο ύψος τη σωματική μάζα και την περιφέρεια του άνω άκρου και επιλέχθηκε τυχαία το χέρι που θα προπονούσαν το οποίο όμως θα παρέμενε το ίδιο για όλες τις επισκέψεις. Μετά από αυτό, οι συμμετέχοντες κάθισαν σε ένα ήσυχο δωμάτιο για 10 λεπτά ξεκούραση πριν από την μέτρηση της αρτηριακής απόφραξης σε ανάπαυση. Η πίεση απόφραξης μετρήθηκε τόσο με νάιλον μανσέτες μεγέθους 5 cm όσο και με ελαστική μανσέτα 3 cm, σε τυχαία σειρά. Οι δύο μετρήσεις αρτηριακής απόφραξης διαχωρίστηκαν με δέκα λεπτά ανάπαυσης μεταξύ των μετρήσεων. Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων της πίεσης αρτηριακής απόφραξης καθορίστηκε η 1RM για την κάμψη του δικεφάλου. Κατά την 2^η και 3^η πειραματική επίσκεψη οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν 4 σετ κάμψης δικεφάλου στο 30% της 1RM με το 40% της αρτηριακής απόφραξης σε ηρεμία για κάθε αντίστοιχη περιχειρίδα που εφαρμόζεται στο εγγύς τμήμα του βραχίονα. Ο τύπος της μανσέτας ήταν τυχαίος μεταξύ επισκέψεων 2 και 3. Πριν, αμέσως μετά, και 5, 20, 40 και 60 λεπτά μετά την ολοκλήρωση του πρωτοκόλλου άσκησης μετρήθηκε το πάχος των μυών (δείκτης μυϊκής υπερτροφίας) χρησιμοποιώντας υπερηχογράφημα τύπου B και η ισομετρική δύναμη αξιολογήθηκε σε δυναμόμετρο. Χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρομυογραφία (EMG) για την εκτίμηση της ηλεκτρικής δραστηριότητας του

μυός κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου άσκησης. Μετά από 10 λεπτά ανάπαυσης τοποθετήθηκαν μια μανσέτα νάυλον πλάτους 5cm και μια ελαστική μανσέτα 3cm στο εγγύτερο τμήμα του βραχίονα που καθορίστηκε προηγουμένως σε όρθια θέση. Η πίεση για τη νάυλον μανσέτα (5cm) ρυθμίστηκε από το E20 Rapid Cuff Inflator και για την ελαστική μανσέτα (3cm) από (Kaatsu Master, Tokyo, Ιαπωνία). Ο παλμός μετρήθηκε κατά τη διάρκεια του φουσκώματος χρησιμοποιώντας ένα χειροκίνητο αμφίδρομο ανιχνευτή Doppler MD6 (Hokanson, Bellevue, WA, ΗΠΑ) τοποθετημένη στην κερκιδική αρτηρία. Τόσο ακουστικά όσο και τα οπτικά σήματα από τον ανιχνευτή Doppler υποδεικνύουν εάν υπάρχει παλμός. Για την περιχειρίδα των 5 cm, η πίεση αρχικά ρυθμίζεται στα 50 mmHg και στη συνέχεια αυξάνεται σταδιακά έως ότου η αρτηριακή ροή δεν ανιχνεύεται πλέον. Για την ελαστική μανσέτα 3cm, η μανσέτα ήταν σφιγμένη σε αρχική πίεση 30 mmHg (δηλαδή την ποσότητα πίεσης που εφαρμόζεται στο χέρι πριν από το φούσκωμα), και σταδιακά αυξάνεται: πρώτα κατά 50 mmHg και στη συνέχεια κατά 10 mmHg μέχρι η αρτηριακή ροή να μην ανιχνεύεται πλέον. Η πίεση αρτηριακή απόφραξης καταγράφηκε στο πλησιέστερο 1 mmHg για τη 5-cm νάυλον μανσέτα και στο πλησιέστερο 10mmHg για τη 3 cm mmHg (αυτή η μηχανή δεν μπορεί να ρυθμιστεί στο πλησιέστερο 1 mmHg) ελαστική μανσέτα, ως η χαμηλότερη πίεση της μανσέτας, στην οποία ο παλμός δεν ήταν παρών. Όταν η αρτηριακή ροή δεν ήταν πλέον ανιχνεύσιμη, η μανσέτα αφαιρέθηκε αμέσως και απομακρύνθηκε από το χέρι. Μετά από μια προθέρμανση περίπου στο 50% της εκτιμώμενης 1RM, μετρήθηκε η δύναμη μονόπλευρης κάμψης δικεφάλου, με τους συμμετέχοντες να στέκονται με την πλάτη και τους ώμους τους σε έναν τοίχο για να εξασφαλιστεί η σταθερότητα. Κατόπιν, ρυθμίστηκε το φορτίο στο 90% της εκτιμώμενης 1RM προτού αυξηθεί προοδευτικά το βάρος έως ότου οι συμμετέχοντες δεν ήταν πλέον σε θέση να ολοκληρώσουν μια πλήρη επανάληψη με τη σωστή τεχνική. Ένα 1RM λαμβάνονταν συνήθως μετά από 3-5 προσπάθειες. Το προπονητικό πρωτόκολλο κατά τη 2^η και 3^η επίσκεψη περιλάμβανε κάμψη δικεφάλου μυός μονόπλευρα μέχρι αποτυχία στο 30% 1RM με την μανσέτα να είναι φουσκωμένη στο 40% της πίεσης αρτηριακής απόφραξης σε ηρεμία. Αυτή η σχετική πίεση επιλέχθηκε πως είναι η χαμηλότερη αποτελεσματική πίεση που έχει εξετασθεί και φαίνεται να προκαλεί παρόμοια ενεργοποίηση των μυών και μυϊκή ανάπτυξη στο άνω μέρος του σώματος όσο η υψηλότερη πίεση (90% πίεση αρτηριακής απόφραξης). Η αποτυχία ορίστηκε ως η αδυναμία να ολοκληρωθεί μια επανάληψη με τη σωστή μορφή ή αν γίνει διάλειμμα πριν την ολοκλήρωση μιας επανάληψης. Κάθε σετ χωρίζονταν από 30 δευτερόλεπτα ανάπαυσης. Όλες οι κάμψεις δικεφάλου πραγματοποιήθηκαν με το ρυθμό ενός μετρονόμου που επέτρεπε 1 δευτερόλεπτο για το έκκεντρο και ομόκε-

ντρο τμήμα της άσκησης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η εφαρμογή φαρδιάς μανσέτας έχει ως αποτέλεσμα χαμηλότερη πίεση αρτηριακής απόφραξης από ότι η στενή. Επιπλέον υποστηρίζεται ότι οι οξείες αποκρίσεις μεταξύ διαφορετικών τύπων περιχειρίδας (νάυλον έναντι ελαστικών) είναι παρόμοια όταν η πίεση εφαρμόζεται σε σχέση με το άτομο. Η μόνη διαφορά είναι ότι παρατηρήθηκε δυσφορία μετά από κάποια σετ άσκησης με τις ελαστικές περιχειρίδες. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η πίεση αρτηριακής απόφραξης ήταν σημαντικά μεγαλύτερη όταν χρησιμοποιούνταν η ελαστική μανσέτα σε αντίθεση με τη μανσέτα από νάυλον, έτσι αν το ερέθισμα δεν γίνεται σε σχέση με το άτομο και τον τύπο της περιχειρίδας που χρησιμοποιείται, η εφαρμογή του ερέθισματος μπορεί να μην είναι αυτό που προορίζεται. (Buckner , Dankel , Counts , Jessee , Mouser , Mattocks, Laurentino, Abe , Loenneke et al 2016).

Υπάρχουν τέσσερα είδη περιχειρίδων (cuffs) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μέθοδο αυτή. Τα είδη αυτά είναι :

1.Ελαστικοί υμάντες : Από τους απλούς και πιο συνηθισμένους τρόπους BFR ανάμεσα σε καθημερινούς ασκούμενους, καθώς αποτελούν μία οικονομική λύση. Όμως μεγάλο μειονέκτημα είναι η ασυνέπεια στο προπονητικό ερέθισμα ,λόγω διαφορετικής περιόδου και άρα διαφορετικού περιορισμού αιματικής ροής.

2.Πρακτικές περιχειρίδες :

Παρουσιάζουν ίδια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα με τους ελαστικούς υμάντες (λίγο πιο ακριβό). Διαφοροποιούνται όμως ως προς την άνετη εφαρμογή τους καθώς είναι πιο βολικοί (προσοχή σε περιχειρίδες < 4 cm) και ως προς την καλύτερη αποτελεσματικότητα τους που έχει βρεθεί μετά από έρευνες.

3. Ειδικές περιχειρίδες με αέρα:

Οι περιχειρίδες με προσαρμοσμένη πίεση, επιτρέπουν την ακριβή μέτρηση του περιορισμού της αιματικής ροής, προσφέρουν σταθερά και μετρήσιμα αποτελέσματα και είναι αρκετά ευέλικτες . Απαιτείται όμως συσκευή Doppler.

4.Ηλεκτρονικές περιχειρίδες :

Αποτελεί το Gold Standard της προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής στην αποκατάσταση. Περιέχει ενσωματωμένο Doppler και αυτόματα προσαρμοσμένες πιέ-

σεις ,παρέχει τα πιο σταθερά αποτελέσματα από όλες τις άλλες μεθόδους όμως είναι πολύ ακριβότερο από τα προηγούμενα και υστερεί σε ευελιξία.

Οι ιατρικές περιχειρίδες τείνουν να είναι οι καλύτερες για την προπόνηση των χεριών ενώ τα ελαστικά καλύμματα των γονάτων (knee wraps) και τα λάστιχα (exercise bands) είναι συνήθως η πιο βολική επιλογή για τα πόδια.

Εικόνα 3: Ελαστικοί ιμάντες BFR



Εικόνα 4: Owens Recovery Science- Blood Flow Restriction Training



Εικόνα 5: Ποσοστό Αρτηριακής και Φλεβικής απόφραξης με εφαρμογή BFR



Εικόνα 6: Sports BFR Bands Pro



Εικόνα 7: EDGE Restriction System BFR Cuffs



Εικόνα 8: Double Wrap Occlusion Training Bands BFR for legs and calves



Εικόνα 9: Lifting Lab Flexible Arm Bands for Practical BFR



Εικόνα 10: BFR Arm Bands



Εικόνα 11: BFR Smart Cuffs



Εικόνα 12: Occlusion Training Cuffs (BFR)



Τα σημεία εφαρμογής των cuffs είναι συγκεκριμένα και είναι δύο.

1 .Στο άνω άκρο στο σημείο που τελειώνει (κατάφυση) ο δελτοειδής μυς (Εικ.13,14). Η μανσέτα φουσκώνει για να περιορίσει το 50% της αρτηριακής ροής αίματος και το 100% της φλεβικής ροής.

Εικόνα 13: BFR στο άνω άκρο



Εικόνα 14: BFR και στα δυο άνω άκρα



Εικόνα 15: Περιχειρίδα BFR στο άνω άκρο



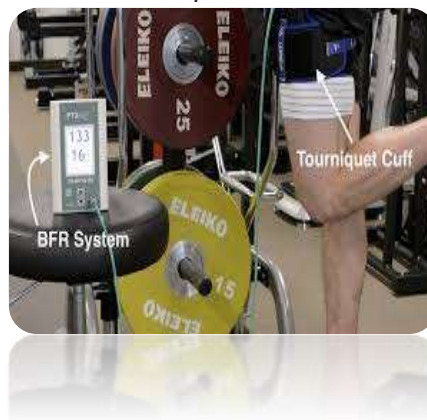
Εικόνα 16: Άσκηση με εφαρμογή BFR στο άνω άκρο



2. Στο κάτω άκρο στο άνω μέρος των μηρών στο τελείωμα της γλουτιαίας πτυχής. Η περιχειρίδα διογκώνεται για να περιορίσει το 80% της αρτηριακής ροής αίματος και το

100% της φλεβικής ροής. Με τη μανσέτα φουσκωμένη στη σωστή πίεση, οι φυσιολογικές ασκήσεις εκτελούνται σε περίπου 20-30% του 1RM.

Εικόνα 17: Εφαρμογή BFR στο κάτω άκρο



Εικόνα 18: Εφαρμογή BFR και στα δυο κάτω άκρα



Εικόνα 19: Άσκηση με εφαρμογή BFR μανσέτας στο κάτω άκρο



Εικόνα 20: Ενδυνάμωση τετρακεφάλου με εφαρμογή BFR



2.4 Τεχνικές ενδυνάμωσης με περιορισμό αιματικής ροής- εφαρμογές

Όπως προαναφέρθηκε το BFR είναι μια νέα μέθοδος που χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα του πληθυσμού καθώς έχει αποδειχθεί ότι έχει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της συμβατικής προπόνησης. Το BFR είναι ένα ερέθισμα που συνήθως εφαρμόζεται με εξειδικευμένες μανσέτες πίεσης τοποθετημένες στην κορυφή ενός άκρου οι οποίες διογκώνονται σε μια καθορισμένη πίεση κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η εφαρμοζόμενη πίεση πρέπει να είναι αρκετά υψηλή ώστε να αποκλείει την φλεβική επιστροφή από τον μυ, αλλά αρκετά χαμηλή για να διατηρεί την αρτηριακή εισροή στον μυ. (Loenneke, Fahs, Rossow, Thiebaud, Mattocks, Abe, Bembien et al, 2013). Παρά τα παρατηρούμενα

οφέλη από αυτό το νέο τρόπο άσκησης, τα αποτελέσματα είναι μεταβλητά από διαφορετικά εργαστήρια, το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στις διαφορετικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό της ροής του αίματος.(Loenneke, Fahs , Rossow, Sherk, . Thiebaud , Abe, Bemben, Bemben et al, 2011). Οι μανσέτες που χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό της αιματικής ροής μπορεί να είναι είτε στενές είτε πιο φαρδιές. Οι περισσότερες από τις στενές μανσέτες συνήθως κατασκευάζονται από ελαστικό υλικό σε αντίθεση με τις φαρδιές που κατασκευάζονται από νάιλον. Αυτή η διαφορά στο υλικό μπορεί να οδηγήσει σε διαφορές στην ικανότητα περιορισμού της αιματικής ροής και ορισμένες από αυτές τις διαφορές μπορεί να οφείλονται σε διαφορές στην αρχική πίεση.(Loenneke,. Fahs, Rossow ,Thiebaud, Mattocks, Abe ,. Bemben et al 2013).

Ενώ έχουν αναπτυχθεί ελαστικά αυτοματοποιημένα συστήματα μανικιών τα οποία είναι δημοφιλή στην Ιαπωνία, μπορεί να είναι πιο πρακτική η χρήση φουσκωτών μανσετών ή απλών ελαστικών περιτυλιγμάτων ιδιαίτερα όταν εφαρμόζεται bfr σε μεγάλο αριθμό ατόμων. Επιπλέον έχει αποδειχθεί η χρήση στενών μανσετών από νάιλον έχει παρέχει παρόμοιο ερέθισμα με τις ελαστικές μανσέτες πλάτους 5cm όταν διογκώνεται στην ίδια στοχευμένη πίεση (με αρχική πίεση 50 mmHg), τόσο στην ηρεμία όσο και κατά τη διάρκεια άσκησης. Αυτό δείχνει ότι τυχόν διαφορές μεταξύ των μανσετών οφείλονται κατά κύριο λόγο στο πλάτος της μανσέτας και όχι στο υλικό.(Scott , Loenneke , Slattery , Dascombe, 2014). Συνεπώς το πλάτος της μανσέτας αποτελεί σημαντικό παράγοντα κατά την εφαρμογή του BFR. Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν χρησιμοποιηθεί μανσέτες σε διάφορα πλάτη και για τα κάτω άκρα(4,5-18,5 cm) και για τους βραχίονες (3-12 cm). Σε μέτρηση που έγινε για το κάτω άκρο σε 116 ενήλικες(53 άνδρες, 63 γυναίκες) αποδείχθηκε πως οι μεγαλύτερες σε πλάτος μανσέτες περιορίζουν πως οι πιο μεγάλες σε πλάτος μανσέτες περιορίζουν τη ροή του αρτηριακού αίματος σε χαμηλότερη πίεση από τις στενές μανσέτες BFR, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι μελλοντικές μελέτες αντιπροσωπεύουν το πλάτος του μανικιού που χρησιμοποιείται. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι με τη χρήση πιο φαρδιών μανσετών είναι πιο εύκολο να φτάσουμε στην επιθυμητή περιοριστική πίεση. Επιπλέον η έρευνα υποστηρίζει πως η περιοριστική πίεση της μανσέτας πρέπει να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό από την περιφέρεια του μηρού και όχι να στηρίζεται στις τιμές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία.

(Loenneke, Fah, Rossow, Sherk, Thiebaud, Abe, Bemben, Bemben et al. , 2012). Αξιοσημείωτο εύρημα της παραπάνω έρευνας είναι ότι τα άκρα με μεγαλύτερη περιφέρεια απαιτούν μεγαλύτερη αποφρακτική πίεση για να φτάσουν στο επίπεδο περιορισμού της

αιματικής ροής που επιθυμούμε. Παρ' όλα αυτά η χρήση μανσέτων μεγαλύτερου πλάτους κυρίως στα άνω άκρα φαίνεται ότι σε ένα ποσοστό μπορεί να περιορίσει το πλήρες εύρος της κίνησης το οποίο επηρεάζει αρνητικά την εκτέλεση της άσκησης συνεπώς και την προσαρμογή στην εκπαίδευση.

Όπως προαναφέρθηκε εκτός από το πλάτος της μανσέτας που εφαρμόζεται στη bfr training σημαντικό ρόλο έχει και η τιμή της πίεσης που ασκείται μέσω της μανσέτας. Θεωρείται αποδεκτό η πίεση θα πρέπει να είναι αρκετά υψηλή ώστε να αποκλείει την φλεβική επιστροφή από το μυ, αλλά αρκετά χαμηλή για να διατηρήσει την αρτηριακή εισροή στο μυ. Επιπλέον μια υπόθεση υποστηρίζει πως η χρήση μιας μέτριας πίεσης στην εφαρμογή του BFR παράγει ευεργετικά αποτελέσματα, ενώ υψηλότερες πιέσεις (σε ή κοντά στην αρτηριακή απόφραξη) μπορεί να μειώσουν τα οφέλη της άσκησης και να αυξήσουν τον κίνδυνο για την υγεία, το οποίο όμως απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση. (Loenneke, Thiebaud, Abe, Bembien et al 2014). Στις περισσότερες έρευνες υποστηρίζεται πως η τιμή της εφαρμοζόμενης πίεσης δεν πρέπει να είναι απόλυτη αλλά να διαφοροποιείται για το κάθε άτομο. (Loenneke, Fahs, Lindy M. Rossow, Thiebaud, Mattocks, Abe, Bembien et al 2013). Η πίεση που ασκείται θα πρέπει να εξαρτάται τόσο από το πλάτος της μανσέτας όσο και από το μέγεθος της (Rossow, Sherk, Thiebaud, Abe, Bembien, Bembien et al., 2012). Αυτή η θεωρία είναι σημαντική όταν εξετάζουμε τα άνω και κάτω άκρα, εάν οι αντίστοιχες περιοριστικές πιέσεις και το πλάτος των μανσέτων παραμένουν σταθερά, τόσο για τους βραχίονες όσο και για τα κάτω άκρα, είναι πιθανό είτε η αρτηριακή εισροή στα άνω άκρα να είναι περιορισμένη είτε θα υπάρξει ανεπαρκής φλεβική απόφραξη στα κάτω άκρα. (Scott, Slattery, Dascombe et al 2014). Η θεωρία πως η ιδανικά πρέπει να εφαρμόζεται μια μεσαία πίεση υποστηρίζεται και από μια άλλη έρευνα όπου συμμετείχαν 12 άνδρες ηλικίας 21 ± 3 ετών με σωματική μάζα $84,5 \pm 14,1$ kg, και ύψος $178,6 \pm 4,2$ cm με εμπειρία τουλάχιστον 1 έτους σε προπόνηση με αντιστάσεις. Οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν συνολικά 5 συνεδρίες χωρισμένες με ανάπαυση τουλάχιστον 72 ωρών σε περίοδο 2- έως 3 εβδομάδων. Κατά το διάστημα των 72 ωρών ζητήθηκε από του συμμετέχοντες να μην συμμετάσχουν σε καμία άσκηση για το κάτω μέρος του σώματος. Η πρώτη συνεδρία συνίστατο στην αξιολόγηση της ομόκεντρης δύναμης 1RM των συμμετεχόντων στην πρέσα των ποδιών. Επιπλέον καθορίστηκαν τρεις βαθμίδες πιέσεων για τον περιορισμό της αιματικής ροής: ελέγχου(0-10), μέτρια(7-10) και σφιχτή(10-10). Η επιλογή για το ποιά από τις πιέσεις (ελέγχου ή μέτρια) θα εκτελούσαν πρώτα τις ασκήσεις οι συμμετέχοντες ήταν τυχαία. Οι

πειραματικές συνθήκες απαιτούσαν από τους συμμετέχοντες να εκτελούν πρέσα ποδιών χρησιμοποιώντας ένα φορτίο χαμηλής έντασης (30% 1RM) με ένα σχήμα 30-15-15-15 επαναλήψεων με 30 δευτερόλεπτα ανάπαυση μεταξύ των σετ. Μετά από κάθε άσκηση, οι συμμετέχοντες επέστρεφαν στο εργαστήριο για εξέταση (24 ώρες μετά). Η συμμετέχοντες μετρήθηκαν με ελαστικά περιβλήματα γόνατος (πλάτους 76 mm). Η διαδικασία περιτυλίγματος περιλάμβανε το περιτύλιγμα του γόνατος να περιτυλίσσεται εγγύτερα στο μηρό κοντά στην πτυχή της βουβωνικής κοιλότητας αφού είχε προηγηθεί μια επεξήγηση των τριών βαθμίδων πίεσης στους συμμετέχοντες (ελέγχου –μέτρια-σφιχτή). Η περιτύλιξη σταμάτησε όταν επιτεύχθηκε μία από τις 3 πιέσεις: μια ελαφριά πίεση ελέγχου (0 στα 10), μια μέτρια (7 από 10) πίεση και μια σφιχτή (10 στα 10) πίεση. Η ερευνητές κατέληξαν πως μια μέτρια πίεση (7-10) είναι η ιδανική καθώς επιτυγχάνεται απόφραξη της φλεβικής επιστροφής χωρίς διακοπή της αρτηριακής εισροής

(Wilson , Lowery , Joy , Loenneke, Naimo et al 2013). Εν κατακλείδι όσον αφορά την πίεση , είναι δύσκολο να καθοριστεί μια βέλτιστη τιμή καθώς πρέπει να λαμβάνεται υπό-ψιν τόσο το πλάτος της μανσέτας όσο και η περιφέρεια του άκρου στο οποίο ασκείται η πίεση. Επιπλέον πρέπει να επισημανθεί ότι η πίεση και το πλάτος της μανσέτας δρουν συνεργατικά κατά την εφαρμογή του bfr και δεν πρέπει να θεωρούνται ανεξάρτητα μεταξύ τους.(Scott , Loenneke , Slattery , Dascombe et al 2014). Ωστόσο φαίνεται ο,τι μια πίεση της τάξης του 50-80% είναι κατάλληλη κατά την άσκηση αντοχής σε χαμηλό φορτίο σύμφωνα με έρευνες. Μια από αυτές πραγματοποιήθηκε σε 40 άνδρες ηλικίας(18-35) οι οποίοι πέρασαν από διάφορες μετρήσεις για να αποκλειστούν όσοι εμφάνιζαν αρνητικά συμπτώματα για λόγους ασφαλείας(π.χ υπέρταση). Ύστερα έγινε μέτρηση της περιφέρειας σε ύπτια θέση στο μη κυρίαρχο σκέλος για να καθοριστεί η πίεση που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των περιόδων άσκησης αντίστασης με BFR. Στη συνέχεια οι συμμετέχοντες εξετάστηκαν στη μία μέγιστη επανάληψη(ομόκεντρα) στο μηχάνημα έκτασης γόνατος. Αφού ολοκλήρωσαν μια επιτυχή απόπειρα μέγιστης επανάληψης και εξοικειώθηκαν με το ρυθμό της άσκησης εκτέλεσαν δυο υπομέγιστα (30% 1 RM , 2 σετ , 10 επαναλήψεων) με BFR με αρτηριακή απόφραξη περίπου στο 60% για να εξοικειωθούν με το ερέθισμα. Οι συμμετέχοντες προγραμματίστηκαν στη συνέχεια για την πρώτη από τις 4 επισκέψεις (3 συνθήκες άσκησης, 1 έλεγχου) με ελάχιστο διάστημα 5 και μέγιστο διάστημα 10 ημερών μεταξύ επισκέψεων. Για την αρχική επίσκεψη εξέτασης, όλοι οι συμμετέχοντες εξετάστηκαν τουλάχιστον 2 ώρες μετά το γεύμα ενώ είχε ζητηθεί να αποφευχθεί η καφεΐνη και κάθε μορφή άσκησης (~24 ώρες) πριν την επίσκεψη. Για όλες τις άλλες επι-

σκέψεις, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να μην προπονήσουν τα κάτω άκρα για τουλάχιστον 48 ώρες πριν την εξέταση. Οι τρεις συνθήκες άσκησης είχαν ως εξής:

Πείραμα 1 (n = 14): HL = 70% 1RM (high load, non-BFR). 20% / 40 BFR = 20% 1RM, 40% εκτιμώμενη πίεση αρτηριακής απόφραξης. και 30% / 40 BFR = 30% 1RM, 40% εκτιμώμενη αρτηριακή πίεση απόφραξης.

Πείραμα 2 (n = 14): 30% = 30% 1RM έως αποτυχία (non-BFR). 20% / 50; BFR = 20% 1RM, 50% εκτιμώμενη πίεση αρτηριακής απόφραξης. και 30% / 50 BFR = 30% 1RM, 50% εκτιμώμενη αρτηριακή πίεση απόφραξης.

Πείραμα 3 (n = 12): 20% = 20% 1RM έως αποτυχία (μη-BFR). 20% / 60 BFR = 20% 1RM, 60% εκτιμώμενη πίεση αρτηριακής απόφραξης. και 30% / 60 BFR = 30% 1RM, 60% εκτιμώμενη αρτηριακή πίεση απόφραξης.

Οι συμμετέχοντες ανατέθηκαν τυχαία σε 1 από 3 πειράματα και ολοκλήρωσαν όλα τα πρωτόκολλα σε τυχαία σειρά μέσα σε αυτό το πείραμα. Τα πρωτόκολλα σύγκριναν το φορτίο άσκησης, τους διαφορετικούς βαθμούς BFR και τον όγκο άσκησης. Οι διαφορετικοί βαθμοί BFR επιλέχθηκαν για να προσδιοριστεί εάν θα μπορούσε να παρατηρηθεί μια δόση απόκρισης σε περιοριστικές πιέσεις, το μέγιστο καθορίστηκε στο 60% της εκτιμώμενης αρτηριακής απόφραξης, όπως έχει ήδη αποδειχθεί ότι παράγει υψηλά επίπεδα κόπωσης μετά την άσκηση, με πολλούς από τους συμμετέχοντες να μην μπορούν να ολοκληρώσουν το στόχο των 15 επαναλήψεων.

Το πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε ήταν το εξής

Το πρωτόκολλο HL ολοκληρώθηκε με 1 λεπτό ανάπαυσης μεταξύ σετ. Όλα τα άλλα πρωτόκολλα διαχωρίστηκαν με περίοδο ανάπαυσης 30 δευτερολέπτων μεταξύ των σετ. Ένας μετρονόμος χρησιμοποιήθηκε για να επιβεβαιωθεί ότι οι συμμετέχοντες κρατούσαν το ρυθμό του 1 δευτερολέπτου για τη δράση ομόκεντρου μυός και 1 δεύτερο για την δράση εκκεντρικού μυός κατά τη διάρκεια των ασκήσεων διμερούς έκτασης γονάτος. Διεξήχθη μέτρηση της ενεργοποίησης των μυών (δηλ. πλάτους) σε προ- (χωρίς BFR) και κατά τη διάρκεια κάθε σετ άσκησης (με BFR). Τόσο οι προκαταρκτικές μετρήσεις όσο και οι μεταμετρήσεις πραγματοποιήθηκαν απουσία BFR. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η χρήση του bfr και της πίεσης που ασκείται μπορεί να προκαλέσει σαφείς αλλαγές στην ενεργοποίηση των μυών. Ωστόσο, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι υψηλές σχετικές πιέσεις ($\geq 60\%$ εκτιμώμενη αρτηριακή απόφραξη) πιθανόν να μην είναι απαραίτητες για

να αποδειχθεί η άσκηση περισσότερο επωφελής από την άσκηση χαμηλού φορτίου σε συνδυασμό με BFR.(Loenneke , Kim, Fahs, Thiebaud , Abe , Larson , Bemben , Bemben et al 2015)

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την αποδοτικότητα της προπόνησης με τη χρήση BFR είναι το μέγεθος του φορτίου στο οποίο εκτελείται η άσκηση. Σε πρόσφατη μετα-ανάλυση βρέθηκε πως η προπόνηση αντιστάσεων χαμηλού φορτίου με τη χρήση bfr παρατηρήθηκε να έχει το μέγιστο αποτέλεσμα στην μυϊκή υπερτροφία και τη δύναμη όταν οι εντάσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν στο 15-30% 1RM. (Loenneke, Wilson, Marín, Zourdos, Bemben et al (2011)). Οι ερευνητές πραγματοποίησαν μια μετα-ανάλυση βασιζόμενοι σε προηγούμενες έρευνες με σκοπό να συγκρίνουν τις επιπτώσεις της άσκησης αντοχής χαμηλού φορτίου ή της άσκησης αντίστασης με την άσκηση χαμηλού φορτίου με τη χρήση bfr. Αφού έθεσαν κάποιους περιορισμούς για να βρουν τις κατάλληλες έρευνες που εξυπηρετούσαν επακριβώς τον στόχο της ανάλυσης συγκρίναν τα αποτελέσματα αυτών με σκοπό η ανάλυση να παρέχει αποδεικτικά στοιχεία και συστάσεις για μελλοντικές μελέτες που θα χρησιμοποιηθούν προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η μυϊκή δύναμη και η υπερτροφία. Η ανάλυση έδειξε πως η προπόνηση αντιστάσεων χαμηλής έντασης σε συνδυασμό με τη χρήση bfr παράγει πολύ μεγαλύτερη απόκριση από ότι το περπάτημα με bfr. Επιπλέον φαίνεται ότι η προπόνηση με low intensity bfr(LI-BFR) μεγιστοποιεί τις προσαρμογές στην προπόνηση και υπάρχουν ορισμένες ενδείξεις ότι η νευρική προσαρμογή στην εκπαίδευση LI-BFR δεν συμβαίνει στην έναρξη ενός εκπαιδευτικού προγράμματος, όπως συμβαίνει παραδοσιακή προπόνηση αντιστάσεων.(Loenneke, Wilson, Marín, Zourdos, Bemben et al 2011).

Μια άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε επιβεβαιώνει πως η χαμηλής έντασης προπόνηση με τη χρήση bfr είναι ικανή να προκαλέσει κέρδη σε μυϊκή δύναμη και στο μέγεθος των μυών παρόμοια με αυτά της υψηλής έντασης κλασσικής προπόνησης.(Laurentino,Ugrinowitsch,Roschel, Aoki, Soares, Neves,Aihara,Fernandes, Tricoli et al 2012). Στην έρευνα συμμετείχαν εικοσιεννέα ενεργοί σε φυσική δραστηριότητα άνδρες οι οποίοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: άσκηση αντοχής χαμηλής έντασης (20% μέγιστης επανάληψης (1RM)) (LI) (n = 10), άσκηση αντίστασης χαμηλής έντασης που σχετίζεται με μέτριο περιορισμό ροής αίματος LIR) (n = 10) και άσκηση αντίστασης υψηλής έντασης (80% 1RM) (HI) (n = 9). Όλες οι ομάδες έλαβαν πρόγραμμα κατάρτισης 8 εβδομάδων το πρωτόκολλο του οποίου περιλάμβανε προπόνηση έκτασης γόνατος 2 φορές την εβδομάδα (3 σετ των 15 επαναλήψεων) με τη χρήση χαμηλής έντασης bfr περίπου 20%. Πριν και μετά

την προπόνηση μετρήθηκαν η μέγιστη δυναμική έκταση γόνατος (knee extension 1RM) και το μέγεθος της περιφέρειας του τετρακεφάλου(CSA). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η έκταση του γόνατος 1RM αυξήθηκε σημαντικά σε όλες τις ομάδες (LI = 20,7%, LIR = 40,1% και HI = 36,2%). Η CSA αυξήθηκε τόσο στις ομάδες LIR όσο και στις ομάδες HI (6,3% και 6,1% αντίστοιχα). Συμπερασματικά, το LIR ήταν ικανό να προκαλέσει κέρδη στην 1RM έκτασης γόνατος και αύξηση στην περιφέρεια του τετρακεφάλου παρόμοια με αυτά που παρατηρήθηκαν μετά την παραδοσιακή HI. (Laurentino, Ugrinowitsch, Roschel, Aoki, Soares, Neves, Aihara, Fernandes, Ticoli et al 2012).

Ακόμα μια έρευνα πραγματοποιήθηκε με σκοπό να βρεθεί ποια είναι η επίδραση μετά από ένα πρόγραμμα συνεδριών διάρκειας δύο ημερών με εκπαίδευση LIBFR για δύο εβδομάδες (6 ημέρες / εβδομάδα, σύνολο 24 συνεδρίες) στους σκελετικούς μύες αλλά και στην κυκλοφορία του επιπέδου ινσουλινοειδούς αυξητικού παράγοντα (IGF-1). Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά Δεκαέξι υγιείς άνδρες [μέση ηλικία (SD) ηλικία 23,6 (6,5) έτη, ύψος 172,4 (6,5) cm, μάζα σώματος 64,3 (9,8) kg]. Όλοι οι συμμετέχοντες ακολουθούσαν δραστήρια ζωή, ενώ οχτώ από τους 16 είχαν συμμετάσχει σε πρόγραμμα αντιστάσεων για τουλάχιστον 6 μήνες πριν από την έναρξη της μελέτης. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες: μια όπου εφαρμόστηκε πρόγραμμα αντίστασης χαμηλής έντασης με BFR(LI-BFR, n=9) και μια όπου εφαρμόστηκε χαμηλής έντασης πρόγραμμα αντιστάσεων χωρίς BFR(non-BFR, n=7). Το πρωτόκολλο προπόνησης περιλάμβανε και για τις δύο ομάδες(LIT-BFR και LIT) επιτηρούμενη εκπαίδευση αντιστάσεων για δύο εβδομάδες. Η εκπαίδευση πραγματοποιήθηκε δύο φορές την ημέρα (πρωινές και απογευματινές συνεδρίες, με τουλάχιστον 4 ώρες μεταξύ συνεδριών) για 12 συνεχόμενες ημέρες (εκτός από μία Κυριακή). Μετά από μια προθέρμανση, τα άτομα πραγματοποίησαν 15 επαναλήψεις 2 ασκήσεων : squat(καθίσματα) και leg curl(κάμψη γόνατος) χρησιμοποιώντας μια ισοτονική μηχανή κατάρτισης (Nirpyo). Η ένταση άσκησης ήταν 20% 1-RM για τις ομάδες LIT-BFR και LIT. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 3 σετ από κάθε άσκηση με 30 δευτερόλεπτα διάλειμμα μεταξύ των σετ και των ασκήσεων. Η ένταση άσκησης προσδιορίστηκε κατά την αρχική φάση της εκπαίδευσης και παρέμεινε σταθερή σε όλη τη διάρκεια της περιόδου κατάρτισης. Μια ειδικά σχεδιασμένη ζώνη τοποθετήθηκε γύρω από το εγγύτερο σημείο και στα δύο πόδια κατά τη διάρκεια της συνεδρίας της ομάδας LIT-BFR. Η ζώνη περιείχε ένα μικρό πνευματικό σάκο κατά μήκος του εσωτερικής του επιφάνειας που συνδέθηκε με έναν ηλεκτρονικό μετρητή πίεσης που παρακολουθούσε την πίεση περιορισμού. Την πρώτη μέρα η πίεση της μανσέτας ήταν 160mmHg και αυξα-

νόταν κάθε μέρα κατά 10mmHg μέχρι το τελικό στάδιο της εκπαίδευσης όπου η πίεση έφτασε τα 240 mmHg. Η πίεση αυτή στα περίπου 240mmHg επιλέχθηκε για την εκπαίδευση καθώς έχει βρεθεί ότι προκαλεί περιορισμό της αιματικής ροής και της φλεβικής εκροής (Takarada et al.,2000b; Takarada et al., 2002) . Ο περιορισμός στην αιματική ροή διατηρήθηκε για όλη τη διάρκεια της συνεδρίας-εκπαίδευσης συμπεριλαμβανομένων και των περιόδων ανάπαυσης σύνολο περίπου 10 λεπτά και απελευθερώθηκε αμέσως μετά την ολοκλήρωση της συνεδρίας. Η ομάδα LIT εκτέλεσε τις ίδιες ασκήσεις με την ίδια ένταση χωρίς περιορισμό της αιματικής ροής. Η μέγιστη δύναμη 1RM αξιολογήθηκε πριν την προπόνηση και τρεις μέρες μετά την τελική εκπαίδευση για την κάθε άσκηση, μετά από την προθέρμανση ρυθμίστηκε το 80% 1RM . Μετά από κάθε επιτυχημένη επανάληψη της άσκησης το φορτίο αυξανόταν κατά περίπου 5% μέχρι να μην μπορεί να ολοκληρωθεί μια επανάληψη σε πλήρες εύρος κίνησης. Μια δοκιμασία θεωρούνταν έγκυρη μόνο όταν ολοκληρωνόταν μια επανάληψη σε όλο το εύρος χωρίς βοήθεια. Το κύριο εύρημα της έρευνας ήταν ότι η προπόνηση LIT-BFR δύο φορές την ημέρα για δύο εβδομάδες προκάλεσε αύξηση στο μέγεθος των σκελετικών μυών (7-8%) που ήταν παρόμοια σε μέγεθος με εκείνη που επιτυγχάνεται στην παραδοσιακή HIT 3-4 μηνών (Abe et al., 2000; Jones και Ratherford, 1987). (Abe, Yasuda, Midorikawa, Sato, Kearns, Inoue, Koizumi, Ishii, et al 2005)

Αξιοσημείωτη είναι μια πρόσφατη έρευνα που έδειξε πως η εφαρμογή BFR στα κάτω άκρα κατά την προπόνηση αντίστασης υψηλής έντασης-φορτίου με πρωτόκολλο άσκησης(5 σετ , 5 επαναλήψεων , 70% 1RM) είχε σημαντικές βελτιώσεις στην δύναμη στην εκτέλεση πρέσας ποδιών και στα καθίσματα σε σχέση με την προπόνηση χωρίς τη χρήση BFR.(Cook, Kilduff , Beaven et al 2014). Ωστόσο αυτά τα ευρήματα έρχονται σε αντίθεση με μια άλλη έρευνα , η οποία υποστηρίζει πως δεν υπάρχει κανένα πρόσθετο όφελος όσον αφορά το μέγεθος της μυικής δύναμης και του μεγέθους των μυών κατά την άσκηση αντίστασης με χρήση BFR κατά τη διάρκεια μέτριας φόρτωσης (12RM) και υψηλής φόρτωσης (6RM). (Laurentino, Ugrinowitsch, Aihara, Fernandes, Parcell, Ricard, Tricoli, et al 2008), Παρ'όλα αυτά οι αλλαγές που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη έρευνα (Cook , et al 2014) ($1,4 \pm 0,8$ και $2,0 \pm 0,6\%$ για την πρέσα ποδιών και τα καθίσματα , αντίστοιχα) είναι πιθανό ότι ήταν εντός του εύρους σφάλματος που σχετίζονται με τη δοκιμή μέγιστης αντοχής. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για τις επιδράσεις του BFR με υψηλό φορτίο , αλλά συμφωνά με τις μέχρι τώρα επικρατέστερες έρευνες , εκπαίδευση αντιστάσεων με τη

χρήση BFR με εντάσεις 20-40% 1RM ή MVC είναι ωφέλιμη για την αύξηση της μυικής δύναμης και τη μυική υπερτροφία. (Scott,Loenneke , Slattery ,Dascombe et al 2014).

Τέλος δύο ακόμα σημαντική παράγοντες κατά την προπόνηση με εφαρμογή περιορισμού αιματικής ροής BFR είναι ο όγκος(αριθμός των σετ και των επαναλήψεων ανα συνεδρία) της προπόνησης καθώς και η συχνότητα. Η εκπαίδευση χαμηλού φορτίου με BFR συνεπάγεται περισσότερες επαναλήψεις σε σχέση με την παραδοσιακή προπόνηση υψηλού φορτίου λόγω της αντίστροφης σχέσης που υπάρχει μεταξύ της έντασης άσκησης και του αριθμού των επαναλήψεων που μπορούν να εκτελεστούν σε ένα σετ. Η εκπαίδευση με BFR συχνά χρησιμοποιεί όγκους προπόνησης που κυμαίνονται από 45-75 επαναλήψεις ανά συνεδρία. Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω. Σε μια μελέτη που έγινε με σκοπό να βρεθεί η επίδραση της χαμηλής έντασης bfr σε σχέση με την συμβατική προπόνηση υψηλής έντασης , στην μυική δύναμη και υπερτροφία των μυών του χεριού, το προπονητικό πρωτόκολλο περιλάμβανε πιέσεις στήθους στον πάγκο με ένταση και όγκο προπόνησης 30% 1RM και 75 επαναλήψεις (30 επαναλήψεις ακολουθούμενες από 3 σετ 15 επαναλήψεων με 30sec διάλειμμα μεταξύ τους)(Yasuda, Fujita, Ogasawara, Sato,Abe et al 2010) Μια ακόμα μελέτη που έγινε με σκοπό τη διερεύνηση των επιπτώσεων της βραχυπρόθεσμης εκπαίδευσης αντοχής με τη χρήση χαμηλής έντασης bfr στο μέγεθος των σκελετικών μυών και στην απόδοση στο σπριντ και άλμα σε αθλητές κολλεγίων ακολούθησαν πρωτόκολλο προπόνησης που περιλάμβανε καθίσματα και κάμψη οπίσθιων μηριαίων με ένταση και όγκο (20% 1-RM, 3 σετ 15 επαναλήψεων). (Abe,Kawamoto,Yasuda,Kearns,Midorikawa,Sato et al 2005) . Ένα πρωτόκολλο προπόνησης που έγινε δημοφιλές σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα περιλάμβανε τέσσερα σετ μιας άσκησης, με στόχο 30 επαναλήψεων στο πρώτο σετ και 15 σε σετ 2-4, για 75 επαναλήψεις σύνολο. Οι έρευνες οι οποίες χρησιμοποίησαν τον παραπάνω πρωτόκολλο ήταν οι εξής: (Loenneke, Thiebaud, Fahs, Rossow, Abe, Bemben et al 2012) η οποία πραγματοποιήθηκε για να προσδιοριστεί αν ο περιορισμός της ροής του αίματος (BFR) από μόνος του ή σε συνδυασμό με την άσκηση θα προκαλούσε παρατεταμένες μειώσεις ροπής κατά τη χρήση πιέσεων περιορισμού σε σχέση με το μέγεθος των άκρων των συμμετεχόντων , ακολούθησε πρωτόκολλο που περιλάμβανε 4 σετ έκτασης γόνατος με 30 επαναλήψεις για το πρώτο σετ ακολουθούμενο από τρία σετ των 15, που χωρίζονται με 30 δευτερόλεπτα ανάπαυσης.

Η επόμενη έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους (Wilson, Lowery, Joy, Loenneke, Naimo et al 2013)είχε σκοπό να διερευνηθούν οι οξείες επιδράσεις της πρακτικής BFR

χαμηλής έντασης (LI-pBFR) στην ενεργοποίηση των μυών, το οίδημα των μυών και τη μυϊκή βλάβη. Η έρευνα αυτή ακολούθησε πρωτόκολλο άσκησης που περιλάμβανε 4 σετ στην πρέσσα ποδιών το 1^ο με 30 επαναλήψεις ακολουθούμενο από άλλα 3 σετ των 15 επαναλήψεων με ένταση 30% 1RM.

Τέλος μια ακόμη έρευνα που στηρίχτηκε στο ίδιο προπονητικό πρωτόκολλο (Yasuda, Fujita, Ogasawara, Sato, Abe et al 2010) η οποία αποσκοπούσε στην διερεύνηση της επίδρασης της προπόνησης χαμηλής έντασης με bfr στην μυϊκή δύναμη και υπερτροφία των μυών των άνω άκρων και του στήθους κατά τις πιέσεις στήθους σε πάγκο. Η έρευνα αυτή ακολούθησε πρωτόκολλο που επίσης περιλάμβανε περιλάμβανε πιέσεις στήθους στον πάγκο με ένταση και όγκο προπόνησης 30% 1RM και 75 επαναλήψεις (30 επαναλήψεις ακολουθούμενες από 3 σετ 15 επαναλήψεων με 30sec διάλειμμα μεταξύ τους)

Συμπερασματικά φαίνεται από τις μέχρι τώρα έρευνες πως το επικρατέστερο πρωτόκολλο όσον αφορά τον όγκο της προπόνησης είναι αυτό των 4 σετ με το πρώτο σετ να αποτελείται από 30 επαναλήψεις και τα ακολουθούμενα σετ από 15 μέχρι το σύνολο των 75 επαναλήψεων. Ο λόγος που σταδιακά μειώνονται η επαναλήψεις ανά σετ είναι γιατί στο πρώτο σετ που μόλις έχει τοποθετεί η μανσέτα περιορισμού του αίματος δεν υπάρχει υψηλή συσσώρευση μεταβολιτών γεγονός που καθιστά πιο εύκολη την εκτέλεση πολλών επαναλήψεων. Στη συνέχεια οι επαναλήψεις μειώνονται λόγω της επίδρασης της μεταβολικής οξέωσης στη συστολική λειτουργία.

Αξιοσημείωτα ήταν τα αποτελέσματα μιας έρευνας που πραγματοποιήθηκε με σκοπό την διερεύνηση των προσαρμογών της μυϊκής ισχύος και του πάχους των σκελετικών μυών μετά από δύο διαφορετικούς όγκους BFRT και σύγκριση αυτών με αυτά που προκαλούνται από την παραδοσιακή υψηλής έντασης προπόνηση αντίστασης. Στην παραπάνω έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 39 άνδρες φοιτητές. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε 4 ομάδες: BFRT low volume (BFRT LV, n = 10 age 20.3+/- 1.1 years, height 180.3+/- 4.3 cm, weight 76.9 +/-2.9 kg), BFRT high volume (BFRT HV, n = 10; age 21.1+/- 2.0 years; height 177.8+/-6.6 cm; weight 75.7+/- 7.5 kg), high-intensity training (HIT, n = 11; age 20.7+/- 2.3 years, height 180.1+/- 5.8 cm, weight 75.2+/- 10.5 kg), and control (CON, n = 8; age 20.2 +/-0.8 years; height 178.4+/- 5.3 cm; weight 75.6 +/-6.4 kg). Οι πειραματικές ομάδες πραγματοποίησαν άσκηση έκτασης γόνατος και στα δυο κάτω άκρα χρησιμοποιώντας μία ισοτονική μηχανή έκτασης ποδιών. Η εκπαίδευση πραγματοποιήθηκε σε δύο μη διαδοχικές ημέρες την εβδομάδα για 5 εβδομάδες. Η BFRT LV

πραγματοποίησε 1 σετ 30 επαναλήψεων ακολουθούμενο από 3 σετ 15 επαναλήψεων (1 σετ 30 + 3 σετ 15) με επιτρεπόμενο διάλειμμα ενός λεπτού μεταξύ των σετ. Το BFRT HV διπλασίασε τον όγκο άσκηση του BFRT LV μετά από 5 λεπτά ανάπαυσης (1 σετ 30 + 3 σετ 15), 5 λεπτά ανάπαυση, (1 σετ 30 + 3 σετ 15). Και οι δύο ομάδες BFRT εκπαιδεύτηκαν σε ένταση 20% της ομόκεντρης 1RM που είχε αξιολογηθεί προηγουμένως. Η ομάδα HIT έκανε μια προπόνηση τύπου bodybuilding που αποτελούνταν από 3 σετ , 8 επαναλήψεων με διάλειμμα 1 λεπτού μεταξύ των σετ και ένταση 80% 1RM. Στην ομάδα ελέγχου ζητήθηκε να διατηρήσουν τις συνήθειες δραστηριότητές τους. Στις ομάδες του BFRT δόθηκε ερέθισμα περιορισμού ροής αίματος συμπιέζοντας το κοντινό άκρο και των δύο μηρών χρησιμοποιώντας μια πνευματική μανσέτα. Η μανσέτα είχε πλάτος 140 mm και μήκος 940 mm. Αμέσως πριν την κάθε προπόνηση, εφαρμόστηκε πίεση 110 mmHg. Η πίεση παρέμεινε σταθερή κατά τη διάρκεια της προπόνησης. Στην BFRT HV ομάδα, η μανσέτα αφαιρέθηκε κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπαυσης των 5 λεπτών, ενώ στην ομάδα BFRT LV, διατηρήθηκε η πίεση κατά τη διάρκεια ολόκληρης της συνεδρίας. Η πίεση απελευθερώθηκε αμέσως μετά το τέλος του τελευταίου σετ και στις δύο ομάδες. Αφού αξιολογήθηκε η μία μέγιστη επανάληψη και το πάχος των μυών των κάτω άκρων που συμμετείχαν στην άσκηση η έρευνα κατέληξε στο πολύ ενδιαφέρον συμπέρασμα ότι η BFRT έχει τη δυνατότητα να αυξήσει τη μυϊκή δύναμη και πάχος των μυών μετά από 5 εβδομάδες προπόνησης, παρόλα αυτά όμως οι αλλαγές αυτές ήταν ανεξάρτητες του όγκου προπόνησης LV-BFRT(75 επαναλήψεις) vs HV-BFRT(150 επαναλήψεις). Ενώ οι δομικές αλλαγές που προκύπτουν από την κλασσική προπόνηση υψηλής έντασης με αντιστάσεις είναι παρόμοιες με αυτές που παρατηρούνται μετά από υψηλό ή χαμηλό όγκο προπόνησης BFRT, η παραδοσιακή εκπαίδευση αντίστασης μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερες βραχυπρόθεσμες αυξήσεις της μυϊκής δύναμης σε σύγκριση με την BFRT. Αυτό υποδεικνύει ότι μπορεί να υπάρχει ένα όριο στον όγκο προπόνησης όπου δεν είναι επωφελείς οι περαιτέρω αυξήσεις για μυϊκή ανάπτυξη.(Hernández, Marín, Menéndez, Ferrero,Loenneke, Herrero et al 2012)

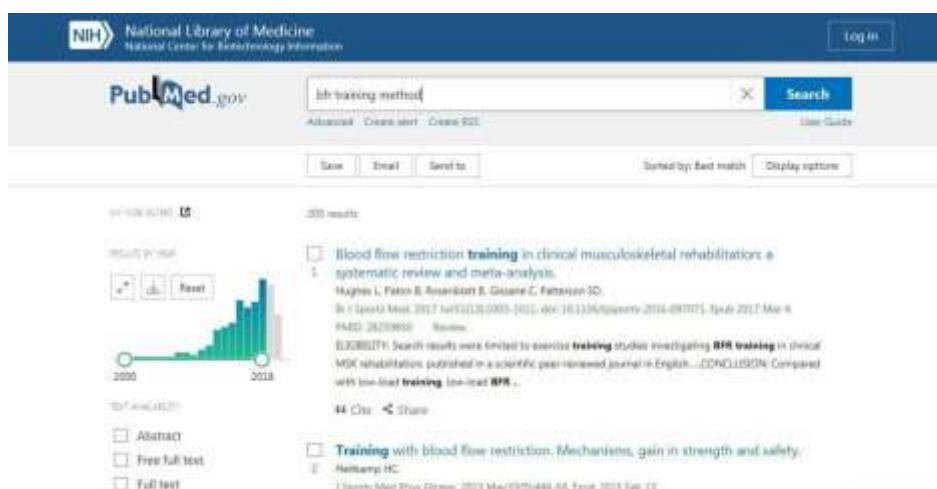
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας διήρκησε από την περίοδο 2000 έως και 2018. Για την ανεύρεση των ερευνών σχετικών με την θεραπευτική επίδραση και των γενικότερων επιδράσεων της καινοτόμου τεχνικής BFR πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων «PubMed», «Google Scholar», «Frontiersin».

Για την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων ο όρος που χρησιμοποιήθηκε ήταν ο απλούστερος δυνατός. Η λέξη κλειδί ήταν το BFR και οι «bfr training», «occlusion training», «kaatsu training» και «vascular occlusion» ήταν οι φράσεις της αρχικής αναζήτησης, πάνω στις οποίες εφαρμόζονταν περιορισμοί στην συνέχεια ώστε να εμφανίζονται αποτελέσματα μεγαλύτερης σχετικότητας για την παρούσα ανασκόπηση. (Εικόνα 21.)

Εικόνα 21: Αναζήτηση στη βάση δεδομένων «PubMed»



The screenshot shows the PubMed search interface. At the top, the NIH logo and 'National Library of Medicine' are visible. The search bar contains the text 'bfr training method'. Below the search bar, there are options for 'Advanced', 'Cross alert', and 'Cross PDI'. The search results are displayed in a list format. The first result is titled 'Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis' by Hagins L, Patten B, Rosskopf B, Gozansky C, Fritschner SD. The second result is 'Training with blood flow restriction: Mechanisms, gain in strength and safety' by Nussbaum HC. On the left side, there is a 'RESULTS' section with a bar chart showing the number of results from 2000 to 2018. Below the chart, there are filters for 'Abstract', 'Free full text', and 'Full text'. The 'Full text' filter is selected.

Οι επιπλέον περιορισμοί που εφαρμόστηκαν ήταν φράσεις κλειδιά με όρους όπως: «resistance training with bfr», «bfr training vs resistance training», «low load training with bfr», «high load training vs low load bfr training». Σε μερικές περιπτώσεις αντλήθηκαν έρευνες από τις παραπομπές μέσα από τα ίδια τα άρθρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Πίνακας 1. Έρευνες που αξιολόγησαν τις επιδράσεις της BFR στην ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης

Ερευνητές	Σκοπός της Έρευνας	Εξεταζόμενοι	Μέθοδος	Αποτελεσματ
Abe,Sakamaki Fujita, Ozaki,Sugaya, Sato , Nakajima et al (2010)	Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να διερευνήσει τα αποτελέσματα της προπόνησης βάρδιας σε συνδυασμό με το KAATSU στο μέγεθος των μυών, τη δύναμη και τη λειτουργική ικανότητα, καθώς και την αερόβια ικανότητα, σε ηλικιωμένους συμμετέχοντες.	19 ενεργοί άνδρες και γυναίκες, ηλικίας 60 έως 78 ετών	Οι συμμετέχοντες τυχαιοποιήθηκαν σε μια ομάδα προπόνησης KAATSU-walk (n = 11, K-walk) και σε μια ομάδα ελέγχου χωρίς άσκηση (n = 8, έλεγχος). Η ομάδα K-walk πραγματοποίησε 20 λεπτά περπάτημα στο διάδρομο (67 m / min), 5 ημέρες / εβδομάδα για 6 εβδομάδες	Η ισομετρική και ισοκινητική έκταση γόνατος και οι ροπές κάμψης, περιοχή διατομής μυών-οστών καθώς και η μάζα του σκελετικού μυός αυξήθηκε στην ομάδα K-walk αλλά όχι στην ομάδα ελέγχου. Η λειτουργική ικανότητα αυξήθηκε επίσης σημαντικά μόνο στην ομάδα K-walk Ωστόσο, δεν υπήρξε καμία αλλαγή στην εκτιμώμενη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου. Συμπέρασμα: οι 6 εβδομάδες προπόνησης βάρδιας με KAATSU δεν βελτίωσαν ταυτόχρονα την καρδιαγγειακή και μυϊκή ικανότητα των ηλικιωμένων συμμετεχόντων. Ωστόσο, αύξησε σημαντικά το μέγεθος των μυών και τη δύναμη, καθώς και τη λειτουργική ικανότητα ενεργών ηλικιωμένων ανδρών και γυναικών.
Araújo, Neto,Loenneke., Bemben, Laurentino, Batista, Sousa et al (2015)	ο σκοπός της μελέτης ήταν να εκτιμηθεί η μακροπρόθεσμη επίδραση των ασκήσεων με βάση το νερό σε συνδυασμό με το BFR στο μέγιστο της δυναμικής αντοχής (IRM) και λειτουργικής χωρητικότητας σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση.	Είκοσι οκτώ γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση (54 ± 4 ετών)	Έγινε προσδιορισμός της πίεσης για BFR, αξιολογήθηκε η λειτουργική ικανότητα και η μυϊκή ισχύς κατά την πρώτη και τη δεύτερη επίσκεψη στο εργαστήριο. Μετά από αυτά οι συμμετέχοντες κατανεμήθηκαν τυχαία σε μία από τις τρεις ομάδες: (α) άσκηση στο νερό χωρίς BFR (n = 10), (b) άσκηση στο νερό + BFR (n = 10) ή (c) ομάδα ελέγχου (n = 8). Οι συμμετέχοντες στις πειραματικές ομάδες υποβλήθηκαν σε 8-εβδομάδων πρόγραμμα άσκησης με στο νερό με τρεις συνεδρίες ανά εβδομάδα (συνολικά 24 συνεδρίες). Και οι δύο ομάδες κατάρτισης πραγματοποίησαν τέσσερα σετ, ένα με 30 επαναλήψεις και τρία με 15 επαναλήψεις, με διάστημα 1 λεπτού μεταξύ των σετ. Η ομάδα με BFR πραγματοποίησε τις ασκήσεις φορώντας ένα προσαρμοσμένο σφυγμομανόμετρο (πλάτος 18 cm × μήκος 80 cm). Οι	Συμπέρασμα: η άσκηση στο νερό αύξησε τη δύναμη στην τρέχουσα μελέτη μόνο όταν συνδυάστηκε με BFR. Η αλλαγή στη μέγιστη δυναμική ισχύ ήταν αρκετά μεταβλητή στην ομάδα άσκησης στο νερό χωρίς BFR που είναι πιθανώς λόγω της χαμηλής έντασης της προπόνησης. Και οι δύο ομάδες βελτίωσαν την απόδοσή τους στο time up and go test αλλά δεν παρατηρήθηκε αλλαγή στην απόδοση σε κάποια άλλη λειτουργική δομασία(chair stand test, normal /maximal gait speed,dynamic balance)

			προπονήσεις διήρκεσαν περίπου 45 λεπτά και αποτελούνταν από περπάτημα χαμηλής έντασης για προθέρμανση (10 λεπτά), η κύρια φάση άσκησης (20 λεπτά) και διατάσεις μετά την άσκηση (15 λεπτά). Στην ομάδα ελέγχου δόθηκε εντολή να συνεχίσουν την καθημερινή τους ρουτίνα μέχρι το τέλος των 8 εβδομάδων.	
Clarkson, Conway, Warmington et al (2017).	Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξετάσει τις επιδράσεις της προπόνησης βάρδιας με BFR στη φυσική λειτουργία μεταξύ ηλικιωμένων ενηλίκων, όπως μετράται από τα λειτουργικά καθήκοντα ενδεικτικά των καθημερινών δραστηριοτήτων της ζωής	Δεκαεννέα άνδρες (n = 11) και γυναίκες (n = 8) συμμετείχαν στη μελέτη ηλικίας μεταξύ 60 – 80 σωματικά αδρανείς (<150 λεπτά σωματικής δραστηριότητας ανά εβδομάδα)	Οι συμμετέχοντες κατανεμήθηκαν τυχαία σε ομάδα προπόνησης βάρδιας με BFR (BFRW, n = 10; 6 αρσενικά, 4 γυναίκες) ή ομάδα προπόνησης βάρδιας χωρίς BFR (CON, n = 9; 5 αρσενικά, 4 γυναίκες). Οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν μια συνεδρία εξοκείωσης ακολουθούμενη από μια βασική γραμμή δοκιμής εντός 24-48 ωρών. Οι δοκιμαστικές συνεδρίες περιελάμβαναν τέσσερα βασικά αποτελέσματα μετρήσεων φυσικής λειτουργίας με την ακόλουθη σειρά: μετρήσεις φυσικής λειτουργίας με την ακόλουθη σειρά: το 30 δευτερολέπτων sit to stand test (STS30), το timed up and Go (TUG), το six minute walk test (6MWT) και μια τροποποιημένη έκδοση του Queen's College step test (QCST). Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν 24 προπονήσεις βάρδιας για 6 εβδομάδες, αποτελούμενες από 4 προπονήσεις την εβδομάδα. Οι επόμενες συνεδρίες δοκιμής πραγματοποιήθηκαν μετά από 3 εβδομάδες και 6 εβδομάδες προπόνησης. Οι δοκιμαστικές συνεδρίες ολοκληρώθηκαν εντός 24-72 ωρών από την τελευταία προπόνηση. Τόσο η ομάδα BFRW όσο και η CON πραγματοποίησαν 10 λεπτά περπάτημα (4 χλμ.) Γύρω από ένα καθορισμένο κύκλωμα (667 μ.) σε καθορισμένο πεδίο. Για τις BFRW προπονήσεις, οι μανσέτες BFR (πλάτους	Η συνολική βελτίωση από την αρχή σε έξι εβδομάδες ήταν μεγαλύτερη για το BFRW σε σύγκριση με CON και στις τρεις λειτουργικές δοκιμασίες. Συμπέρασμα: Η παρούσα μελέτη αποδεικνύει την αξία της άσκησης βάρδιας με BFR για τη βελτίωση της φυσικής λειτουργίας μεταξύ ηλικιωμένων ενηλίκων με καθιστική ζωή. Η επίπτωση αυτής της μελέτης είναι ότι ένας απλός τρόπος άσκησης χαμηλής έντασης (δηλαδή περπάτημα) όταν συνδυάζεται με BFR, βελτιώνει τη φυσική λειτουργία πέραν μιας ισοδύναμης εναλλακτικής χαμηλής φόρτισης άσκησης χωρίς BFR.

			10,5 cm) διογκώθηκαν αμέσως πριν από τις προπονήσεις και η πίεση απελευθερώθηκε αμέσως μετά την ολοκλήρωση της συνεδρίασης.	
Cook, LaRoche, Villa, Barile, Manini et al (2017)	ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να συγκρίνει τα αποτελέσματα 12 εβδομάδων προπόνησης HL και BFR σχετικά με τη δύναμη του κάτω άκρου, την υπερτροφία, τη σωματική λειτουργία και την ποιότητα ζωής σε ηλικιωμένους ενήλικες που ήταν σε κίνδυνο περιορισμών κινητικότητας λόγω μυϊκής αδυναμίας	137 συμμετέχοντες ηλικίας (65-75 ετών και 75 + έτη)	Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε 3 ομάδες παρέμβασης άσκησης: HL εκπαίδευση αντίστασης για τα πόδια, εκπαίδευση αντίστασης BFR για τα πόδια, και διατάσεις στο άνω μέρος του σώματος και ελαφριά προπόνηση αντίστασης που χρησίμευσε ως ομάδα ελέγχου (CON). Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε πρόγραμμα αντίστασης 12 εβδομάδων που περιλάμβανε leg extension, leg curl και οριζόντια πρέσα ποδιών. Η προπόνηση συνίστατο σε προθέρμανση 10 επαναλήψεων σε πολύ ελαφρύ βάρος (~ 5% του 1-RM) και προχώρησε σε τρία σετ κάθε άσκησης που πραγματοποιήθηκε μέχρι αποτυχία με 60 δευτερόλεπτα ανάπαυσης μεταξύ σετ και τριών λεπτών μεταξύ ασκήσεων. Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν μόνο ένα σετ κάθε άσκησης για την πρώτη εβδομάδα, δύο σετ τη δεύτερη εβδομάδα και τρία σετ για το υπόλοιπο της μελέτης. Οι συμμετέχοντες που ανατέθηκαν στην ομάδα HL πραγματοποίησαν ασκήσεις κάτω άκρων που αναφέρονται παραπάνω στο 70% της εκτιμώμενης 1-RM. Το ομόκεντρο και εκκεντρο τμήμα της κίνησης άσκησης διήρκεσαν τρία δευτερόλεπτα (ρυθμός 20 συσπάσεις ανά λεπτό) και ελέγχονταν από έναν μετρονόμο. Το φορτίο άσκησης αυξανόταν κατά 2-5 κιλά όταν οι συμμετέχοντες μπόρεσαν να εκτελέσουν > 15 επαναλήψεις για τουλάχιστον δύο σετ άσκησης σε μια δεδομένη ημέρα. Οι συμμετέχοντες της ομάδας εκπαίδευσης BFR πραγματοποίησαν τις ασκήσεις leg extension και leg curl στο 30% του	Συμπέρασμα: σε αυτή τη μελέτη που συνέκρινε τις προσαρμογές στην άσκηση αντίστασης σε HL και BFR σε ηλικιωμένους ενήλικες που κινδυνεύουν από περιορισμούς κινητικότητας, διαπιστώθηκε ότι και τα δύο εκπαιδευτικά προγράμματα είχαν ως αποτέλεσμα βελτιώσεις στη μυϊκή δύναμη και την CSA δεν μεταφέρθηκαν συγκεκριμένα σε βελτιώσεις στην ποιότητα ζωής και την ταχύτητα περπατήματος.

			<p>εκτιμώμενου 1-RM ενώ η οριζόντια πρέσα ποδιών πραγματοποιήθηκε στο 50% του εκτιμώμενου 1-RM. Το φορτίο 50% επιλέχθηκε λόγω αδυναμίας περιορισμού της ροής του αίματος στους γλουτιαίους μύες που εμπλέκονται σε αυτή την άσκηση. Ο περιορισμός ροής αίματος εφαρμόστηκε στο εγγύς τμήμα του ποδιού χρησιμοποιώντας πνευματικές μανσέτες (6 × 83 cm) που διογκώθηκαν πριν από την άσκηση. Η μανσέτα ρυθμίστηκε περίπου σε 1,5 φορά της συστολικής αρτηριακής πίεσης του βραχίονα με μια μέση πίεση 184 ± 25 mmHg. Οι μανσέτες περιορισμού της ροής του αίματος παρέμειναν διογκωμένες κατά τη διάρκεια κάθε άσκησης και το διάλειμμα μεταξύ των σετ που είχε ως αποτέλεσμα περίπου 5 λεπτά χρόνο περιορισμού ανά άσκηση. Οι μανσέτες ξεφουσκώθηκαν για τις περιόδους ανάπαυσης 3 λεπτών μεταξύ των ασκήσεων. Το φορτίο άσκησης αυξανόταν έως περίπου 2–5 κιλά όταν οι συμμετέχοντες μπόρεσαν να εκτελέσουν > 30 επαναλήψεις για τουλάχιστον δύο ομάδες άσκησης σε μια δεδομένη ημέρα. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα CON πραγματοποίησαν ένα τυποποιημένο πρόγραμμα άνω κορμού με στατικές διατάσεις και ελαφριά αντίσταση δύο φορές ανά εβδομάδα για 12 εβδομάδες με αποτέλεσμα ίσο χρόνο επαφής με τους ερευνητές. Πραγματοποιήθηκαν τρία σετ διατάσεων στο λαιμό, τον κορμό, την πλάτη, το στήθος, τους ώμους και τους βραχίονες, καθώς και ασκήσεις κάμψης δικεφάλου, έκτασης τρικεφάλου και ασκήσεις ανύψωσης ώμου με ελαφρούς αλτήρες (≤ 2,27 kg) και ζώνες αντίστασης.</p>	
FERRAZ, R. B., GUALANO, B., RODRIGUES, R., KU-	ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να	Συμμετείχαν 26 γυναίκες (ηλι-	Οι ασθενείς κατατάχθηκαν σε τρεις βαθμί-	.Συμπέρασμα: η παρούσα μελέτη έδειξε πα-

<p>RIMORI, C. O., FULLER, R., LIMA, F. R., ... ROSCHEL, H. (2018)</p>	<p>συγκρίνει τις επιδράσεις του BFRT με την παραδοσιακή προπόνηση αντίστασης των μυών του κάτω άκρου στη δύναμη, τη μάζα, τη λειτουργικότητα, τον πόνο και την ποιότητα ζωής στις γυναίκες με οστεοαρθριτιδα(OA)</p>	<p>κίας μεταξύ 50 και 65 ετών) με διάγνωση OA γόνατος</p>	<p>δες ανάλογα με την 1-RM στην άσκηση πρέσας ποδιών, τότε τυχαίοι κωδικοί που δημιουργείται από υπολογιστή σε μία από τις ακόλουθες συνθήκες: (i) εκπαίδευση αντίστασης υψηλής έντασης (HI-RT) · (ii) χαμηλής έντασης εκπαίδευση αντίστασης (LI-RT) και (iii) LI-RT με περιορισμένη ροή αίματος (BFRT). Κατά την έναρξη (PRE) και μετά από 12 εβδομάδες προπόνησης (POST), εκτιμήθηκε η 1-RM στην άσκηση πρέσας ποδιών και έκταση γόνατος, η φυσική λειτουργία (όπως αξιολογείται από timed-stands test [TST] και time up and go test [TUG]), η περιοχή διατομής του τετρακεφάλου (CSA), και η αυτοαναφερόμενη ποιότητα ζωής. Οι συνεδρίες άσκησης πραγματοποιήθηκαν δύο φορές την εβδομάδα και παρακολουθούνταν από έναν επαγγελματία φυσικής κατάστασης. Το πρόγραμμα RT αποτελούνταν από ασκήσεις διμερούς πρέσας ποδιών και έκτασης γόνατος χρησιμοποιώντας συμβατικής δύναμης μηχανές κατάρτισης. Πρωτόκολλο Η πρώτη εβδομάδα της εκπαίδευσης πραγματοποιήθηκε ως εξής: HI-RT εκτέλεσε τέσσερα σετ των 10 επαναλήψεων στο 50% 1-RM, ενώ το LI-RT πραγματοποίησε τέσσερα σετ των 15 επαναλήψεων στο 20% 1-RM. Από τη δεύτερη εβδομάδα, η ένταση της προπόνησης αυξήθηκε στο 80% και 30% 1-RM για HI-RT και LI-RT, αντίστοιχα, και από την πέμπτη εβδομάδα και μετά, όλες οι ομάδες αύξησαν τον αριθμό σετ που εκτελούνται για κάθε άσκηση από τέσσερα έως πέντε. Η ένταση της προπόνησης και η αύξηση του φορτίου για BFRT ήταν ακριβώς το ίδιο με εκείνα του LI-RT, ωστόσο, το BFRT εκπαιδεύτηκε με μια</p>	<p>ρόμοια αποτελέσματα μεταξύ BFRT και HI-RT στην αύξηση της μυϊκής δύναμης, μυϊκή μάζα τετρακεφάλων και λειτουργικότητα σε ηλικιωμένες γυναίκες ασθενείς με OA γόνατος. Είναι σημαντικό ότι το BFRT μπόρεσε επίσης να βελτιώσει τον πόνο ενώ χρησιμοποιούσε χαμηλότερα φορτία και προκαλώντας λιγότερη καταπόνηση στην άρθρωση.</p>
---	--	---	--	--

			<p>μανσέτα αέρα τοποθετημένη στη βουβωνική πτυχή (πλάτους 175 mm και μήκους 920 mm και διογκώθηκε στο 70% της πίεσης που απαιτείται για πλήρη περιορισμό της αιματικής ροής, ώστε να παρέχουν μερικό περιορισμό αιματικής ροής. Είναι σημαντικό, η μανσέτα αέρα και, ως εκ τούτου, ο περιορισμός της ροής του αίματος να διατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια ολόκληρης της προπόνησης, συμπεριλαμβανομένων διαστημάτων ανάπαυσης, και να απελευθερώνεται αμέσως μετά το τέλος της συνεδρίας. Επιτράπηκε περίοδος ανάπαυσης 1 λεπτού μεταξύ των σετ για όλες ομάδες. Το φορτίο άσκησης προσαρμόζονταν κάθε 4 εβδομάδες επανεκτιμώντας την 1-RM των ασθενών.</p>	
Jessee,Dankel, Buckner, Mouser, Mattocks, Loenneke, et al (2017)	<p>Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να προσδιοριστούν οι καρδιαγγειακές και αντιληπτικές αντιδράσεις κατά την άσκηση περιορισμού της ροής του αίματος χρησιμοποιώντας πολύ χαμηλά φορτία σε συνδυασμό με μέτριες και σχετικά υψηλές περιοριστικές πιέσεις</p>	<p>Συνολικά, 3 γυναίκες και 11 άνδρες [μέσος όρος (95% CI). Ηλικίας: 24 (22, 26) χρονών ύψους: 175,2 (169,0, 181,3) cm. μάζα σώματος: 83,6 (75,3, 92,0) kg; 1-RM αριστερού βραχίονα 25,4 (20,6, 30,2) kg 1-RM δεξιού χεριού 26.1 (21.0, 32.2) kg] ολοκλήρωσαν όλες τις συνθήκες δοκιμής</p>	<p>Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν τέσσερις επισκέψεις στο εργαστήριο, καθεμία την ίδια ώρα της ημέρας, χωρισμένη με τουλάχιστον πέντε αλλά όχι περισσότερο από δέκα ημέρες. Η επίσκεψη 1 περιελάμβανε μετρήσεις σε ύψος, μάζα σώματος, μόνιμη αρτηριακή πίεση απόφραξης και της μιας μέγιστης επανάληψης κάμψης αγκώνα 1RM. Για κάθε επόμενη επίσκεψη, δοκιμάστηκαν δύο από τις έξι πιθανές συνθήκες (μία με κάθε βραχίονα) έως ότου εφαρμόστηκαν και οι έξι συνθήκες και στις τρεις διαφορετικές επισκέψεις. Κάθε συνθήκη ήταν ένας διαφορετικός συνδυασμός φορτίου (10, 15 και 20% του 1RM) και σχετικής πίεσης περιορισμού (40 και 80% AOP). Για κάθε συνθήκη δοκιμής, ο συμμετέχων ξεκίνησε από ξεκούραση (10 λεπτά πριν από τη συνθήκη 1 και 15 λεπτά πριν από τη συνθήκη 2) ακολουθούμενη από μέτρηση της μόνιμης αρτηριακής πίεσης απόφραξης</p>	<p>Για την αρτηριακή πίεση απόφραξης .Οι δοκιμές παρακολούθησης αποκάλυψαν ότι η αρτηριακή πίεση απόφραξης αυξήθηκε από πριν(pre) σε μετά(post) σε όλες τις συνθήκες. Στο post, ωστόσο, εκεί ήταν σημαντικές διαφορές με την αρτηριακή απόφραξη να αυξάνεται από τη μεγαλύτερη εφαρμοζόμενη πίεση</p> <p>Βαθμός δυσφορίας Παρόμοια με το RPE δεν υπήρχαν διαφορές στην ενόχληση μεταξύ των συνθηκών κατά την προ(pre condition) Υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών σε κάθε σετ άσκησης,με ενόχληση γενικά υψηλότερη με μεγαλύτερα φορτία και πιέσεις.</p> <p>Για τον όγκο άσκησης υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών .Για συνολικές επαναλήψεις,δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών αν και υπήρχαν κάποια άτομα που δεν μπορούσαν για να ολοκληρώσουν το πλήρες πρωτόκολλο στο 20% 1RM. Συμπέρασμα Τα αποτελέσματα της τρέχουσας μελέτης έδειξαν ότι όταν η άσκηση αντίστασης πραγματοποιείται χρησι-</p>

			<p>σε κάθε βραχίονα χρησιμοποιώντας ένα χειριστήριο Doppler. Έπειτα, οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν τέσσερα σετ (με επαναλήψεις : 30, 15, 15, 15) της μονομερούς άσκησης κάμψης αγκώνα σε συνδυασμό με τον περιορισμό ροής του αίματος</p> <p>Κατά τη διάρκεια των 30 δευτερολέπτων ανάπαυσης μεταξύ κάθε σετ άσκησης, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν για την βαθμολογία τους για την αντιληπτή άσκηση (RPE) και το επίπεδο δυσφορίας. Αμέσως μετά το τελευταίο σετ άσκησης μετρήθηκε, η πίεση της μόνιμης αρτηριακής απόφραξης</p> <p>πάλι στον ασκούμενο βραχίονα. Οι συμμετέχοντες στη συνέχεια ξεκουράστηκαν για 15 λεπτά και έπειτα όλες οι δοκιμές επαναλήφθηκαν στον αντίθετο βραχίονα, χρησιμοποιώντας έναν νέο συνδυασμό φορτίου και πίεσης. Η πίεση της αρτηριακής απόφραξης επανεξετάστηκε (στον βραχίονα που θα ασκηθεί) πριν την έναρξη της συνθήκης 2. Αυτό ήταν για να διασφαλιστεί ότι η καρδιαγγειακή ανταπόκριση δεν ήταν ακόμη αυξημένη λόγω της υποβολής στη συνθήκη</p> <p>1. Μετά τη δοκιμή και των δύο συνθηκών (μία ανά βραχίονα), η επίσκεψη ολοκληρώθηκε και οι επόμενες τέσσερις συνθήκες ολοκληρώθηκαν κατά τις επόμενες επισκέψεις (δύο συνθήκες ανά επίσκεψη). Το φορτίο των άνω άκρων, και οι περιοριστικές πιέσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τις επισκέψεις 2-4 τυχαιοποιήθηκαν</p> <p>κατά τη διάρκεια της επίσκεψης 1 χρησιμοποιώντας μια γεννήτρια τυχαίων ακολουθιών. Όλα περιοριστικά</p> <p>Οι πιέσεις που εφαρμόστηκαν βασίστηκαν στην αρτηριακή πίεση απόφραξης μέτρηση που έγινε αμέσως πριν από κάθε κατάσταση άσκησης. Η μόνιμη αρτηριακή πίεση απόφραξης μετρήθηκε πριν από κάθε μία</p>	<p>μοποιώντας πολύ χαμηλά φορτία σε συνδυασμό με περιορισμό της ροής του αίματος αυξάνονται οι καρδιαγγειακές και α</p> <p>Σε σύγκριση με προηγούμενες μελέτες εφαρμογής της παραδοσιακής κατάρτισης υψηλού φορτίου, το μέγεθος της καρδιαγγειακής απόκρισης στον περιορισμό της ροής του αίματος είναι παρόμοιο και</p> <p>δεν φαίνεται να δημιουργεί πρόσθετο πρόβλημα ασφάλειας. Αν και το RPE είναι αυξημένο από το φορτίο και την πίεση, είναι μικρότερο από αυτό που παρατηρήθηκε προηγουμένως με εκπαίδευση υψηλού φορτίου, υποδηλώνοντας ότι το RPE μπορεί να μην είναι</p> <p>περιοριστικός παράγοντας της συμμετοχής των συμμετεχόντων. Θα μπορούσε, ωστόσο, να περιοριστεί από την ταλαιπωρία που επίσης αυξήθηκε με υψηλότερες πιέσεις.</p>
--	--	--	---	---

			<p>περίοδο άσκησης και αμέσως μετά την άσκηση. Μια μανσέτα νάιλον πλάτους 5 cm, (SC5 Hokanson, Bellevue, WA) τοποθετήθηκε στο πιο κοντινό τμήμα του άνω βραχίονα του συμμετέχοντα. Ένας φορητός Doppler ανιχνευτής τοποθετήθηκε στον καρπό πάνω την κερκιδική αρτηρία μέχρι να βρεθεί ακουστικό σήμα ροής αίματος. Η μανσέτα διογκώθηκε αργά χρησιμοποιώντας ένα E20 Rapid Cuff Inflator έως ότου δεν υπήρχε πλέον ένδειξη ροής αίματος από τον ανιχνευτή Doppler. Η χαμηλότερη πίεση διόγκωσης της μανσέτας στην οποία η ροή του αίματος προς την περιχειρίδα δεν ήταν πλέον ανιχνεύσιμη ορίστηκε ως αρτηριακή πίεση απόφραξης. Η μετά την άσκηση μέτρηση της αρτηριακής απόφραξης λήφθηκε αμέσως μετά την άσκηση αυξάνοντας την πίεση του πληθωρισμού από τη μανσέτα, η οποία είχε ήδη διογκωθεί κατά τη διάρκεια της άσκησης. Πρωτόκολλο BFR</p> <p>Εφαρμόστηκε περιορισμός της ροής του αίματος τοποθετώντας μια νάιλον μανσέτα πλάτους 5 cm στο εγγύς τμήμα του άκρου άσκησης και διογκώνοντάς το είτε στο 40 είτε στο 80% της αρτηριακής απόφραξης πριν από την άσκηση. Μετά τον πληθωρισμό οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν τέσσερα σετ κάμψης αγκώνα με ένα από τα τρία πειραματικά φορτία (10, 15 ή 30% 1RM). Οι επαναλήψεις στόχου διαμορφώθηκαν από ένα κοινό πρωτόκολλο περιορισμού της ροής του αίματος των 30, 15, 15, 15 με 30 s ανάπαυσης μεταξύ κάθε σετ. Κάθε επανάληψη πραγματοποιήθηκε με ρυθμό μετρονόμου 1 s για το ομόκεντρο τμήμα και 1 s για το εκκεντρο τμήμα της ανώψωσης.</p>	
--	--	--	--	--

<p>Ladlow, Coppack, Dharm-Datta, Conway, Sellon, Patterson, Bennett et al (2018)</p>	<p>Σκοπός της έρευνας ήταν η σύγκριση των αποτελεσμάτων προπόνησης LL-BFR με τη συμβατική RT με μεγάλα φορτία στις αλλαγές στον όγκο των μυών και στην περιοχή εγκάρσιας διατομής (CSA), στη μυϊκή δύναμη και λειτουργική ικανότητα σε ενήλικες που υποβάλλονται σε αποκατάσταση ασθενών με μυοσκελετικά. Αξιολογήσαμε επίσης τη σκοπιμότητα και τις ανεπιθύμητες ενέργειες που σχετίζονται με την εφαρμογή LL-BFR άσκησης σε ένα πολύασχολο περιβάλλον πολυτομεακής αποκατάστασης</p>	<p>28 άνδρες ηλικίας 19-49 ετών με τραυματισμένα κάτω άκρα που ήταν σε θεραπεία μια κατάσταση αποκατάστασης MDT (πολυτομεακής αποκατάστασης) προσλήφθηκαν στη μελέτη. Τυπικά Αυτοί οι τραυματισμένοι στο κάτω άκρο συμμετέχοντες παρουσιάζουν λειτουργική κατάσταση που επιτρέπει την εκπαίδευση αντίστασης με φόρτωση αλλά όχι σε επίπεδο που να επιτρέπει την επιστροφή στην εργασία.</p>	<p>Υπερτροφία μυών Η περιοχική διατομή των μυών (CSA) και ο όγκος για κάθε κομμάτι του τραυματισμένου άκρου, του τετρακέφαλου και των διαμερισμάτων των μυϊκών σχισμών (cm²) μετρήθηκαν και υπολογίστηκαν οι όγκοι των τμημάτων των μυών (cm³). Η περιφέρεια CSA του μηρού και ο όγκος περιελάμβανε τόσο τον τετρακέφαλο όσο και την αρχιτεκτονική των μυών. Μετρήσεις αξιολογήθηκαν πριν και 24 ώρες μετά την ολοκλήρωση της αποκατάστασης 3 εβδομάδων πρόγραμματος χρησιμοποιώντας μαγνητική τομογραφία (MRI) με σαρωτή GE Sigma 1.5T Electric, Wisconsin, USA) σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφηκε προηγουμένως από τους Abe et al.(2003). Ο ίδιος αξιολογητής ολοκλήρωσε τις βασικές και μετά τις παρεμβάσεις σαρώσεις. Σε όλους τους συμμετέχοντες είχαν σαρωθεί και τα δύο πόδια αλλά μόνο το τραυματισμένο άκρο χρησιμοποιήθηκε για σκοπούς ανάλυσης. Πρωτόκολλο BFR : Μια περιχειρίδα πλάτους 10 cm τοποθετήθηκε γύρω από το εγγύς άκρο του κάθε μηρού και διογκώθηκε στο προκαθορισμένο 60% LOP. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν RT χαμηλού φορτίου (30% 1-RM) σε συνδυασμό με περιορισμό ροής αίματος χρησιμοποιώντας δύο ασκήσεις στη σειρά: (1) διμερή πίεση στην πρέσα ποδιών (Pulse Fitness, Congleton, UK) και (2) διμερή έκταση γόνατος χρησιμοποιώντας μηχανή έκτασης γόνατος (Pulse Fitness, Congleton, UK). 30% του 1-RM προσδιορίστηκε με βάση ένα εκτιμώμενο 1-RM χρησιμοποιώντας τις εκτιμήσεις μυϊκής δύναμης 5-RM. Αυτές οι ασκήσεις (μία άσκηση τετρακέφαλου ανοιχτής αλυσίδας και μία κλειστής αλυσίδας με συνεισφορές από τους τετρακέφαλους και τους μυς έκτασης ισχίου) επιτρέπουν την εκτέλεση</p>	<p>Συμπεράσματα Αυτή είναι η πρώτη μελέτη που αποδεικνύει ότι η άσκηση LL-BFR δύο φορές την ημέρα στο 30% 1 RM μπορεί να εφαρμοστεί με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα σε ένα πολύασχολο νοσοκομειακό MDT περιβάλλον αποκατάστασης. Η εκπαίδευση BFR δύο φορές την ημέρα σε χαμηλό φορτίο (30% 1- RM) είχε ως αποτέλεσμα σημαντικές βελτιώσεις στην υπερτροφία των μυών των κάτω άκρων, στη δύναμη και τη λειτουργικότητα μετά από αποκατάσταση ασθενών 3 εβδομάδων. Η εκπαίδευση LL-BFR απέδωσε θετικά κέρδη στο φυσική λειτουργία του συμμετέχοντος σε σχέση με τη συμβατική προπόνηση αντίστασης. Τα RT και LL-BFR μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια για τη βελτίωση των κλινικών αποτελεσμάτων. Ωστόσο, η εκπαίδευση LL-BFR είναι ένα εργαλείο αποκατάστασης που έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει θετικές προσαρμογές χωρίς υψηλά μηχανικά φορτία. Αυτό το εύρημα μπορεί να έχει επιπτώσεις σε ασθενείς που υποφέρουν σημαντικά από λειτουργικά ελλείμματα για τα οποία η συμβατική εκπαίδευση αντενδείκνυται.</p>
--	--	---	---	--

			<p>RT με μειωμένο αξονικό φορτίο. Εκφορτώνοντας ένα τραυματισμένο άκρο, ενώ ταυτόχρονα προκαλείται μυϊκή υπερφόρτωση απαραίτητο συστατικό στην πρόοδο πολλών προγραμμάτων αποκατάστασης MSK. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 4 σετ 30, 15, 15 και 15 επαναλήψεων στο 30% της προβλεπόμενης 1-RM (Segal et al., 2015a; Segal et al., 2015b; Giles et al., 2017; Tennent et κ.λπ., 2017), με μεσοδιάστημα 30 δευτερολέπτων. Έγινε μια σταδιακή αύξηση του φορτίου όταν επιτράπηκε η περίοδος παρέμβασης, αλλά με βάση την ανατροφοδότηση του ασθενούς και την κρίση του κλινικού ιατρού. Η πίεση πληθωρισμού διατηρήθηκε για τη διάρκεια της συνιστώσας άσκησης και ξεφουσκώνονταν κατά τη διάρκεια των 3 λεπτών ανάπαυσης κατά τη διάρκεια της άσκησης. Το συνολικό χρονικό διάστημα που εκτέθηκε σε περιορισμένη ροή αίματος ήταν 4 λεπτά ανά άσκηση και 8-λεπτά ανά προπόνηση. Η προπόνηση πραγματοποιήθηκε δύο φορές την ημέρα το πρωί και απόγευμα (πάντα χωρισμένο με διαλείμματα ≥ 5 ωρών), από Δευτέρα έως Πέμπτη και μία φορά το πρωί της Παρασκευής. Εκπαίδευση συμβατικής προπόνησης υψηλής έντασης: Οι συμμετέχοντες που ολοκλήρωσαν τη συμβατική προπόνηση αντίστασης πραγματοποίησαν 4 σετ 3 ασκήσεων (deadlift, back squat και lunges) 3 φορές την εβδομάδα. Μια σταδιακή εξέλιξη της άσκησης χρησιμοποιώντας αυτές τις ασκήσεις κλειστής αλυσίδας καθορίστηκαν από τον εκπαιδευτή αποκατάστασης άσκησης με βάση την ατομική ανταπόκριση στην εκπαίδευση. Οι επαναλήψεις ανά σετ ήταν συνήθως 6 έως 8 και προσαρμόστηκαν στις ατομικές</p>	
--	--	--	---	--

			<p>ανάγκες του ασθενούς με διαστήματα ανάπαυσης 3 λεπτών μεταξύ κάθε σετ. Το φορτίο άσκησης ήταν μια αντανάκλαση της καλύτερης προσπάθειάς τους λαμβάνοντας υπόψη τον τραυματισμό κάθε ατόμου περιορισμοί (για παράδειγμα, αναστολή πόνου ή αδυναμία παροχής επαρκούς δύναμης λόγω αδυναμίας που σχετίζεται με τον τραυματισμένο ιστό της άρθρωσης ή των μυών τους). λειτουργία.</p> <p>Κατά τη διάρκεια των 15 ημερών της εποπτευόμενης MDT (Πολυεπιστημονική) αποκατάστασης οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν το πολύ είκοσι τρεις προπονήσεις LL-BFR 8 λεπτών ή 9 συμβατικές συνεδρίες RT μιας ώρας.</p>	
McCully, Smith, Rajaei., Leigh, Natelson et al (2004).	<p>Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να μετρήσει τη ροή του αίματος σε ασθενείς με CFS(chronic fatigue syndrome) σύνδρομο χρόνιας κόπωσης και, ειδικότερα, προσπαθήσε να προσδιορίσει εάν έχει η μειωμένη ροή του αίματος σε ασθενείς με CFS θα μπορούσε να είναι υπεύθυνη για τη μείωση οξειδωτικού μεταβολισμού που παρουσιάστηκε στις προηγούμενες μελέτες. Για να εξεταστεί εάν η μειωμένη ροή αίματος είναι υπεύθυνη για το μειωμένο οξειδωτικό μεταβολισμό στο CFS, περιορίστηκε εν μέρει η ροή του αίματος κατά τη διάρκεια ανάρρωσης από την άσκηση και μετρήθηκε ο βαθμός στον οποίο ο οξειδωτικός μεταβολισμός ήταν περιορισμένος. Αν αυτή η υπόθεση ήταν αληθινή, οι ασθενείς με CFS θα είχαν χαμηλότερες τιμές αιχμής ροής αίματος και θα παρουσίαζαν μεγαλύτερες μειώσεις στον οξειδωτικό μεταβολισμό για το</p>	<p>Δεκαεννέα ασθενείς με CFS εξετάστηκαν σε αυτή τη μελέτη (ηλικίας 39,4+/-5,4 ετών, 12 γυναίκες, 7 άνδρες). Τα άτομα ελέγχου ήταν υγιή και επιλέχθηκαν να είναι παρόμοια στην ηλικία. Για την ομάδα ελέγχου επιλέχθηκαν έντεκα άτομα (ηλικίας 37,2+/- 6,9 ετών, 5 γυναίκες και 6 άνδρες).</p>	<p>Πειραματικό πρωτόκολλο. Πραγματοποιήθηκαν δύο ομάδες πειραμάτων, η μια χρησιμοποιεί φασματοσκοπία μαγνητικού συντονισμού 31P (MRS) και η άλλη χρησιμοποιεί υπερηχογράφημα Doppler. Τα πειράματα MRS μέτρησαν τον ρυθμό ανάκτησης φωσφοκρεατινής (PCr) ως δείκτη της ικανότητας οξειδωτικού μεταβολισμού. Άσκηση υψηλής έντασης (γρήγορη επανάληψη, χαμηλό φορτίο) χρησιμοποιήθηκε για την πρόσληψη όσο το δυνατόν περισσότερης μυϊκής ανάπτυξης και σύντομες διάρκειες χρησιμοποιήθηκαν για την ελαχιστοποίηση της ανάπτυξης οξέωσης, η οποία επηρεάζει τα επίπεδα PCr. Επτά περίοδοι άσκησης πραγματοποιήθηκαν με ένα πόδι. Κατά τη διάρκεια όλων των ασκήσεων, τοποθετήθηκε μανσέτα αρτηριακής πίεσης κοντά στο γόνατο που διογκώθηκε στα 100 mmHg πάνω από τη συστολική πίεση 10 s πριν, κατά τη διάρκεια και για 10 s μετά την άσκηση. Αυτό γίνεται για να μειωθεί η πιθανότητα συσσωρευμένου οξυγόνου στους μυς στην έναρξη της ανάκαμψης. Η ανάκαμψη από την πρώτη και την τελευταία περίοδο άσκησης</p>	<p>Ροή του αίματος.</p> <p>Συνοπτικά, οι ασθενείς με CFS είχαν ποσοστά οξειδωτικού μεταβολισμού που δεν ήταν διαφορετικά από τα άτομα ελέγχου, ακόμη και με μερικό περιορισμό της ροής του αίματος. Αυτό υποδηλώνει ότι τα συμπτώματα CFS που ανέφεραν αυτοί οι ασθενείς δεν προκλήθηκαν από περιφερικές ανωμαλίες στον οξειδωτικό μεταβολισμό. Ωστόσο, βρέθηκαν ενδείξεις ότι οι ασθενείς με CFS είχαν μειωμένη παροχή οξυγόνου, με βάση τόσο τις μετρήσεις του ρυθμού ανάρρωσης μετά την άσκηση, όσο και τις μειώσεις στην απόκριση ολοκληρωμένης ροής στη μερική απόφραξη της αρτηρίας, παροχή οξυγόνου. Η μερική απόφραξη της μανσέτας είχε ως αποτέλεσμα βαθμιαίες μειώσεις του οξειδωτικού μεταβολισμού, ακόμη και με πίεση απόφραξης κάτω από τη διαστολική πίεση</p>

	δεδομένο επίπεδο περιορισμού ροής		<p>συνέβη με πλήρη απελευθέρωση της πίεσης περιχειρίδας. Οι μέσες πέντε περίοδοι άσκησης είχαν πιέσεις περιχειρίδας κατά τη διάρκεια της ανάκτησης που περιλάμβαναν 50, 60, 70, 80 και 90 mmHg (1 κατάσταση 40, 50, 60, 70 και 80 mmHg). Οι ίδιες επτά περίοδοι άσκησης πραγματοποιήθηκαν επίσης στο ίδιο πόδι και η ροή του αίματος μετρήθηκε στη μηριαία αρτηρία με υπερηχογράφημα Doppler. Επιπλέον, ο κορεσμός οξυγόνου και ο όγκος του αίματος μετρήθηκαν στο μέσο γαστροκνήμιο χρησιμοποιώντας φασματοσκοπία εγγύς υπέρυθρων (NIRS). Η σειρά των πειράματων MRS και Doppler ποικίλλει, με 1 ώρα μεταξύ των συνεδριών δοκιμής. Η σειρά των δοκιμών MRS και Doppler δεν επηρέασε το αποτέλεσμα. Η σειρά των πιέσεων περιχειρίδας ήταν συνήθως από 50 έως 90, αλλά σε ορισμένους συμμετέχοντες η σειρά αντιστράφηκε. Και πάλι, δεν υπήρχε επιρροή στο αποτέλεσμα.</p>	
Ozaki, Sakamaki, Yasuda, Fujita, Ogasawara, Sugaya, Abe, et al (2011).	ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να διερευνήσει τα αποτελέσματα της προπόνησης βάρδιας με BFR στο μέγεθος των μυών και λειτουργία καθώς και την αερόβια ικανότητα σε ηλικιωμένες γυναίκες.	Συνολικά 18 γυναίκες με καθιστική ζωή, ηλικίας 57-73 ετών, εθελοντικά συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη	<p>Οι συμμετέχοντες τόσο στο BFR-Walk όσο και στο CON-Walk οι ομάδες πραγματοποίησαν περπάτημα 20 λεπτών με διάδρομο σε προκαθορισμένη ένταση άσκησης 45% του αποθεματικού καρδιακού ρυθμού (HRR). Αυτή η εκπαίδευση πραγματοποιήθηκε υπό στενή επίβλεψη εκείνων με τεχνικές γνώσεις στην εκπαίδευση BFR. Μία εβδομάδα πριν από την έναρξη της εκπαίδευσης βάρδιας. Η ταχύτητα και ο βαθμός προσαρμόστηκαν για κάθε συμμετέχοντα κατά τη διάρκεια μιας υπομέγιστης δοκιμής βάρδιας και η κατάσταση φορτίου άσκησης του κάθε συμμετέχοντα καθορίστηκε και παρέμεινε σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαίδευσης. Η μέση ταχύτητα του διαδρόμου</p>	<p>Συμπέρασμα: Συνοπτικά, η προπόνηση βάρδιας χαμηλής έντασης με BFR βελτιώνει ταυτόχρονα το μέγεθος των μυών του μηρού και τη δύναμη της άρθρωσης γόνατος στις ηλικιωμένες γυναίκες. Επίσης, η λειτουργική ικανότητα βελτιώθηκε με αυτήν την προπόνηση, η οποία μπορεί να οφείλεται κυρίως σε αυξήσεις στη δύναμη.</p>

			<p>και η κλίση ήταν $4,5 \pm 0,0$ km / h και $1,6 \pm 0,4$ μοίρες στην ομάδα BFR-Walk και $4,4 \pm 0,1$ km / h και $1,5 \pm 0,5$ μοίρες στην ομάδα CON-Walk.. Μέγιστη ηλικιακό προβλεπόμενο ποσοστό καρδιακού ρυθμού (HRmax, 220 - ηλικία) χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του HRR για κάθε συμμετέχων. Οι προπονήσεις πραγματοποιήθηκαν 4 ημέρες ανά εβδομάδα για 10 εβδομάδες. Κατά τη διάρκεια όλων των εκπαιδευτικών συνεδριών, HR ηχογραφήθηκε στο 5ο, 10ο και 15ο λεπτό και για τις ομάδες CON-Walk και BFR-Walk. Ακροαματικότητα της αντίληπτης άσκησης καταγράφηκαν επίσης κάθε 5 λεπτά κατά τη διάρκεια της συνεδρίας</p>	
Tennent, Hylden, Johnson, Burns, Wilken, Owens et al (2017)	<p>Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να αξιολογήσει την προσθήκη άσκησης με βάση το BFR σε παραδοσιακές μεθόδους φυσικής θεραπείας για τη βελτίωση της αντοχής, της υπερτροφίας, των λειτουργικών αποτελεσμάτων και των αποτελεσμάτων που αναφέρθηκαν από τον ασθενή μετά από μετεγχειρητική αρθροσκόπηση γονάτου</p>	<p>Όλοι οι ασθενείς ήταν μεταξύ 18 και 65 ετών</p>	<p>Στη μετεγχειρητική επίσκεψη 2 εβδομάδων, κάθε ασθενής υποβλήθηκε σε 12 συνεδρίες εποπτευόμενης φυσικοθεραπείας σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρωτόκολλα. Στην αρχή της θεραπείας και στο τέλος των 12 συνεδριών, διμερείς υπερηχογράφοι κατώτερου άκρου χρησιμοποιήθηκαν για αξιολόγηση της παρουσίας DVT. Επί πλέον, όλοι οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε δοκιμή αντοχής, φυσικής λειτουργίας και έρευνες αποτελεσμάτων που αναφέρθηκαν από τον ασθενή στην αρχή και το τέλος της περιόδου μελέτης. Κατά τη στιγμή της εγγραφής, ένας ερευνητής συντονιστής που ασχολήθηκε με τη φροντίδα των ασθενών επέλεξε έναν τυχαίο φάκελο για ανάθεση κάθε άτομου σε μία από τις 2 ομάδες: περιορισμός ροής αίματος (BFR) θεραπεία ή τυπική φυσική θεραπεία. Πρωτόκολλο BFR. Η ομάδα BFR πραγματοποίησε 3 επιπλέον ασκήσεις κάτω από μερική αγγειακή απόφραξη: πρέσα ποδιών, έκταση ποδιού και αντίστροφη πρέσα. Η ομάδα BFR πραγματοποίησε</p>	<p>Και οι δύο ομάδες ξεκίνησαν φυσιοθεραπεία σε περίπου 3 εβδομάδες μετά τη χειρουργική επέμβαση και ολοκλήρωσαν 12 συνεδρίες φυσικοθεραπείας σε περίπου 6 εβδομάδες. Η περιφέρεια των μηρών βελτιώθηκε σημαντικά στην ομάδα BFR και στα δύο 6 cm και 16 cm πλησίον του επιγονατιδικού πόλου. Αντίστοιχη σημαντική αλλαγή δεν παρατηρήθηκε στην ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, οι αυξήσεις της περιφέρειας του μηρού ήταν σημαντικά μεγαλύτερες στην ομάδα BFR σε σύγκριση με τη συμβατική θεραπεία. Αν και ο πόνος στο KOOS, τα συμπτώματα και ο αθλητισμός υποκαθίστανται έδειξε σημαντικές βελτιώσεις για την ομάδα ελέγχου, η ομάδα BFR παρουσίασε σημαντικές βελτιώσεις για όλες τις υποκατηγορίες. Η βαθμολογία φυσικής συνιστώσας VR-12 (PCS) έδειξε σημαντικές βελτιώσεις τόσο στην ομάδα BFR και στην ομάδα ελέγχου, και οι ομάδες δεν είχαν σημαντική διαφορά στο τέλος της μελέτης. Σε αντίθεση, το</p>

			<p>ειδικές ασκήσεις αποκλεισμού της αιματικής ροής με αρχικό εκτιμώμενο 1RM 30%. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 4 σετ 30/15/15/15 επαναλήψεων κατά τη διάρκεια κάθε ασκήσης ενδυνάμωσης. Χρησιμοποιήθηκε περίοδος ανάπαυσης 30 δευτερολέπτων ανάμεσα στα σετ. Ο πλεθωρισμός της μανσέτας διατηρήθηκε κατά τη διάρκεια ολόκληρης της άσκησης συμπεριλαμβανομένων περιόδων ανάπαυσης για την ομάδα BFR. Χρησιμοποιήθηκε περίοδος ανάπαυσης 1 λεπτού μεταξύ κάθε μεμονωμένης άσκησης, και η μανσέτα διογκώθηκε για μέγιστη περίοδο 5 λεπτά. Για να επιτύχετε μερική αγγειακή απόφραξη, ένα φορητό PTS ii σύστημα μανσέτας (Delphi Medical, Βανκούβερ, BC, Καναδάς) με αντίστοιχο μέγεθος μανσέτας τοποθετήθηκε γύρω από τον κοντινό μηρό του ασθενούς. Αυτό το σύστημα επιτρέπει ακριβή έλεγχο της πίεσης του μανικιού κατά τη διάρκεια της προπόνησης παρά τις αλλαγές στον όγκο των μυών που εμφανίζονται φυσικά κατά την εκτέλεση ασκήσεων. Η συνολική πίεση απόφραξης άκρων (LOP) προσδιορίστηκε προσδιορίζοντας την πίεση που απαιτείται για την εξάλειψη ενός ανιχνεύσιμου παλμού με χρήση υπερήχου Doppler. Η μερική αγγειακή απόφραξη επιτεύχθηκε ρυθμίζοντας το τουρνουά στο 80% το LOP. Αυτό εξασφάλισε ότι ελήφθη φλεβική απόφραξη ενώ εξακολουθούσε να επιτρέπει την αρτηριακή εισροή και εξατομικεύτηκε σε κάθε ασθενή παρά τις διακυμάνσεις στην περιφέρεια του μηρού, το μέγεθος της μανσέτας και η συστολική αρτηριακή πίεση. Αυτή η εξατομικευμένη προσέγγιση για</p>	<p>Η βαθμολογία VR-12 διανοητικών συστατικών (MCS) έδειξε μόνο σημαντικές βελτιώσεις στην ομάδα BFR (P = 0,0371), η οποία ήταν επίσης σημαντικά καλύτερη από την ομάδα συμβατικής θεραπείας (P = 0,0149). Αν και SSWV, FSST και STS5 σημαντικά βελτιώθηκαν στην ομάδα ελέγχου, όλα μέτρα έκβασης φυσικής λειτουργίας στην ομάδα BFR βελτιώθηκαν σημαντικά και εμφανίζονται γενικά μεγαλύτερες βελτιώσεις. Επιπλέον, η TSA βελτιώθηκε σημαντικά περισσότερο στην ομάδα BFR. Σημαντικές βελτιώσεις δύναμης ισχύος έκτασης και κάμψης παρατηρήθηκαν και στις δυο ομάδες. Ωστόσο, η ισχύς έκτασης τετρακέφαλων στο BFR έδειξε περίπου 2 φορές βελτίωση αντοχής σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Συμπερασματικά, αυτή η μελέτη αποδεικνύει ότι η προσθήκη παρεμβάσεων BFR σε ένα πρόγραμμα μετεγχειρητικής θεραπείας μπορεί να προκαλέσει βελτιώσεις στη δύναμη, τη μυϊκή υπερτροφία, τη λειτουργία και τα μέτρα που αναφέρθηκαν από τον ασθενή με ασφάλεια μετά από αρθροσκόπηση γόνατος.</p>
--	--	--	---	--

			<p>Ο προσδιορισμός του LOP αποτρέπει την υπερβολική πίεση σε άτομα με χαμηλότερη LOP. Χρησιμοποιήθηκε ένα Easy-Fit Tourniquet Cuff (Delfi Medical, Vancouver, VC, Canada) με το σύστημα PTS ii. Το ίδιο πλάτος μανσέτας χρησιμοποιήθηκε για όλους τους ασθενείς, ωστόσο, το μήκος της μανσέτας διέφερε ανάλογα με το μέγεθος του μηρού του ασθενούς και στη συνέχεια ταξινομήθηκε με βάση τις συστάσεις του κατασκευαστή. Έχει αποδειχθεί ότι η χρήση πλατύτερων περιχειρίδων και εξατομικευμένων LOP βελτιώνει την ασφάλεια ενώ χρησιμοποιώντας συστήματα τουρνουά.</p> <p>Περίμετρος μηρού Οι μετρήσεις της περιφέρειας των μηρών λήφθηκαν στα 6 cm και 16 εκατοστά κοντά στον ανώτερο επιγονατικό πόλο με μια τυπική μετροταινία. Ο φυσιοθεραπευτής μέτρησε περιμετρικά την περιφέρεια του μηρού κατά την έναρξη και κατά την ολοκλήρωση των 12 συνεδριών φυσικής θεραπείας.</p> <p>Μέτρηση αποτελεσμάτων φυσικής απόδοσης. Self-selected walking velocity (SSWV), sit-to-stand 5 times (STS5), 4 square step test (FSST), and timed stair ascent (TSA) πραγματοποιήθηκαν στην αρχή και στο τέλος της μελέτης. Μέτρηση αποτελεσμάτων φυσικής απόδοσης επιλέχθηκαν με βάση αυτά που είχαν προηγουμένως επικυρωθεί από τον Wilken et al σε έναν υγιή ενεργό πληθυσμό. Όλες οι μετρήσεις επαναλήφθηκαν 4 φορές και τα αποτελέσματά τους ήταν κατά μέσο όρο.</p> <p>Μέτρα αποτελεσμάτων που αναφέρθηκαν από τον ασθενή Η βαθμολογία αποτελεσμάτων οστεοαρθρίτιδας γονάτου (KOOS) και η Veterans RAND 12-Item Health Survey (VR-12)</p>	
--	--	--	--	--

			<p>ολοκληρώθηκαν πριν από την έναρξη της φυσικοθεραπείας και στο τέλος της φυσικοθεραπείας. Το KOOS είναι ένα αυτοδιαχειριζόμενο ερωτηματολόγιο για το γόνατο που αξιολογεί τόσο τις μακροπρόθεσμες όσο και τις βραχυπρόθεσμες συνέπειες του τραυματισμού στο γόνατο και της οστεοαρθρίτιδας.</p> <p>αποτελείται από 42 ερωτήσεις σε 5 τομείς ως εξής: πόνος, συμπτώματα, δραστηριότητες καθημερινής ζωής, ποιότητα ζωής και αθλητικές λειτουργίες. Το VR-12 είναι ένα γενικό ερωτηματολόγιο υγείας που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ποιότητας ζωής και της επιβάρυνσης των ασθενειών. Πρωτόκολλο δοκιμής αντοχής</p> <p>Δοκιμάστηκε η κάμψη και η έκταση γόνατος σε ένα δυναμόμετρο Biodex 3 (Shirley, NY). Όλη η δοκιμή δύναμης πραγματοποιήθηκε μετά από προθέρμανση 5 λεπτών σε στατικό ποδήλατο. Κάθε ασθενής τοποθετήθηκε στο δυναμόμετρο σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή σε όρθια, καθισμένη θέση.</p> <p>Πραγματοποιήθηκε μία επανάληψη κάμψης και έκτασης για εξοικείωση. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5 επαναλήψεις στους 60 βαθμούς κάμψης του γόνατος με περίοδο ανάπαυσης 30 δευτερολέπτων μεταξύ κάθε επανάληψης. Υπολογίστηκε η μέγιστη ροπή ως μέτρο μέγιστης αντοχής που επιτυγχάνεται καθ' όλη τη διάρκεια του εύρους κίνησης</p>	
Lixandrao Ugrinowitsch , Laurentino et al 2015	<p>Σκοπός της έρευνας ήταν η σύγκριση των αποτελεσμάτων διαφορετικών πρωτοκόλλων εκπαίδευσης περιορισμού της ροής του αίματος (BFRT) με διαφορετικές πιέσεις απόφραξης και / ή εντάσεις άσκησης στη μυϊκή μάζα και δύναμη. Συγκρίθηκαν επίσης πρωτόκολλα BFRT με συμβατική εκπαίδευση αντίστασης υψηλής έντασης.</p>	<p>Είκοσι έξι άτομα διέθεταν κάθε σκέλος σε δύο από τα πέντε πρωτόκολλα. Τα πρωτόκολλα BFRT διεξήχθησαν είτε σε 20 είτε σε 40% 1-RM με πίεση απόφραξης 40 ή 80%: BFRT20 / 40, BFRT20 / 80, BFRT40 / 40 και BFRT40 / 80. Η συμβατική RT πραγματοποιήθηκε σε 80% 1-RM (RT80) χωρίς πε-</p>	<p>Όσον αφορά τη μυϊκή μάζα, η αύξηση της πίεσης απόφραξης ήταν αποτελεσματική μόνο σε πολύ χαμηλή ένταση (BFRT20 / 40 0,78% έναντι BFRT20 / 80 3,22%). Δεν παρατηρήθηκε πρόσθετη αύξηση σε υψηλότερες εντάσεις (BFRT40 / 40 4,45% έναντι BFRT40 / 80 5,30%), χωρίς διαφορά μεταξύ των τελευταίων πρωτοκόλλων και RT80 (5,90%). Η ένταση της άσκησης έπαιξε ρόλο στην CSA κατά τη σύγκριση ομάδων</p>	<p>Συμπερασματικά, τα πρωτόκολλα BFRT επωφελούνται από την υψηλότερη πίεση απόφραξης (80%) όταν ασκούνται σε πολύ χαμηλές εντάσεις. Αντίθετα, η πίεση απόφραξης φαίνεται δευτερεύουσα από την ένταση της άσκησης σε πιο έντονα (40% 1-RM) πρωτόκολλα BFRT. Τέλος, όταν εξετάζουμε τη μυϊκή δύναμη, τα πρωτόκολλα BFRT φαίνονται λιγότερο αποτελεσματικά από το RT υψηλής έντασης</p>

		ριορισμό ροής αίματος. Η μέγιστη δυναμική ισχύς (1-RM) και η εγκάρσια διατομή τετρακέφαλων (CSA) αξιολογήθηκαν κατά την έναρξη και μετά από 12 εβδομάδες	με παρόμοια πίεση απόφραξης. Η μυϊκή δύναμη αυξήθηκε ομοίως μεταξύ των ομάδων BFRT (~ 12,10%), αλλά σε μικρότερο βαθμό από την RT80 (21,60%)	
Vechin ,Libardi ,Conceicao et al. 2015	ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να συγκρίνει τα αποτελέσματα προπόνησης 12 εβδομάδων είτε LRT-BFR είτε HRT στη μυϊκή δύναμη και τη μάζα του τετρακέφαλου σε ηλικιωμένα άτομα.	Συμμετείχαν 23 υγιή ηλικιωμένα άτομα(14 άνδρες και 9 γυναίκες) με την ηλικία να κυμαίνεται από 59-71 ετών.	Τα άτομα ταξινομήθηκαν σύμφωνα με τις τιμές διατομής τετρακέφαλου προκαταρκτικής προπόνησης (CSA) και στη συνέχεια κατανεμήθηκαν τυχαία σε μία από τις ακόλουθες ομάδες: (α) ομάδα ελέγχου, (β) HRT: επαναλήψεις 4 × 10, 70-80% μία μέγιστη επανάληψη (1RM) και (c) LRT-BFR: 4 σύνολα (επαναλήψεις 1 × 30 και 3 × 15), 20-30% 1RM. Η πίεση απόφραξης ρυθμίστηκε στο 50% της μέγιστης αρτηριακής πίεσης της κνήμης και διατηρήθηκε καθ'όλη τη διάρκεια της προπόνησης. Η 1RM πρέσας ποδιών και η CSA τετρακέφαλου αξιολογήθηκαν πριν και μετά την προπόνηση. Η δοκιμή 1RM πραγματοποιήθηκε 48 ώρες μετά την τελευταία συνεδρία εξοικείωσης. Στη συνέχεια, τα άτομα παρακολούθησαν 12 εβδομάδες εκπαίδευσης, 2 φορές την εβδομάδα. Προσδιορισμός της πίεσης προπόνησης περιορισμού της ροής του αίματος Τοποθετήθηκε μανσέτα πλάτους 18 cm στο εγγύς τμήμα του μηρού (περιοχή της βουβονικής πτυχής) και διογκώθηκε μέχρι να παρατηρηθεί απουσία παλμού αίματος μέσω ακρόασης με αγγειακό ανιχνευτή Doppler (DV-600; Marted, Σάο Πάολο, Βραζιλία) τοποθετημένο πάνω από το κνημιαία αρτηρία. Ο ερευνητής απελευθέρωσε την πίεση αργά έως ότου μπορούσε να ανιχνευτεί ο πρώτος αρτηριακός παλμός, ο οποίος θεωρήθηκε η συστολική πίεση στην κνημιαία αρτηρία. Η πίεση της μανσέτας ρυθμίστηκε στο 50% της μέγιστης αρτηριακής πίεσης της κνήμης καθ'όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου. Ωστόσο, τα άτομα επα-	Οι τιμές 1RM τύπου ποδιού αυξήθηκαν σημαντικά για την ομάδα HRT και παρατηρήθηκε μια τάση προς σημαντικά μεγαλύτερες τιμές για την ομάδα LRT- BFR. Η CG δεν έδειξε διαφορές στις τιμές 1RM τύπου ποδιού από τις δοκιμές πριν από την προπόνηση. Συνοπτικά, αυτή ήταν η πρώτη μελέτη που παρείχε δεδομένα σχετικά με την άμεση σύγκριση των LRT-BFR και HRT σε μια ομάδα ηλικιωμένων, υποστηρίζοντας τη χρήση μιας στρατηγικής RT χαμηλότερης έντασης (και ίσως ασφαλέστερης) ως υποκατάστατο ενός υψηλού φορτίου RT προγράμματος. Αποδείξαμε ότι και τα δύο προγράμματα προπόνησης ήταν αποτελεσματικά για την αύξηση της CSA του τετρακέφαλου και της 1RM leg press. Ωστόσο, η HRT φαίνεται να προκαλεί μεγαλύτερα κέρδη στη δύναμη.

			<p>ναλάμβαναν αυτήν τη διαδικασία μία φορά την εβδομάδα για να προσαρμόσουν την πίεση προπόνησης εάν χρειαστεί. Η μέση πίεση μανσέτας κατά τη διάρκεια της προπόνησης ήταν 71 ± 9 mm Hg. Η μανσέτα διατηρήθηκε φουσκωμένη καθ' όλη τη διάρκεια των προπονήσεων. Πρωτόκολλο προπόνησης :</p> <p>Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν άσκηση πρέσας ποδιών , 2 μέρες την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Η ομάδα HRT πραγματοποίησε 4 σετ των 10 επαναλήψεων με φορτίο 70% τις πρώτες 6 εβδομάδες ενώ για τις επόμενες εβδομάδες το φορτίο αυξήθηκε στο 80% 1RM. Η ομάδα LRT-BFR πραγματοποίησε συνολικά 4 σετ, 1 σετ 30 επαναλήψεων και 3 σετ 15 επαναλήψεων, με φορτίο που αντιστοιχεί στο 20% 1RM στις πρώτες 6 εβδομάδες προπόνησης. Στη συνέχεια, το φορτίο αυξήθηκε στο 30% 1RM για τις επόμενες εβδομάδες. Παραχωρήθηκε περίοδος ανάπαυσης 1 λεπτού μεταξύ των σετ και για τις δύο ομάδες. Και τα δύο πρωτόκολλα εκπαίδευσης καθορίστηκαν με βάση το γεγονός ότι η αποτελεσματικότητά τους και η ασφάλειά τους έχουν δοκιμαστεί μεμονωμένα αλλού. Το εύρος κίνησης στην άρθρωση του γόνατος κατά τη διάρκεια της άσκησης του ποδιού ήταν 90 °. Ζητήθηκε από τα άτομα να εκτελέσουν την ομόκεντρη και την έκκεντρη φάση της άσκησης σε 2 δευτερόλεπτα.</p>	
Manimmanakorn ,Hamlin ,Ross et al 2013	<p>Ως εκ τούτου, αυτή η μελέτη θα διερευνήσει εάν υπάρχει οποιαδήποτε αλλαγή στην περιοχή της εγκάρσιας διατομής των μυών και στην αντοχή που εμφανίζεται με ανθεκτική άσκηση χαμηλής έντασης κατά τη διάρκεια του περιορισμού της ροής του αίματος που αναπαράγεται με IHT(Intermittent hypoxic training). Επιπλέον, αφού το μεγαλύτερο μέρος της έρευνας σε αυτόν τον τομέα έχει διεξαχθεί σε άνδρες, αυτή η μελέτη στοχεύει να διερευνήσει τις φυσιολογικές αλλαγές</p>	<p>Τριάντα γυναίκες netballers (ηλικίας $20,2 \pm 3,3$ ετών, ύψους $168,4 \pm 5,8$ εκ. και μάζας σώματος $65,2 \pm 6,5$ kg, μέσος όρος \pm SD), έδωσαν γραπτή συγκατάθεση για συμμετοχή στη μελέτη</p>	<p>Όλοι οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν διμερείς εκτάσεις γόνατος και κάμψεις από 0° έως 90° σε καθιστή θέση για έκταση και επιρρεπή θέση για κάμψη χρησιμοποιώντας μια ιστονική έκταση ποδιού. Η ομάδα KT πραγματοποίησε προπόνηση με περιορισμό ροής αίματος (εκπαίδευση Kaatsu, KAATSUMASTER® mini, Sato Sports Plaza Inc., Ιαπωνία) και στους δύο μηρούς.</p> <p>Κατά τη διάρκεια της προπόνησης, οι πιέσεις που ασκούν οι μανσέτες Kaatsu (που</p>	<p>Ως αποτέλεσμα της εκπαίδευσης, βρήκαμε ότι η συνδυασμένη CSA των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών (εκτός των προσαγωγών) αυξήθηκαν στις ομάδες KT, HT και CT αντίστοιχα. Το μεμονωμένο CSA των εκτατών αυξήθηκε στις ομάδες KT, HT και CT και οι μύες κάμψης αυξήθηκαν στις ομάδες KT, HT και CT .Σε σύγκριση με την ομάδα CT, ο συνδυασμένος εκτατήρας και ο κάμψη CSA αυξήθηκαν σημαντικά σε η ομάδα KT και HT . Αλλαγές</p>

	<p>γές μιας τέτοιας άσκησης σε νέες γυναίκες αθλήτριες. Τέλος, διερευνείται εάν υπάρχει κάποια βελτίωση σε δύναμη και αντοχή από τις παρεμβάσεις και αν έχει ως αποτέλεσμα οποιαδήποτε ευεργετική αλλαγή στην απόδοση του αθλητισμού.</p>		<p>είχαν πλάτος περίπου 5 cm), αυξήθηκε σταδιακά κατά 10 mmHg κάθε μέρα, ξεκινώντας από 160 mmHg την 1η ημέρα που ανεβαίνει στα 230 mmHg την 8η ημέρα. Η πίεση παρέμεινε αμετάβλητη καθ' όλη τη διάρκεια της προπόνησης.5 Καρδιακός ρυθμός και αρτηριακό οξυγόνο Ο κορεσμός παρακολούθηθηκε με παλμικό οξύμετρο στο τέλος του κάθε σετ άσκησης (Sport-Stat, Nonin Medical, Minneapolis, MN). Το CT η ομάδα πραγματοποίησε ασκήσεις επέκτασης και κάμψης στο γόνατο με το Kaatsu εφαρμοσμένο αλλά χωρίς να φουσκώνει (<5 mmHg) . Οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν τρεις προπονήσεις την εβδομάδα για 5 εβδομάδες. Κάθε προπόνηση συνίστατο σε τρία σετ έκτασης γόνατος ακολουθούμενα από τρία σετ κάμψης γόνατος έως την αποτυχία (σύνολο 6 σετ) με ανάπαυση 30 δευτερολέπτων μεταξύ των σετ και ανάπαυση 2 λεπτών μεταξύ των ασκήσεων. Οι κατά προσέγγιση επαναλήψεις ανά σετ ήταν 28 ± 2, 24 ± 2, 22 ± 2, (μέσος όρος \pm SD) για επέκταση και 36 ± 3, 31 ± 3, 26 ± 3 για κάμψη. Το βάρος αυξήθηκε και μειώθηκε με παρόμοιο ρυθμό λαμβάνοντας περίπου 1 δευτερόλεπτο για ομόκεντρα και 1 δευτερόλεπτο για έκκεντρα κίνηση. Η αντίσταση που χρησιμοποιήθηκε ήταν 20% 1RM, η οποία προσδιορίστηκε τουλάχιστον δύο ημέρες πριν από την έναρξη της προπόνησης και ήταν αμετάβλητη καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Στη συνέχεια, οι ομάδες HT και CT ενημερώθηκαν να ταιριάξουν με τις επαναλήψεις που εκτελούνται από την ομάδα KT για να διασφαλιστεί η ισορροπία φορτίου μεταξύ ομάδων</p>	<p>στην περιοχή της εγκάρσιας διατομής των εκτεινόντων μυών ήταν μεγαλύτερες σε KT σε σύγκριση με HT, ενώ η αύξηση της εγκάρσιας διατομής ήταν μεγαλύτερη για το HT σε σύγκριση με το KT για τους καμπτήρες μύες .Συμπερασματικά: αυτή η μελέτη διαπίστωσε ότι τόσο ο περιορισμός της ροής του αίματος σε αίματος όσο και υποξική προπόνηση σε συνδυασμό με προπόνηση αντοχής σε χαμηλό φορτίο βελτίωσαν MVC3, MVC30 και Reps201RM. Επιπλέον, και ο περιορισμός της ροής αίματος και η υποξική προπόνηση αύξησαν σημαντικά την περιοχή διατομής των μυών σε σύγκριση με την προπόνηση μόνο. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η κατάρτιση αντίστασης χαμηλού φορτίου σε συνδυασμό με υποξική προπόνηση ή περιορισμό της ροής του αίματος είναι πολύ πιθανό να βελτιώνει την ισομετρική αντοχή και η αντοχή μπορεί επίσης να μεταφερθεί σε βελτίωση στο σπορ γυναικείο netball.</p>
Mattar ,Gualano , Perandini et al 2014	Ως εκ τούτου, ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογήσει	13 ασθενείς (9 γυναίκες και 4 άνδρες) ολοκλήρωσαν το πρω-	Το πρόγραμμα άσκησης περιελάμβανε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης με BFR δώδεκα	Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα BFR ήταν αποτελεσματικό στην αύξηση του 1RM τόσο στην

	<p>την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα ενός εκπαιδευτικού προγράμματος BFR σε μια ομάδα ασθενών με PM (πολυμουσιτίδα) και DM(δερματομυοσίτιδα).</p>	<p>τόκολλο και αξιολογήθηκαν (ηλικίας $45,6 \pm 8,8$ ετών, BMI $31,0 \pm 6,6$ kg / m², μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (VO₂peak) $23,3 \pm 6,9$ mL / kg / min)</p>	<p>εβδομάδων/ δύο φορές την εβδομάδα. Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα BFR περιελάμβανε συμβατικές ασκήσεις με δίποδα ποδιών και επέκτασης γόνατου (Ο περιορισμός της ροής του αίματος επιτεύχθηκε τοποθετώντας μια μανσέτα αέρα (πλάτος 175 mm × μήκος 920 mm) στην βουβωνική πτυχή και των δύο μηρών. Ένας μερικός περιορισμός ροής αίματος διατηρήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια των προπονήσεων (25 έως 30 λεπτά), συμπεριλαμβανομένων των διαλειμμάτων και απελευθερώθηκε αμέσως μετά το τέλος των προπονήσεων. Κατά τη διάρκεια των πρώτων 4 εβδομάδων εκπαίδευσης, οι ασθενείς υποχρεώθηκαν να πραγματοποιήσουν τέσσερα σετ των 15 επαναλήψεων με 30% IRM. Κατά την πρώτη εβδομάδα, πραγματοποιήθηκε μειωμένη ένταση 20% IRM για κάθε άσκηση. Από την πέμπτη εβδομάδα και μετά, ο όγκος άσκησης αυξήθηκε σε πέντε σετ 15 επαναλήψεων με 30% IRM. Το φορτίο άσκησης προσαρμόζονταν κάθε 4 εβδομάδες με επανεκτίμηση του IRM των ασθενών και μια περίοδος ανάπαυσης 1 λεπτού επιτρέπονταν μεταξύ των σετ σε ολόκληρο το πρωτόκολλο εκπαίδευσης. Η πίεση περιχειρίδας που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου προπόνησης προσδιορίστηκε ως το 70% της προκαθορισμένης πίεσης αποβολής παλμού. Κατά τη διάρκεια των ασκήσεων χρησιμοποιήθηκε μέσος όρος 94 ± 13 mmHg πίεσης περιχειρίδας.</p>	<p>άσκηση πρέσας ποδιών όσο και στην έκταση του γόνατος.Συνοπτικά, αποδείξαμε ότι ένα πρόγραμμα παρακολούθησης αντίστασης χαμηλής έντασης 12 εβδομάδων που συνδυάζεται με μερικό περιορισμό της ροής του αίματος μπορεί να είναι ασφαλές και αποτελεσματικό στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης, της λειτουργίας, της μυϊκής μάζας και της ποιότητας ζωής που σχετίζεται με την υγεία σε μη ενεργούς ασθενείς με PM και DM.</p>
<p>Kubo,Komuro,Ishiguro, Tsunoda, Sato ,Ishii ,Fukunaga, et al. (2006).</p>	<p>Η παρούσα μελέτη αποσκοπούσε στη διερεύνηση των επιπτώσεων της εκπαίδευσης αντίστασης χαμηλού φορτίου με αγγειακή απόφραξη στην ειδική ένταση και τις ιδιότητες τένοντα συγκρίνοντας με αυτές της εκπαίδευση υψηλού φορτίου</p>	<p>Εννέα υγιείς νεαροί άνδρες (ηλικίας 25 ± 2 ετών, ύψους 172 ± 4 cm, με σωματική μάζα 73 ± 13 kg, μέση τιμή \pm SD) συμμετείχαν εθελοντικά σε αυτή τη μελέτη</p>	<p>Οι συμμετέχοντες έκαναν μονόπλευρες ασκήσεις έκτασης γόνατος σε καθιστή θέση με μια ισοτονική μηχανή έκτασης γόνατος. Το εύρος της κίνησης της άρθρωσης του γόνατος ήταν 90° έως 0° (0° = πλήρης επέκταση). Οι συμμετέχοντες έλαβαν οδηγίες να ανυψώσουν και να χαμηλώσουν το φορτίο σε περίπου σταθερή ταχύτητα, με διάρκεια περίπου 1 δευτερόλεπτο για ομόκεντρη δράση και 3 δευτερόλεπτα</p>	<p>Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη έδειξε ότι η χαμηλής φόρτισης προπόνηση με αγγειακή απόφραξη δεν άλλαξε την ειδική ένταση και δυσκαμψία του συμπλέγματος τένοντα-απονεύρωσης, ενώ η προπόνηση με υψηλό φορτίο το αύξησε σημαντικά. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κατάρτιση αντίστασης χαμηλού φορτίου με αγγειακή απόφραξη δεν επηρέασε την κινητήρια μονάδα ενεργοποίησης των ιδιοτήτων των μυών και</p>

			<p>για εκκεντρη δράση. Εκπαιδεύτηκαν τρεις φορές ανά εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Ένα πόδι εκπαιδεύτηκε χρησιμοποιώντας το χαμηλό φορτίο με αγγειακή απόφραξη (LLO) ενώ το άλλο πόδι εκπαιδεύτηκε χρησιμοποιώντας το υψηλό φορτίο χωρίς αγγειακή απόφραξη (HL). Στο LLO, το εγγύς τμήμα συμπίεστηκε από μια ειδικά σχεδιασμένη ελαστική ζώνη. Ο μάντας περιείχε μια μικρή πνευματική σακούλα κατά μήκος της εσωτερικής της επιφάνειας που θα μπορούσε να συνδεθεί με ηλεκτρονική πίεση μετρητή για την παρακολούθηση της πίεσης απόφραξης (μοντέλο Το MPS-700 αναπτύχθηκε από τον Y. Sato και κατασκευάστηκε από την VINE Medical Instruments, Τόκιο). Κατά τη διάρκεια της περιόδου προπόνησης, η πίεση απόφραξης αυξάνονταν σταδιακά κάθε 4 εβδομάδες. Οι συμμετέχοντες έκαναν 4 σετ άσκησης με μεσοδιάστημα 30 δευτερολέπτων. Η ένταση της άσκησης ήταν 20% του βάρους που θα μπορούσε απλώς να ανυψωθεί μία φορά καθ' όλη τη διάρκεια του εύρους κίνησης (1 RM), το οποίο καθορίστηκε στο αρχικό στάδιο της άσκησης και παρέμεινε αμετάβλητο καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαίδευσης. Σε κάθε σετ περιλαμβάνονταν 25, 18, 15 και 12 επαναλήψεις (μέση επανάληψη / ένα σετ; 17,5 επαναλήψεις). Το φορτίο και η επανάληψη για LLO αποφασίστηκαν σύμφωνα με την προηγούμενη έρευνα (Takarada et al., 2000). Στο HL οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 4 σετ</p>	<p>των τενόντων</p>
--	--	--	---	---------------------

			<p>άσκησης με διάλειμμα ανάμεσα στα σετ 1 λεπτού, το οποίο συνίστατο σε μονομερή επέκταση γόνατος στο 80% των 1 RM με 10 επαναλήψεις ανά σετ. Μετρήθηκε το 1 RM κάθε 4 εβδομάδες για να προσαρμοστεί το φορτίο της προπόνησης.</p>	
Karabulut,Abe,Sato, Bemben et al (2009).	<p>Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να διερευνήσει και να συγκρίνει τα αποτελέσματα δύο τύπων πρωτοκόλλων προπόνησης αντίστασης στην προσαρμογή της δύναμης των σκελετικών μυών σε ηλικιωμένους άνδρες.</p>	<p>Τριάντα επτά υγιείς ηλικιωμένοι άνδρες (ηλικίας από 50 ετών έως 64 ετών, μέσης ηλικίας = $56,8 \pm 0,6$ έτη) συμμετείχαν σε αυτή τη μελέτη.</p>	<p>Τα πρωτόκολλα της άσκησης ήταν 2: με χαμηλή ένταση (20% 1-RM) εκπαίδευση αντίστασης με VR(περιορισμό αιματικής ροής) (VR-RT20), και ένα παραδοσιακή προπόνηση υψηλής αντοχής (80% 1-RM) (RT80). Η διάρκεια της μελέτης ήταν 8 εβδομάδες συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης, βασικής δοκιμής και δοκιμές μετά την εκπαίδευση. Η εξοικείωση με τη διαδικασία εκπαίδευσης πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια η πρώτη εβδομάδα και ο μετα-έλεγχος ολοκληρώθηκε κατά την τελευταία εβδομάδα της περιόδου των 8 εβδομάδων (6 εβδομάδες εκπαίδευσης). Η ομάδα CON ολοκλήρωσε τις προ-δοκιμές, τους ζητήθηκε να διατηρήσουν τις κανονικές καθημερινές τους δραστηριότητες επιστρέψτε στο εργαστήριο 6 εβδομάδες αργότερα για να ολοκληρώσετε τον μετα-έλεγχο. Ακόμη και αν και ο κύριος στόχος της μελέτης ήταν η διερεύνηση και η σύγκριση των αλλαγών στη χαμηλότερη δύναμη του σώματος μεταξύ των ομάδων, η συνολική διάρκεια που απαιτείται για την ολοκλήρωση των ασκήσεων του κάτω μέρους σώματος οι ασκήσεις θα μπορούσαν να είναι * 2,5–5 λεπτά (δεν περιλαμβάνονται οι περίοδοι ανάπαυσης). Ως εκ τούτου, προστέθηκαν τρεις ασκήσεις στο πάνω μέρος του σώματος για ευκολία των συμμετεχόντων. Η σχετική ένταση άσκησης για τις ασκήσεις στο πάνω μέρος του σώματος ήταν η ίδια και για τις</p>	<p>Μυϊκή δύναμη Συνολικά, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης ήταν παρόμοια με αυτά προηγούμενα ευρήματα όσον αφορά το ποσό της αλλαγής το δύναμη. Γενικά, η παρούσα μελέτη κατέληξε σε μεγαλύτερες προσαρμογές στην ισχύ σε σύγκριση με το προηγούμενες μελέτες για LITVR με νεαρά άτομα, αλλά το ποσό των αλλαγών στη δύναμη ήταν πολύ παρόμοια με τις αλλαγές που παρατηρήθηκαν σε μία προηγούμενη μελέτη LITVR με ηλικιωμένες γυναίκες. Αν και απαιτείται περισσότερη έρευνα, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης ανέφερε ότι η εκπαίδευση VR-RT20 ήταν εξίσου αποτελεσματική με την παραδοσιακή εκπαίδευση αντοχής υψηλής έντασης από την άποψη του μεγεθους και μοτίβου αλλαγής στη μυϊκή δύναμη. Επιτυγχάνοντας παρόμοιες βελτιώσεις στο μύες σώμα και στην αντοχή με χαμηλά φορτία και όγκους μπορεί να είναι ευεργετική για άτομα που έχουν περιορισμένη δύναμη, όπως οι ηλικιωμένοι.</p>

			<p> δύο ομάδες σε όλο το πρόγραμμα. Πριν τις προπονήσεις προηγούνταν μια τυποποιημένη προθέρμανση 5 λεπτών σε ένα εργομέτρο ή διάδρομο. Τα άτομα στην ομάδα RT80 πραγματοποίησαν τρεις ασκήσεις άνω κορμού (lat pull down, πιέσεις ώμων και κάσμπεις δικεφάλου) και δύο ασκήσεις κάτω άκρων (πρέσα ποδιών και έκταση γόνατος) για τρία σετ των 8 επαναλήψεων στο 80% 1-RM. Τα άτομα στην ομάδα VR-RT20 πραγματοποίησαν τις ίδιες ασκήσεις άνω κορμού στην ίδια ένταση (80% 1-RM), αλλά έκαναν τις ασκήσεις για το κάτω μέρος του σώματος με VR για ένα σετ 30 επαναλήψεων και 2 σετ των 15 επαναλήψεων στο 20% 1-RM. Τα εκπαιδευτικά φορτία για τις δύο ομάδες άσκησης και για κάθε άσκηση προσαρμόστηκαν βάσει δοκιμών 1-RM που πραγματοποιούνταν κάθε 2 εβδομάδες. Για την ομάδα VR-RT20, οι μανσέτες τοποθετήθηκαν στα εγγύς άκρα του μηρού και διογκώνονταν πριν από τις ασκήσεις. Η πίεση της μανσέτας διατηρήθηκε με σύστημα ηλεκτρονικής πίεσης αέρα (KAATSU-Master, Sato Sports Plaza Ltd., Τόκιο, Ιαπωνία). Η περιοριστική πίεση που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της προπόνησης ξεκίνησε στα 160 mmHg και προσαρμόστηκε με βάση τις βαθμολογίες της αντιληπτής άσκησης (RPE) που λαμβάνεται μετά από κάθε σετ κατά τη διάρκεια της προηγούμενης συνεδρίας. Η περιοριστική πίεση αυξήθηκε 20 mmHg για την επόμενη προπόνηση όταν το RPE ήταν κάτω 16 και παρέμεινε το ίδιο όταν το RPE ήταν μεταξύ 16 και 19 </p>	
--	--	--	--	--

			<p>κατά την προηγούμενη προπόνηση. Η μέση περιοριστική πίεση και RPE καθ'όλη τη διάρκεια της εκπαίδευσης ήταν $205,4 \pm 4,3$ mmHg και $16,5 \pm 0,5$ (μέσος όρος \pm SE). Υπήρχε 1 λεπτό ανάπαυσης μεταξύ των σετ με τις μανσέτες φουσκωμένες και οι μανσέτες ξεφουσκώνονταν για περίπου 5-10 λεπτά μεταξύ των ασκήσεων αντίστοιχα. Η υψηλότερη πίεση που καταγράφηκε ήταν 240 mmHg. Η πίεση για την πίεση VR αποφασίστηκε με βάση σχετικό πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε στις προηγούμενες μελέτες που διερεύνησαν αλλαγές στη χαμηλότερη δύναμη του σώματος σε νεαρούς ενήλικες (Abe et al. 2005a; Yasuda et al. 2005). Πρέπει να σημειωθεί ότι αλλαγές στην πίεση περιορισμού έχουν πιθανή επίδραση στο μέγεθος της μεταβολικής πρόκλησης λόγω αλλαγών στην ποσότητα ροής αίματος προς τα κάτω άκρα και τη φλεβική συσσώρευση αίματος στα κάτω άκρα. Η συνολική διάρκεια που διογκώθηκαν οι μανσέτες ήταν \ 10 λεπτά.</p>	
Yasuda, Ogasawara, Sakamaki Ozaki, Sato ,Abe et al (2011).	<p>Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει τις συνδυασμένες επιδράσεις των HI-RT και BFR προπονήσεων για το μέγεθος και τη δύναμη των μυών</p>	<p>Σαράντα νέοι (ηλικίας 22–32 ετών) εθελοντικά συμμετείχαν σε αυτή τη μελέτη. Οι συμμετέχοντες ταξινομήθηκαν ως «« Ψυχαγωγικά ενεργοί »» · 12 από 40 συμμετείχαν σε τακτική άσκηση αερόβιου τύπου (περπάτημα, τζόκινγκ ή ποδηλασία · 2-3 φορές / εβδομάδα για περίπου 30 λεπτά). Εννέα από τους συμμετέχοντες είχαν ελαφριά έως μέτρια εμπειρία κατάρτισης αντίστασης εκτελώντας πιέσεις πάγκου, αλλά κανένα από τους συμμετέχο-</p>	<p>Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε τέσσερις ομάδες: HI-RT (n = 10), LIBFR (n = 10), συνδυασμένη εκπαίδευση HI-RT και LI-BFR (CBRT, n = 10) και έλεγχος μη επιμόρφωσης (CON, n = 10). Πρωτόκολλο: Οι τρεις ομάδες εκπαίδευσης πραγματοποίησαν μια άσκηση με ελεύθερα βάρη ' πιέσεις πάγκου' 3 ημερών / εβδομάδα (Δευτέρα, Τετάρτη και Παρασκευή) για 6 εβδομάδες. Η ένταση προπόνησης και ο όγκος ορίστηκε στο 75% των επαναλήψεων 1-RM και 30 επαναλήψεων (3 σετ των 10), με 2-3 λεπτά ανάπαυσης μεταξύ των σετ) για την ομάδα HI-RT και στο 30% των επανα-</p>	<p>Οι εκπαιδευτικές βελτιώσεις σε ισομετρική και δυναμική δύναμη που δημιουργήθηκαν συνδυάζοντας το LI-BFR με το HI-RT (Πρόγραμμα CB-RT) ήταν υψηλότερες από αυτές που παρατηρήθηκαν μόνο με το LIBFR, οι οποίες ήταν παρόμοιες με αυτές του HI-RT μόνο. Αν και η CSA των μυών (τρικέφαλο βραχιόνοψυ)TB και(μειζονος θωρακισκού) PM αυξήθηκαν σημαντικά μετά από τρεις προπονήσεις, η σχετική δύναμη βελτιώθηκε με HI-RT και CB-RT, αλλά όχι με LI-BFR. Επομένως, οι λειτουργικές μυϊκές προσαρμογές που προκαλούνται από την προπόνηση</p>

		<p>ντες δεν είχε συμμετάσχει σε προπόνηση τύπου αντοχής / αντοχής στο τουλάχιστον 6 μήνες πριν από την έναρξη της μελέτης</p>	<p>λήψεων 1-RM και 75 επαναλήψεις (30 επαναλήψεις ακολουθούμενες από 3 σετ των 15 επαναλήψεων), με 30 δευτερόλεπτα ανάπαυσης μεταξύ των σετ για την ομάδα LI-BFR. Στην ομάδα CB-RT, οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν LI-BFR δύο φορές την εβδομάδα (Δευτέρα και Τετάρτη) και HI-RT μία φορά την εβδομάδα (Παρασκευή). Η δύναμη 1-RM αξιολογήθηκε μετά από 3 εβδομάδες εκπαίδευσης για να προσαρμόσει το φορτίο εκπαίδευσης για τις συνεδρίες άσκησης HI-RT. Το φορτίο εκπαίδευσης ήταν σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της προπόνησης LI-BFR</p> <p>BFR</p> <p>Πριν από το πείραμα, οι ομάδες CB-RT και LI-BFR Εκπαιδεύτηκαν στο να φορούν ελαστικές μανσέτες (Kaatsu-Master, Sato Sports Plaza, Τόκιο, Ιαπωνία) στην πιο κοντινή περιοχή της άνω άκρων. Κατά την περίοδο εγκλιματισμού, επιλέχθηκε εξωτερική πίεση της μανσέτας (100-130 mmHg) σχετικά με την της αρτηριακή πίεση ηρεμίας του ατόμου όπως περιγράφεται προηγουμένως (Yasuda et al. 2008). την πρώτη ημέρα της προπόνησης, οι μανσέτες διογκώθηκαν σε πίεση 100 mmHg. Η πίεση αυξήθηκε κατά 10 mmHg σε κάθε επόμενη προπόνηση μέχρι να επιτευχθεί η πίεση στα 160 mmHg.</p>	<p>BFR βελτιώνονται συνδυάζοντας BFR με HI-RT. Λαμβάνοντας υπόψη τους κινδύνους για την υγεία και τη βελτίωση της δύναμης που σχετίζονται με εκπαίδευση αντίστασης, ένας συνδυασμός HI-RT και LIBFR μπορεί να είναι ένα αποτελεσματικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα για την προώθηση προσαρμογές αντοχής σε πρακτικές εφαρμογές</p>
<p>Martín-Hernández, Marín, Menéndez,Ferrero, Loenneke, Herrero et al. (2012)</p>	<p>Αυτή η μελέτη είχε ως στόχο να διερευνήσει τις προσαρμογές της μυϊκής δύναμης και του πάχους σκελετικών μυών μετά από δύο διαφορετικούς όγκους εκπαίδευσης περιορισμού της ροής του αίματος (BFRT) και να τις συγκρίνει με</p>	<p>Τριάντα εννέα άνδρες φοιτητές πανεπιστημίου εθελοντικά συμμετείχαν στη μελέτη</p>	<p>Το δείγμα χωρίστηκε σε τέσσερις ομάδες: Χαμηλού όγκου BFRT (BFRT LV, n = 10; μέσος όρος SD: ηλικίας 20,3±/ 1.1 χρόνια ύψους 180,3±/ 4,3 εκ. βάρους 76,9±/ 2,9 kg), BFRT υψηλού όγκου (BFRT HV, n = 10, ηλικία 21,1±/ 2,0 έτη, ύψους</p>	<p>Συνοπτικά, το BFRT έχει τη δυνατότητα να αυξήσει τη μυϊκή δύναμη και το πάχος μυών μετά από 5 εβδομάδες περιόδου εκπαίδευσης, αν και το μέγεθος αυτών των προσαρμογών φαίνεται να είναι ανεξάρτητο από τον όγκο της εκπαίδευσης (75</p>

	εκπαίδευση υψηλής έντασης.		<p>177,8+/- 6,6 εκ. βάρους 75,7+/- 7,5 kg), ομάδα προπόνησης υψηλής έντασης (HIT, n = 11; ηλικία 20,7 +/-2,3 έτη. Ύψους 180,1+/-5,8 cm. Βάρους 75,2+/- 10,5 kg) και ομάδα ελέγχου (CON, n = 8, ηλικία 20,2+/- 0,8 έτη. ύψους 178,4 +/-5,3 εκ. βάρους 75,6+/- 6,4 kg). Οι συμμετέχοντες στις πειραματικές ομάδες πραγματοποίησαν διμερείς ασκήσεις έκτασης γόνατος χρησιμοποιώντας μια ισοτονική μηχανή έκτασης ποδιών. Η εκπαίδευση έγινε σε δύο μη διαδοχικές ημέρες την εβδομάδα για 5 εβδομάδες. Όλες οι ομάδες πραγματοποίησε μια τυποποιημένη προθέρμανση πριν από την προπόνηση που αποτελούταν από 5 λεπτά πετάλι σε εργονομικό ποδήλατο στα 70 W σε ένα ρυθμός 60-70 rpm. Το BFRT LV πραγματοποίησε 1 σετ 30 επαναλήψεων ακολουθούμενο από 3 σετ των 15 επαναλήψεων (1 σετ των 30 + 3 σετ των 15) (Takano et al., 2005; Fujita et al., 2007; Yasuda et al., 2011). Ένα Επιτρέπεται διάστημα ενδιάμεσης ανάπαυσης 1 λεπτού. Το BFRT HV διπλασίασε τον όγκο άσκησης του BFRT LV μετά από 5 λεπτά ανάπαυσης (1 σετ 30 + 3 σετ από 15, 5 λεπτά ανάπαυσης, 1 σετ 30 + 3 σετ των 15). Και οι δύο ομάδες BFRT εκπαιδεύτηκαν σε ένταση 20% του προηγούμενου εκτιμώμενου ομόκεντρου 1RM. Η ομάδα HIT πραγματοποίησε άσκηση αντίστασης τύπου bodybuilding που αποτελείται από τρία σετ οκτώ επαναλήψεων με 1 λεπτό ενδιάμεσο διάστημα ανάπαυσης. Η ένταση της άσκησης ορίστηκε στο 85% του προηγούμενου εκτιμώμενου ομόκεντρου 1RM τους. Ένας μετρονόμος χρησιμοποιήθηκε για την τυποποίηση ρυθμού ανύψωσης 1,5 s: 1,5 s για όλες τις ομάδες σε όλο το εύρος κίνησης. Στις ομάδες BFRT, δόθηκε ένα ερέθισμα περιορισμού</p>	<p>επαναλήψεις έναντι 150 επαναλήψεως). Επιπλέον, δομικές προσαρμογές που προκαλούνται από την παραδοσιακή εκπαίδευση αντίστασης είναι παρόμοιες με αυτές που παρατηρούνται μετά από υψηλό ή χαμηλό όγκο BFRT, ενώ η παραδοσιακή προπόνηση αντίστασης μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερες βραχυπρόθεσμες αυξήσεις της μυϊκής δύναμης σε σύγκριση με το BFRT .</p>
--	----------------------------	--	---	--

			<p>της ροής του αίματος από συμπίεση του εγγύς άκρου και των δύο μηρών χρησιμοποιώντας μια πνευματική μανσέτα (RiesterKomprimeter, Riester, Jungingen, German;ia). Η μανσέτα είχε πλάτος 140 mm και μήκος 940 mm. Πριν από κάθε προπόνηση, εφαρμόστηκε πίεση 110 mmHg (Takarada et al., 2000; Patterson & Ferguson, 2010). Η πίεση παρέμεινε σταθερή κατά τη διάρκεια της προπόνησης. Στην BFRT HV ομάδα, η μανσέτα αφαιρέθηκε κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπαυσης 5 λεπτών, ενώ στην BFRT LV, η πίεση διατηρήθηκε καθ'όλη τη διάρκεια συνεδρίας.</p>	
Clark, Manini, Hoffman, Williams, Guiler., Knutson, Kushnick et al (2010).	<p>ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να διερευνήσει την επίδραση 4 εβδομάδων εκπαίδευσης BFRE χαμηλού φορτίου έκτασης γόνατος και προπόνησης έκτασης γόνατος HLE στην αίματική, αγγειακή και νευρική λειτουργία.</p>	<p>Δεκαέξι άτομα τυχαιοποιήθηκαν είτε στο πρωτόκολλο εκπαίδευσης BFRE (n=9: 8 άντρες, 1 γυναίκα; 23,7+/-1,4 έτη, 70,2+/- 1,7cm, 76,7+/-4,9 kg), ή στο πρωτόκολλο εκπαίδευσης HLE (n = 7: 6 άντρες, 1 γυναίκα, 24.3+/- 1.8 ετών, 69,1+/- 0,9 cm, 75,4+/- 3,3 kg)</p>	<p>Το πρωτόκολλο εκπαίδευσης HLE ακολούθησε το προτεινόμενο πρωτόκολλο από το American College of Sports Ιατρική (Kraemer et al., 2002). Οι συμμετέχοντες έκαναν τρία σετ δυναμικής (ισοτονικής) διμερούς έκτασης γόνατος στο 80% 1 RM σε δυναμόμετρο έκτασης γόνατος (MedX, Ocala, Florida, ΗΠΑ) σε εκούσια αποτυχία. Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν μεταξύ 8 και 12 επαναλήψεις με ανάπαυση 90 δευτερολέπτων μεταξύ κάθε σετ (2-δευτερόλεπτα ομόκεντρο και 2 δευτερόλεπτα έκκεντρο δράση). Το φορτίο αυξήθηκε σταδιακά σε για διατήρηση του εύρους των επαναλήψεων έως αποτυχία ανά σετ. Το πρωτόκολλο BFRE αποτελούνταν από την ίδια άσκηση έκτασης γόνατος όπως περιγράφεται παραπάνω (ισοτονικά, 2-s ομόκεντρο και 2-s εκκεντρο δράση, τρία σετ με ανάπαυση 90 δευτερολέπτων μεταξύ των σετ).</p>	<p>Στην παρούσα μελέτη, διερευνήθηκε το αποτέλεσμα 4 εβδομάδων χαμηλής έντασης εκπαίδευσης έκτασης γόνατος BFRE και εκπαίδευσης έκτασης γόνατος HLE στο αίμα, την αγγειακή και νευρική λειτουργία. Παρατηρήθηκε αύξηση της ισομετρικής ισχύος με 4 εβδομάδες BFRE και HLE, αλλά κανένα από τα εκπαιδευτικά πρωτόκολλα δεν άλλαξε τις μεταβλητές αποτελεσμάτων που σχετίζονταν με την αγγειακή λειτουργία, την πήξη του αίματος και τη λειτουργία ή αγωγιμότητα του περιφερικού νεύρου.</p>

			<p>Ωστόσο, τα άτομα αυτής της ομάδας πραγματοποίησαν την άσκηση σε μια ένταση 30% 1 RM ενώ μια πνευματική μανσέτα πίεσης (6x83 cm SC5 διογκώθηκε μέσω ενός E20 Rapid Cuff Inflator, D.E. Hokanson Inc., Bellevue, Ουάσινγκτον, ΗΠΑ) που βρίσκεται στο εγγύς τμήμα μηρού διογκώθηκε στο 130% πάνω από το βραχίονα ηρεμίας SBP (Cook et al., 2007). Αυτή η συσκευή διατηρεί συνεχώς μια σταθερή πίεση έτσι, η πίεση ήταν ίδια σε ολόκληρο το πρωτόκολλο άσκησης. Αυτή η πίεση περιχειρίδας έχει αποδειχθεί προηγουμένως ότι προκαλεί μείωση της επιφανειακής ροής αίματος της μηριαίας αρτηρίας κατά 50% (από 370 71 mL / min σε ηρεμία έως 195 70 mL / min μετά το BFRE) (Takano et al., 2005). Επιπλέον, επειδή η φλεβική πίεση των ποδιών είναι πολύ χαμηλή (Groothuis et al., 2008), η πίεση της μανσέτας περιόρισε επίσης πιθανώς ένα μέρος της φλεβικής επιστροφής. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν συσπάσεις σε εκούσια αποτυχία και καθώς η προπόνηση προχώρησε το βάρος προσαρμόστηκε για να διατηρηθεί ένα εύρος επαναλήψεων που κυμαίνεται μεταξύ 30 και 50 επαναλήψεων (το εύρος των επαναλήψεων που έκαναν τα άτομα σε αυτήν τη δεδομένη άσκηση ένταση πριν από την έναρξη της προπόνησης). Η μανσέτα πίεσης ήταν διογκωμένη καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης και απελευθερώθηκε κατά την ολοκλήρωση του τελευταίου σετ. Πριν από την άσκηση, και οι δύο οι εκπαιδευτικές ομάδες πραγματοποίησαν 15 επαναλήψεις της έκτασης του γόνατος</p>	
--	--	--	---	--

<p>Thiebaud, Loenneke, Fahs, Rossow, Kim, Abe, Bembien, et al (2013)</p>	<p>ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να προσδιοριστούν τα αποτελέσματα της άσκησης αντίστασης BFR χαμηλού φορτίου σε συνδυασμό με ελαστικές ζώνες (LI-BFR) σε σύγκριση με την άσκηση αντίστασης υψηλής έντασης με χρήση ελαστικής ζώνης (MH) στην αντοχή, τη συνολική άπαχη μάζα σώματος χωρίς οστά και πάχος μυών άνω κορμού σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.</p>	<p>μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες (61±/ 5 ετών) ανατέθηκαν σε ομάδα EB (elastic band) μέτριας έως υψηλής έντασης (MH, n = 8) ή ομάδα EB χαμηλής έντασης σε συνδυασμό με BFR (LI-BFR, n = 6).</p>	<p>με ένταση 30% 1-RM για προθέρμανση</p> <p>Οι συμμετέχοντες εκπαιδεύτηκαν με ελαστικές ταινίες (Thera-band Elastic Bands, Hygenic Corp.) τρεις φορές την εβδομάδα για οκτώ εβδομάδες. Κατά τη διάρκεια της προπόνησης, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να διατηρήσουν έναν ελεγχόμενο ρυθμό σε όλες τις ασκήσεις με κανονικό ρυθμό ~ 2-s .Όλες οι προπονήσεις διαχωρίστηκαν με 48 ώρες. Οι συμμετέχοντες έκαναν πέντε λεπτά χαμηλότερα ποδηλασία σώματος για προθέρμανση. Μετά την προθέρμανση, οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν ασκήσεις στο πάνω μέρος του σώματος (καθιστές πιέσεις στήθους, καθιστή κωπηλατική, καθιστές πιέσεις ώμων) ακολουθούμενες από ασκήσεις κάτω άκρων (έκταση γόνατος, κάμψη γόνατος, κάμψη ισχίου, έκταση ισχίου). Οι ασκήσεις στο κάτω μέρος του σώματος δεν ήταν οι κύριες ομάδες μυών που διερευνήθηκαν αλλά πραγματοποιήθηκαν προς όφελος και κίνητρο των συμμετεχόντων. Χρησιμοποιήθηκε μια βάση τοίχου με τρύπες για να συνδεθούν οι ελαστικές λωρίδες για τις καθιστές πιέσεις στήθους, την καθιστή κωπηλατική και τις ασκήσεις των κάτω άκρων. και ασκήσεις κάτω σώματος. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα LI-BFR ξεκουράστηκαν για 30 δευτερόλεπτα μεταξύ των σετ που είναι μια τυπική περίοδος ανάπαυσης κατά τη διάρκεια άσκησης αντίστασης BFR (Fahs et al., 2011), ενώ η MH ομάδα ξεκουράστηκε μεταξύ ~ 1 και 2 λεπτών μεταξύ των σετ, και οι δύο ομάδες ξεκουράστηκαν μεταξύ ~ 30 s και 2 min μεταξύ των ασκήσεων. Η ομάδα MH πραγματοποίησε τρία σετ δέκα επαναλήψεων για</p>	<p>Συμπερασματικά, συνδυασμένη προπόνηση ελαστικών μιάτων χαμηλής έντασης με BFR οδηγεί σε αύξηση της δύναμης και αύξηση του πάχους του μείζονα θωρακικού μυός, που είναι παρόμοια με την προπόνηση ελαστικών μιάτων μέτριας έως υψηλής έντασης. Αυτός ο τύπος εκπαίδευσης μπορεί να είναι χρήσιμος όταν δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέτρια έως υψηλή ένταση σε ηλικιωμένους πληθυσμούς ή κατά την αποκατάσταση όταν αντενδείκνυται η καταπόνηση των αρθρώσεων.</p>
--	---	---	--	--

			<p>ασκήσεις άνω και κάτω κορμού. Οι συμμετέχοντες ασκήθηκαν σε μια ένταση άσκησης που κυμαίνεται από 7 έως 9 στην αντίσταση OMNI για ενεργό κλίμακα μυών (OMNI-RES AM, 0-εξαιρετικά εύκολο να 10-εξαιρετικά σκληρό) που έχει σημειωθεί ότι αντιστοιχεί επίπεδα έντασης άσκησης που κυμαίνονται από 70% έως 90% του 1RM (Lagally & Robertson, 2006). Η ένταση ρυθμιζόταν πάντα από 7-9 μέσω μετακίνησης της καρέκλας προς ή μακριά από το προσάρτημα ελαστικής ταινίας για μείωση ή αύξηση του μήκους της ελαστικής ταινίας που τεντώνεται, μειώνοντας έτσι ή αυξάνοντας την ένταση της άσκησης. Το μήκος της μπάντας ήταν δεν τεντώθηκε μετά από δύο φορές το μήκος ανάπαυσης για να αποφευχθεί το σπάσιμο της ελαστικής ταινίας. Δεύτερον, εάν η ένταση της άσκησης δεν ήταν αρκετά ισχυρή όταν το συγκρότημα τεντώθηκε σε δύο φορές μήκος ανάπαυσης, το χρώμα της ελαστικής ταινίας άλλαξε.</p> <p>Το LI-BFR πραγματοποίησε ένα σύνολο 30 επαναλήψεων ακολουθούμενες από δύο σετ των 15 επαναλήψεων για ασκήσεις στο πάνω μέρος του σώματος σε συνδυασμό με BFR (Karabulut et al., 2010). Μετά τις ασκήσεις άνω κορμού οι ασκήσεις κάτω κορμού πραγματοποιήθηκαν χωρίς BFR και προχώρησε με τον ίδιο τρόπο όπως η ομάδα MH. Η ομάδα βασίστηκε στο 1RM χρησιμοποιώντας τον πίνακα επιμήκυνσης Thera-Band για ελαστικές ταινίες σε εκτιμώμενο ~ 10% -30% του 1RM του συμμετέχοντα (Page et al., 2000) Περιορισμός ροής αίματος Η συσκευή KAATSU-Master (KAATSU-Master, Sato Sports Plaza Ltd., Τόκιο, Ιαπωνία) χρησιμοποιήθηκε</p>	
--	--	--	--	--

			<p>στην ομάδα LI-BFR για τον περιορισμό της ροής αίματος. Οι μανσέτες (3,3 cm x 58 cm) ήταν τοποθετήθηκε στο πάνω μέρος των βραχιόνων και η αρχική πίεση ρυθμίστηκε στα 35-45 mmHg. Η πίεση της μανσέτας στη συνέχεια διογκώθηκε σταδιακά στην επιθυμητή τελική πίεση περιχειρίδας. Η πίεση μανσέτας παρέμεινε διογκωμένη σε όλες τις ασκήσεις του άνω κορμού (~ 10-15 λεπτά). Κατά την πρώτη εβδομάδα, η τελική πίεση της μανσέτας για κάθε μία συνεδρία άσκησης ορίστηκε στα 80 mmHg. Η πίεση της μανσέτας αυξήθηκε έως 90 mmHg τη δεύτερη εβδομάδα, 100 mmHg την τρίτη εβδομάδα και 110-120 mmHg την τέταρτη εβδομάδα. Από τις εβδομάδες 5 έως 8, η πίεση της μανσέτας παρέμεινε ρυθμισμένη στα 120 mmHg και το χρώμα της η ελαστικής ταινίας προχώρησε έτσι ώστε οι αξιολογήσεις της αντιληπτής άσκησης κατά τη διάρκεια της άσκησης να κυμαίνονται από 7 έως 9 στη OMNI-RES AM κλίμακα.</p>	
Libardi, Chacon-Mikahil, Cavaglieri, Tricoli, Roschel, Vechin, Ugrinowitsch et al (2015).	<p>Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να διερευνηθούν οι επιπτώσεις της ταυτόχρονης προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής (BFR-CT) και ταυτόχρονης εκπαίδευσης (CT) για την αερόβια ικανότητα, τη μυϊκή μάζα και τη μυϊκή δύναμη σε μια ομάδα ηλικιωμένων ατόμων.</p>	<p>Στην έρευνα συμμετείχαν 25 υγιείς ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας ($64,7 \pm 4,1$ έτη, $69,33 \pm 10,8$ κιλά $1,6 \pm 0,1$m)</p>	<p>Οι συμμετέχοντες ανατέθηκαν τυχαία σε πειραματικές ομάδες: CT (n = 8, προπόνηση αντοχής (ET), 2 ημέρες / εβδομάδα για 30-40 λεπτά, 50-80% VO₂peak και RT, 2 ημέρες / εβδομάδα, πρέσα ποδιών με 4 σετ από 10 επαναλήψεις στο 70-80% του 1-RM με 60 δευτερόλεπτα ανάπαυσης), BFRCT (n = 10, ET, παρόμοιο με το CT, αλλά προπόνηση αντίστασης με περιορισμό ροής αίματος: 2 ημέρες / εβδομάδα, πρέσα ποδιών με 1 σετ των 30 και 3 σετ των 15 επαναλήψεων στις 20-30% 1-RM με 60 δευτερόλεπτα ανάπαυσης) ή ομάδα ελέγχου (n = 7). Περιοχή διατομής τετρακέφαλων (CSAq), και το 1-RM πρέσας ποδιών και το VO₂peak</p>	<p>Το CT και το BFR-CT έδειξαν παρόμοιες αυξήσεις στο CSAq post-test (7,3%, P <0,001; 7,6%, P <0,0001, αντίστοιχα), 1-RM (38,1%, P <0,001; 35,4%, P = 0,001, αντίστοιχα) και VO₂peak (9,5%, P = 0,04, 10,3%, P = 0,02, αντίστοιχα). Το BFR-CT προάγει παρόμοιες νευρομυϊκές και καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές με το CT.</p>

			αξιολογήθηκαν πριν και μετά την εξέταση (12 εβδομάδες)	
COOK, MURPHY, LABARBERA et al (2013)	Αυτή η μελέτη συνέκρινε την αντοχή και τη νευρομυϊκή λειτουργία μετά από περιόδους άσκησης αντίστασης χαμηλού φορτίου (LL), υψηλού φορτίου (HL) και LL με περιορισμένη ροή αίματος (LLBFR).	Οκτώ ψυχαγωγικά ενεργοί άνδρες που δεν είχαν ασχοληθεί με την προπόνηση αντίστασης στα πόδια για τους προηγούμενους 6 μήνες (ηλικίας 22 ± 2 ετών, ύψους, $177,6 \pm 3,9$ εκ. Μάζας, $71,8 \pm 17,4$ kg) προσλήφθηκαν από το Πανεπιστήμιο του New Hampshire για την έρευνα.	Πριν από κάθε πρωτόκολλο, τα άτομα πραγματοποίησαν μια σύντομη προθέρμανση 10-15 επαναλήψεων με ελαφρύ φορτίο. Η ισομετρική μέγιστη ροπή μετρήθηκε και η κεντρική ενεργοποίηση αξιολογήθηκε. Τα φορτία που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε κατάσταση ήταν τα εξής: HL = 70% της κορυφαίας δυναμικής ροπής . LL = 20% της κορυφαίας δυναμικής ροπής και LLBFR = 20% της κορυφαίας δυναμικής ροπής . Η άσκηση κατά τη διάρκεια της κατάστασης LLBFR συνδυάστηκε με μια μανσέτα περιορισμού αίματος 5 cm {Kaatsu Master Mini, Sato Sports Plaza, Τόκιο, Ιαπωνία) τοποθετημένο γύρω από το εγγύς τμήμα του μηρού σε αρχική πίεση 30 ± 0 mm Hg και διογκώθηκε περίπου στα 180 mm Hg αμέσως πριν από την άσκηση. Η μανσέτα παρέμεινε φουσκωμένη κατά τη διάρκεια της άσκησης, συμπεριλαμβανομένων των περιόδων ανάπαυσης. Μια πίεση περιορισμού περίπου 1,3-1,5 φορές της συστολικής πίεσης χρησιμοποιείται συνήθως στις μελέτες άσκησης αντίστασης περιορισμένης ροής αίματος. Σε κάθε κατάσταση άσκησης, τα άτομα ολοκλήρωσαν τρία σύνολα μονομερών, δυναμικών εκτάσεων γόνατος σε σταθερού φορτίου το δυναμόμετρο μέχρι αποτυχία με 30 δευτερόλεπτα ανάπαυσης μεταξύ των σετ. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν τις συστολές σε ένα μετρονόμο σε ρυθμό 2 s για το ομόκεντρο τμήμα της κίνησης και 2 s για το έκκεντρο τμήμα (15 επαναλήψεις ανά λεπτό). Κατά τη διάρκεια της κατάστασης LLBFR, η μανσέτα διογκώθηκε πριν από την έναρξη της άσκησης και παρέμεινε διογκωμένη κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου άσκησης, συμπεριλαμβανόμενων	Η ισομετρική ροπή και η προκληθείσα ροπή μειώθηκαν κατά μέσο όρο σε όλες τις συνθήκες μετά την άσκηση. Δεν υπήρχαν διαφορές στις μειώσεις ροπής μεταξύ των συνθηκών. Η κεντρική ενεργοποίηση δεν άλλαξε μετά από οποιαδήποτε κατάσταση. Ο ρυθμός ανάπτυξης ροπής μειώθηκε κατά μέσο όρο 26% μετά και τις τρεις συνθήκες και ο ρυθμός του χρόνου ημίσειας χαλάρωσης μειώθηκε κατά 48% μόνο μετά την κατάσταση HL . Το πλάτος EMG ήταν μεγαλύτερο στην κατάσταση HL στην αρχή και στο τέλος της άσκησης σε σύγκριση με τις συνθήκες LL και LLBFR Στο τέλος της άσκησης, το εύρος EMG αυξήθηκε 19% και δεν ήταν διαφορετικό μεταξύ των συνθηκών . Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν περισσότερες επαναλήψεις κατά τις συνθήκες LL και LLBFR ($P < 0,05$). Συμπέρασμα: Αν και η άσκηση αντίστασης LL και LLBFR σε αποτυχία εκδήλωσης παρουσιάζει χαμηλότερα επίπεδα ενεργοποίησης των μυών από την άσκηση HL, παρόμοιες μειώσεις ροπής εμφανίζονται μετά από όλες τις περιόδους άσκησης αντίστασης και η μυϊκή κόπωση μπορεί να αποδοθεί σε περιφερειακούς παράγοντες.

			νομένων των περιόδων ανάπαυσης. Εντός 30 δευτερολέπτων ολοκλήρωσης κάθε κατάστασης άσκησης, μέγιστη ισομετρική.	
Moore, Burgomaster, Schofield, Gibala, Sale, Phillips et al (2004).	Ως εκ τούτου, ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί το αποτέλεσμα της προπόνησης αντίστασης με αγγειακή απόφραξη σε νευρομυϊκές προσαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της ενεργοποίησης των μυών και της σύσπασης συσταλτικών ιδιοτήτων, καθώς και την ενίσχυση μετά την ενεργοποίηση post-activation potentiation (PAP).	Οκτώ υγιείς άνδρες [ηλικίας, 19,5 (0,4) ετών, ύψος, 180,0 (1,0) εκ. βάρος, 84,0 (4,5) kg mean (ΣΕ)] χωρίς προηγούμενη εμπειρία κατάρτισης με βάρη συμμετείχαν εθελοντικά στη μελέτη.	Τα άτομα εκπαιδεύσαν τους καμπτήρες του αγκώνα και των δύο βραχιόνων τρεις φορές την εβδομάδα για διάρκεια 8 εβδομάδων σε ένταση 50% της 1 RM που υπολογίστηκε προηγουμένως. Ένας βραχίονας επιλέχθηκε τυχαία για την εκτέλεση του εκπαιδευτικού προγράμματος με μειωμένη ροή αίματος μυών (OCC), η οποία λήφθηκε μέσω της εφαρμογής μανσέτας πίεσης του αίματος γύρω από τον άνω βραχίονα, ενώ ο άλλος δεν αποκλείστηκε και ως εκ τούτου χρησίμευσε ως εκπαιδευόμενος, μη αποκλεισμένος έλεγχος (CON). Πραγματοποιήθηκαν και οι δύο δοκιμές ισομετρικής αντοχής πριν και μετά την προπόνηση και η εθελοντική δυναμική των συμμετεχόντων 1 RM μετρήθηκε κάθε δύο εβδομάδες για να εντοπιστούν αλλαγές στη μυϊκή δύναμη και να αυξηθεί η αντίσταση του ερεθίσματος, εάν είναι απαραίτητο, για τη διατήρηση του 50% της 1 RM. Νευρομυϊκές προσαρμογές, συμπεριλαμβανομένου του MUA και τα χαρακτηριστικά συστροφής, αξιολογήθηκαν επίσης πριν και μετά την προπόνηση.	Μετά την προπόνηση, αυξήθηκε η μέγιστη εθελοντική δυναμική ισχύος σε OCC και CON ωστόσο, η ισομετρική μέγιστη εθελοντική συστολή (MVC) ισχύος αυξήθηκε μόνο στο OCC. Η προκληθείσα ροπή στρέψης ανάπαυσης μειώθηκε κατά OCC αλλά δεν τροποποιήθηκε στο CON. Ενίσχυση μετά την ενεργοποίηση (PAP) αυξήθηκε σημαντικά κατά στο OCC και δεν άλλαξε στο CON. Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η εντατική προπόνηση αντίστασης σε συνδυασμό με αγγειακή απόφραξη παράγει ένα κατάλληλο ερέθισμα για αύξηση της μυϊκής δύναμης και προκαλεί αλλαγές στους δείκτες νευρομυϊκής λειτουργίας, όπως κατάθλιψη ροπή σύσφιξης και ενισχυμένο PAP.
Yasuda, Brechue., Fujita, Shirakawa, Sato, Abe et al (2009)	Έτσι, ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η σύγκριση μυϊκής ενεργοποίησης (δραστηριότητα ΗΜΓ, κ.λπ.) κατά τη διάρκεια περιόδων συστολής μυών χαμηλής έντασης με μέτριο περιορισμό και πλήρη απόφραξη της ροής του αίματος	Δέκα υγιείς άνδρες μαθητές (με μέση ηλικία 24,1 ετών, s ¼ 3.2; ύψος 1,76 m, s ¼ 0,04; μάζα σώματος 69,7 kg, s ¼ 6.7) συμμετείχαν εθελοντικά στη μελέτη	Για την αξιολόγηση της ενεργοποίησης των μυών κατά τις περιόδους χαμηλού φορτίου μυϊκών συσπάσεων με μέτριο περιορισμό και πλήρης απόφραξη της ροής του αίματος, τρία πειράματα εκτελέστηκαν: Πείραμα 1: επαναλαμβανόμενες συστολές αυτή η περίοδος άσκησης αποτελούνταν από ένα σύνολο 30 μυϊκών συστολών.	Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων 1 και 2, η μυϊκή ενεργοποίηση προοδευτικά αυξήθηκε σε πλήρη απόφραξη και στη δοκιμή με μέτριο περιορισμό της ροής του αίματος σε επίπεδα μεγαλύτερα από ό, τι στη δοκιμή ελέγχου. Η μείωση της μέγιστης εθελοντικής ισομετρικής συστολής (MVC) μετά την περίοδο των συστολών ήταν μεγαλύτερη στη δοκιμή με πλήρη απόφραξη από ότι στη δοκιμή με μέτριο περιορισμό της ροής του αίματος ενώ στην δοκι-

		<p>Πείραμα 2: διαλείπουσες συστολές – αυτή η περίοδος άσκησης αποτελούνταν από 3 σετ των 10 μυικών συστολών.</p> <p>Πείραμα 3: περίοδος συνδυασμού - αυτή η άσκησης αποτελούνταν από 30 επαναλαμβανόμενες μυικές συσπάσεις που ακολουθούνται από 3 σετ των 15 μυικών συστολών. Σε όλα τα πειράματα, οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν μονόπλευρες συστολές κάμψης αγκώνα (δικέφαλου μπούκλα), με σετ χωρισμένα με 30 δευτερόλεπτα ανάπαυσης. Μία εβδομάδα πριν από το πειράματα, οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν δοκιμασία μιας μέγιστης επανάληψης (1-RM) κάμψης δικέφαλου και εξοικειώθηκαν με τις μυικές συσπάσεις και τις συνθήκες περιορισμού ροής αίματος. Για να εμποδιστεί η ροή του αίματος, η μανσέτα πίεσης, τοποθετήθηκε γύρω από το εγγύτερο τμήμα του βραχίονα δοκιμής, και διογκώθηκε στην επιθυμητή πίεση (160 mmHg ως μέτριο περιορισμό ή 300 mmHg για πλήρη απόφραξη της αιματικής ροής). Μια περίοδος ανάπαυσης 2 λεπτών δόθηκε πριν και μετά τη διογκωση. Μόλις διογκώθηκε η μανσέτα, παρέμεινε έτσι για ολόκληρη την περίοδο των συστολών συμπεριλαμβανομένης της ανάπαυσης. Αμέσως μετά τις συστολές (Post-1), προσδιορίστηκε το MVC και η μανσέτα πίεσης αφαιρέθηκε γρήγορα. Το MVC προσδιορίστηκε και πάλι 1 λεπτό μετά την αφαίρεση της μανσέτας (Post-2). Για τα πειράματα 1 και 2, οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν δύο περιόδους συστολών κάθε μέρα με ελάχιστο</p>	<p>μή ελέγχου ο MVC δεν άλλαξε. Στο πείραμα 3, οι αλλαγές στα MVC, iEMG και MPF ήταν μεγαλύτερες στη δοκιμή με μέτριο περιορισμό της ροής του αίματος απ 'ό, τι στην δοκιμή ελέγχου. Συμπερασματικά, ο μέτριος περιορισμός της αιματικής ροής οδηγεί σε παρόμοιες νευρικές εκδηλώσεις στους μυς με την πλήρη απόφραξη της ροής του αίματος αλλά χωρίς την εμφανή συσταλτική / μεταβολική δυσλειτουργία που παρατηρείται με πλήρη απόφραξη. Έτσι, οι συστολές μυών χαμηλής έντασης, με μέτριο περιορισμό της αιματικής ροής οδηγούν σε πιο έντονη ενεργοποίηση του μυός σε σχέση με το εξωτερικό φορτίο.</p>
--	--	---	---

			<p>4 ωρών μεταξύ των περιόδων και 3–4 ημερών ανάπαυσης μεταξύ των δοκιμών.</p> <p>Σε μια προκαταρκτική μελέτη του πειράματος 3, οι συμμετέχοντες δεν μπόρεσαν να ολοκληρώσουν την περίοδο συστολής με πλήρη απόφραξη της ροής του αίματος. Επομένως, μόνο η δοκιμή με μέτριο περιορισμό της ροής του αίματος και η δοκιμή ελέγχου εκτελέστηκαν στο Πείραμα 3, και οι δύο δοκιμές πραγματοποιήθηκαν την ίδια ημέρα με τουλάχιστον 4 ώρες μεταξύ των περιόδων, με τη δοκιμή ελέγχου να εκτελείται πρώτα και η δοκιμή με μέτριο περιορισμό της ροής αίματος εκτελέστηκε δεύτερη. Η σειρά των πειραμάτων (Πείραμα 1, 2 και 3) ήταν τυχαία</p>	
Counts, Dankel, Barnett, Kim, Mouser, Allen, Loenneke, et al (2015)	<p>Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να διερευνήσει την οξεία και χρόνια απόκριση σκελετικών μυών σε διαφορετικά επίπεδα πίεσης περιορισμού της ροής του αίματος (BFR)</p>	<p>Για το πείραμα 1, επιλέχθηκαν 14 σωματικά ενεργοί συμμετέχοντες (10 άνδρες, 4 γυναίκες). Ο όρος «σωματικά ενεργός» ορίστηκε ως ενεργός 3 ή περισσότερες ημέρες την εβδομάδα με αντίσταση στο άνω μέρος του σώματος για τους προηγούμενους 3 μήνες τουλάχιστον. Για το πείραμα 2, συνολικά 7 άτομα εκπαιδευμένοι σε προπόνηση με αντίσταση, άντρες (n = 4) και γυναίκες (n = 3) συμμετείχαν εθελοντικά στη μελέτη</p>	<p>Experiment 1 Study Design. Κατά την αρχική επίσκεψη προσδιορίστηκε η πίεση μόνιμης αρτηριακής απόφραξης των συμμετεχόντων και στη συνέχεια δοκιμάστηκαν σε καθένα βραχίονα για τη 1-μέγιστη επανάληψη (1RM) μονόπλευρης κάμψης αγκώνα με αλτήρα. Οι συμμετέχοντες στη συνέχεια εξοικειώθηκαν με τον έλεγχο ερεθίσματος BFR και τη μέγιστη εθελοντική συστολή (MVC). Οι συμμετέχοντες προγραμματίστηκαν για την πρώτη από τις 3 δοκιμαστικές επισκέψεις με τουλάχιστον 5 και το πολύ 10 ημέρες μεταξύ των επισκέψεων. Οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν όλες τις συνθήκες άσκησης σε τυχαία σειρά (1 συνθήκη ανά σκέλος) σε 3 ξεχωριστές επισκέψεις (2 συνθήκες ανά επίσκεψη). Οι περίοδοι άσκησης μέσα σε κάθε μέρα διαχωρίστηκαν με 10 λεπτά ανάπαυσης. Για κάθε συνθήκη, δόθηκε εντολή στους συμμε-</p>	<p>Συμπερασματικά, αυτά τα ευρήματα δείχνουν ότι η ενεργοποίηση των μυών δεν επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από σχετικές διαφορές στην εφαρμοζόμενη πίεση. Επίσης διαπιστώθηκε ότι η άσκηση χαμηλού φορτίου σε συνδυασμό είτε με 40% είτε 90% αρτηριακή απόφραξη παρήγαγε παρόμοιες αυξήσεις στο μέγεθος των μυών, τη δύναμη, και αντοχή. Επιπλέον, η υψηλότερη πίεση προκάλεσε υψηλότερες βαθμολογίες δυσφορίας. Επομένως συμπεραίνουμε ότι ίσως δεν είναι απαραίτητες οι υψηλότερες σχετικές πιέσεις στην προπόνηση με τη χρήση BFR.</p>

			<p>τέχοντες να ολοκληρώσουν 1 σετ 30 επαναλήψεων ακολουθούμενο από 3 σετ 15 επαναλήψεων στο 30% του ομόκεν- ντρου 1RM τους στο 40%, 50%, 60%, 70%, 80% ή 90% της αρτηριακής πίεσης απόφραξης. Όλες οι συνθήκες διαχωρίστηκαν με περιόδους ανάπαυσης 30 δευτερολέπτων μεταξύ των σετ.</p> <p>Experiment 2 Study Design οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν 8 εβδομά- δες μονομερούς κάμψης χαμηλού φορτίου προπόνηση με 1 βραχίονα που ασκείται σε χαμηλή πίεση (40% αρτηριακή απόφραξη) και ο άλλος βραχίονας που ασκείται σε υψηλότερη πίεση (90% αρτηριακή απόφραξη). Οι συμμετέχοντες επισκέφθηκαν το εργα- στήριο για συνολικά 26 επισκέψεις. Οι πρώτες 2 επισκέψεις προ- κατάρτισης αποτελούνταν από συμπλήρωση εγγράφων, και βασικές μετρήσεις , ακολούθησαν 22 ξεχωριστές επισκέψεις για προπονήσεις και 2 επισκέψεις μετά την προπόνηση (48-72 ώρες μετά την τελευταία προπόνηση) όπου μετρήθηκαν οι αλλαγές που προκλήθηκαν από την άσκηση παρέμβασης. Οι συμμετέ- χοντες εκπαιδεύονταν 2 φορές την εβδομά- δα για τις πρώτες 2 εβδομάδες ακολουθούμενες από 3 προπονήσεις ανά εβδομάδα για 3-8 εβδομάδες. Ένας παρόμοιος αριθμός προπονήσεων έχει απο- δειχθεί ότι παρήγαγε προηγούμενος μετρήσιμες αλλαγές στο μέγεθος των μυών και τη δύναμη. Οι επαναλήψεις στόχου για κάθε πρωτόκολλο άσκησης περιελάμβαναν 1 σύνολο 30 επαναλήψεων ακολουθούμενο από 3 σετ των 15, με περιόδους ανάπαυσης 30 δευτερολέπτων μεταξύ των σετ. Η άσκηση ολοκληρώθηκε σε έναν μετρονόμο με 1 s για</p>	
--	--	--	---	--

			<p>το ομόκεντρο και 1 s για το έκκεντρο τμήμα της άσκησης. Σταματούσαν τους συμμετέχοντες πριν την ολοκλήρωση του καθορισμένου αριθμού των επαναλήψεων, αν δεν μπορούσαν να ανυψώσουν το φορτίο με τη σωστή φόρμα ή να συνεχίσουν με το ρυθμό του μετρονόμου. Το φορτίο εκπαίδευσης προσαρμόζονταν κάθε 2 εβδομάδες για να διατηρηθεί το 30% 1RM.</p>	
<p>BURGOMASTER, MOORE, SCHOFIELD, PHILLIPS, SALE, GIBALA et al. (2003).</p>	<p>Ο σκοπός της έρευνας, ήταν να αξιολογηθεί η επίδραση του LIT(low intensity training) στους ενεργειακούς μεταβολίτες ηρεμίας στον ανθρώπινο μυ και δεύτερον, να προσδιοριστεί εάν η OCC(occluded condition) κατά τη διάρκεια του LIT αυξάνει τις πιθανές προσαρμογές που προκαλούνται από την εκπαίδευση</p>	<p>Οκτώ υγιείς άνδρες με μέση ηλικία (+/-SE), ύψος και σωματική μάζα 19,5+/- 0,4 ετών, 180+/- 1 cm και 84,0+/-4,5 κιλά, αντίστοιχα, συμμετείχαν εθελοντικά στη μελέτη</p>	<p>Περίπου 48 ώρες μετά τις βασικές δοκιμές αντοχής, τα άτομα ξεκίνησαν ένα, περιοδικό πρωτόκολλο εκπαίδευσης αντίστασης 8 εβδομάδων, με δύο συνεδρίες κάθε εβδομάδα. Η εκπαίδευση περιελάμβανε μονομερή κάμψη αγκώνα άσκηση αντίστασης με φορτίο που ισοδυναμεί με ~ 50% της ομόκεντρης 1-RM. Τα άτομα πραγματοποιούσαν άσκηση με ένα χέρι κάμψης χεριού χρησιμοποιώντας την ίδια συσκευή που χρησιμοποιήθηκε για ισοτονική δοκιμή αντοχής. Χρησιμοποιήθηκε ένας μετρονόμος, και τα άτομα έλαβαν εντολή να ολοκληρώσουν την ομόκεντρη και έκκεντρη φάση της κίνησης της κάμψης του βραχίονα 2,0 s το καθένα. Οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν τρία σετ άσκησης κατά τη διάρκεια των πρώτων 2 εβδομάδων προπόνησης: τα δύο πρώτα σετ αποτελούνταν από 10 επαναλήψεις, ακολουθούμενες από ένα τρίτο σετ αποτυχίας, με 1 λεπτό διάστημα ανάπαυσης μεταξύ των σετ. Ξεκινώντας την εβδομάδα 3, ο αριθμός των σετ που εκτελέστηκαν αυξήθηκε κατά ένα σετ την εβδομάδα έως την 5^η εβδομάδα όταν πραγματοποιήθηκαν το πολύ έξι σετ συνολικά καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Για αυτές τις συνεδρίες, επιτράπηκε περίοδος ανάπαυσης 5 λεπτών μεταξύ του τρίτου και του τέταρτου σετ και το τελικό σετ ήταν πάντα σε αποτυ-</p>	<p>Συνοπτικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης καταδεικνύουν ότι, 72 ώρες μετά τη διακοπή ενός LIT προγράμματος 8-εβδομάδων των καμπτήρων των αγκώνων ,η συγκέντρωση ηρεμίας του γλυκογόνου αυξήθηκε για δικέφαλο βραχιόνιο μυ, ενώ η [ATP] ανάπαυσης μειώθηκε. Επιπλέον, η εφαρμογή μέτριας αγγειακής απόφραξης αύξησε τις μεταβολικές αλλαγές που προκαλούνται από το LIT, έτσι ώστε η αποθήκευση γλυκογόνου βελτιώθηκε και η [ATP] ηρεμίας μειώθηκε περαιτέρω. Η ισοτονική και η ισοκινητικά εκτιμώμενη μυϊκή δύναμη αυξήθηκε μετά το LIT και στα δύο σκέλη.</p>

			<p>χία (δηλαδή, κατά τη διάρκεια της εβδομάδας 3, το τέταρτο σετ εκτελέστηκε σε αποτυχία. κατά τη διάρκεια της εβδομάδας 4, το τέταρτο σετ αποτελούνταν από 10 επαναλήψεις, και το πέμπτο σετ εκτελέστηκε σε αποτυχία. και κατά τις εβδομάδες 5-8, το τέταρτο και το πέμπτο σετ αποτελούνταν από 10 επαναλήψεις, και το έκτο σετ εκτελέστηκε σε αποτυχία). Η μέγιστη ισοτονική ισχύς επανεκτιμήθηκε μετά από 2, 4 και 6 εβδομάδες προπόνησης, και τα φορτία προσαρμόστηκαν για να διατηρήσουν την ένταση της προπόνησης ισοδύναμη με ~ 50% 1-RM.</p> <p>Για όλα τα σετ προπόνησης, ο βραχίονας OCC ασκήθηκε πρώτα και ο αριθμός των επαναλήψεων που πραγματοποιήθηκαν από τον βραχίονα CON ήταν ίδιος με αυτό που συμπληρώθηκε από το σκέλος του OCC. Για τη συνθήκη OCC, τοποθετήθηκε μανσέτα απόφραξης (πλάτους 12 cm) γύρω από τον άνω βραχίονα περίπου 2 cm κοντά στο δικέφαλο βραχιόνιο, και διογκώθηκε στα 100 mm Hg.</p> <p>Χρησιμοποιήθηκε πίεση περιχειρίδας 100 mm Hg για να περιορίσει την εκροή της φλεβικής ροής του αίματος και να προκαλέσει συγκέντρωση αίμα στα αγγεία χωρητικότητας που βρίσκονται μακριά από τη μανσέτα, μέχρι τον περιορισμό της αρτηριακής εισροής. Η μανσέτα παρέμεινε στη θέση της και διογκώθηκε σε ολόκληρο το πρώτο σετ τριών σετ κατά τη διάρκεια κάθε προπόνησης. Κατά τη διάρκεια των εβδομάδων 3-8 όταν εκτελέστηκαν περισσότερα από τρία σετ, η μανσέτα ξεφουσκώθηκε κατά τη διάρκεια του διαστήματος ανάκαμψης 5 λεπτών και</p>	
--	--	--	---	--

			μετά το τρίτο σετ και, στη συνέχεια, επαναπληρώθηκε και διατηρήθηκε στη θέση του για τη διάρκεια των υπόλοιπων σετ	
Yasuda,Loenneke,Ogasawara, Abe et al (2013)	ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση της συνεχούς ή διαλείπουσας εφαρμογής BFR στην ενεργοποίηση των μυών κατά τη διάρκεια άσκησης αντίστασης ενώ μέρους σώματος χαμηλής έντασης.	Οκτώ υγιείς άνδρες μαθητές προσφέρθηκαν εθελοντικά για αυτήν τη μελέτη. Ενώ όλα τα άτομα ήταν σωματικά ενεργά και συμμετείχαν σε τακτική άσκηση αερόβιου τύπου (1-2 φορές ανά εβδομάδα), κανένας δεν είχε συμμετάσχει σε τακτική εκπαίδευση αντίστασης για τουλάχιστον 1 ένα έτος πριν από την έναρξη της μελέτης. Η μέση ηλικία, ύψος, μάζα σώματος και BMI για τα άτομα ήταν 25 ± 3 έτη, $173,5 \pm 4,7$ cm, $67,9 \pm 8,4$ kg και $22,5 \pm 1,9$, αντίστοιχα	Στα πειράματα, τα άτομα πραγματοποίησαν τυχαία άσκηση μονομερούς κάμψης βραχίονα με τρεις διαφορετικές συνθήκες άσκησης που είχαν προγραμματιστεί με διαφορά 1 εβδομάδας. Κάθε συνεδρία περιελάμβανε 30 επαναλαμβανόμενες συσπάσεις μυών 3 σετ των 15 επαναλήψεων με περίοδο ανάπαυσης 30 δευτερολέπτων μεταξύ των σετ. Οι τρεις συνθήκες άσκησης καθορίστηκαν ως εξής: μία άσκηση αντίστασης χωρίς BFR (CON) και δύο BFR πρωτόκολλα άσκησης. Τα δύο πρωτόκολλα BFR εκτελέστηκαν με συνεχή (Con-BFR) ή διαλείπουσα εφαρμογή BFR (Int-BFR). Κατά τη διάρκεια κάθε κατάστασης άσκησης, τα άτομα κάθονταν στον πάγκο κάμψης βραχίονα, με το χέρι τους τοποθετημένο μπροστά από το σώμα τους στηρίζοντας τον ώμο σε ύψος των 45ο. Εύρος της κίνησης αγκώνων κατά την άσκηση ολοκληρώθηκε από 0ο έως 150ο (0ο ήταν η πλήρης επέκταση). Η ένταση της άσκησης ήταν στο 20% της προκαθορισμένης ομόκεντρης 1-RM. Η διάρκεια συστολής ήταν 2,4 δευτερόλεπτα με ελεγχόμενο κύκλο ομόκεντρης-έκκεντρης συστολής 1,2: 1,2 δευτερολέπτων με μετρονόμο (50 παλμοί ανά λεπτό). Όλες οι συνθήκες άσκησης πραγματοποιήθηκαν στον ίδιο βραχίονα κάθε συμμετέχοντα, αλλά η χρήση κυρίαρχου ή μη κυρίαρχου βραχίονα τυχαιοποιήθηκε. BFR. Η πίεση ρυθμίστηκε στα 160 mmHg, από τότε που προηγούμενες μελέτες για το άνω σκέλος ανέφεραν ότι αυτό ήταν το βέλτιστο επίπεδο BFR για τη μεταβολή της ροής του αίματος, την παροχή ενέργειας και την αύξηση της ενεργοποίησης των μυών χωρίς να επηρεάζεται το	Συμπερασματικά, το μέγεθος της αύξησης στην ενεργοποίηση των μυών μπορεί να είναι παρόμοιο μεταξύ Con-BFR και Int-BFR όταν η άσκηση BFR πραγματοποιήθηκε σε υψηλό επίπεδο πίεσης μανσέτας.

			<p>σύνολο άσκησης. Η ένταση της περιοριστικής πίεσης εφαρμόστηκε στο άνω τμήμα του βραχίονα. Στα πειράματα συνεδρίας Con-BFR ή Int-BFR, τα άτομα κάθονταν σε μια καρέκλα και η μανσέτα σφίγγτηκε γύρω από το βραχίονα σε πίεση μάντα (η πίεση που εφαρμόζεται στην μανσέτα του βραχίονα πριν από το φούσκωμα) 30 mmHg στην πιο κοντινή περιοχή του δοκιμασμένου βραχίονα. Η μανσέτα στη συνέχεια διοχετεύθηκε στα 160 mmHg. Στη συνεδρία Con-BFR, η μανσέτα διογκώθηκε για ολόκληρη την περίοδο άσκησης, συμπεριλαμβανομένων περιόδων ανάπαυσης μεταξύ σετ και συστολών. Στη συνεδρία Int-BFR, το BFR εφαρμόστηκε μόνο κατά τη διάρκεια των συστολών και ξεφουσκώθηκε στην πίεση μάντα 30 mmHg κατά τη διάρκεια των περιόδων ανάπαυσης. Η μανσέτα για το Int-BFR εφαρμόζονταν πριν από κάθε σετ και ξεφουσκώνονταν αμέσως μετά το τέλος των σετ.</p>	
Segal, Davis, Mikesky et al (2015)	<p>στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να εκτιμήσει εάν το BFR είναι ένα αποτελεσματικό μέσο αύξησης της αντοχής στα κάτω άκρα σε άνδρες που διατρέχουν κίνδυνο ΟΑ γονάτου, μέσω διπλής-τυφλής, τυχαιοποιημένης ελεγχόμενης μελέτη</p>	<p>περπατητικοί άνδρες, ηλικίας 45 ετών και άνω, εθελοντικά να συμμετάσχει στη μελέτη. Συνολικά 44 συμμετέχοντες ηλικίας μεταξύ 45 και 90 ετών (μέσος όρος: 56,1 + 7,7 έτη) πληρούσαν τα κριτήρια. Οι συμμετέχοντες συμπεριλήφθηκαν εάν είχαν ακτινογραφικό γόνατο ΟΑ χωρίς συμπτώματα ή είχε τουλάχιστον 1 από τους ακόλουθους παράγοντες κινδύνου για συμπτωματικό γόνατο ΟΑ: τραυματισμός με αποτέλεσμα την αδυναμία βάδισης χωρίς βοήθεια για τουλάχιστον 2 ημέ-</p>	<p>Όλοι οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν πρωτόκολλο άσκησης που περιλάμβανε 4 σετ διμερούς πρέσας ποδιών, 1^ο σετ 30 επαναλήψεων ακολουθούμενο από άλλα 3 σετ 15 επαναλήψεων, 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Μεταξύ των σετ μεσοαβούσε διάστημα ξεκούρασης 30 sec. Κατά τη διάρκεια της περιόδου εκπαίδευσης, το φορτίο παρέμεινε στο 30% της 1RM κάθε συμμετέχοντα. Εκείνοι που τυχαιοποιήθηκαν στην ομάδα ελέγχου ολοκλήρωσαν το πρωτόκολλο χωρίς τη συσκευή BFR και οι τυχαιοποιημένοι στην ομάδα παρέμβασης ολοκλήρωσαν το πρωτόκολλο με τη συσκευή BFR. Παρέμβαση — BFR Η μηριαία ροή αίματος περιορίστηκε με το Kaatsu Master BFR συσκευή (Sato Sports Plaza, Τόκιο, Ιαπωνί-</p>	<p>. Συμπεράσματα: Σε σύγκριση με την προπόνηση χωρίς BFR, η προσθήκη BFR σε εκπαίδευση αντοχής 30% 1RM για 4 εβδομάδες δεν απέδωσε σημαντικά μεγαλύτερες αυξήσεις στη δύναμη του ποδιού ή του τετρακέφαλου σε ηλικιωμένους άνδρες με παράγοντες κινδύνου για συμπτωματική ΟΑ γονάτου.</p>

		<p>ρες χειρουργική επέμβαση στο γόνατο (εκτός της διμερούς αρθροπλαστικής στο γόνατο). πόνος στο γόνατο, πόνος ή δυσκαμψία κυρίως τις προηγούμενες 30 μέρες; ή ήταν υπέρβαροι ή παχύσαρκοι (δείκτης μάζας σώματος [ΔΜΣ] πάνω από 25 kg / m²)</p>	<p>α), η οποία περιλαμβάνει μονάδα ελέγχου, πνευματική αντλία και 2 πνευματικές μανσέτες (65 mm πλάτος και μήκος 650 mm). Οι μανσέτες εφαρμόστηκαν στην εγγύς πλευρά κάθε μηρού. Η συσκευή προκαλεί συγκέντρωση αίματος σε δοχεία χωρητικότητας μακριά από τις μανσέτες περιορίζοντας την αρτηριακή αιματική ροή ενώ εμποδίζει τη ροή του φλεβικού αίματος. Πριν από την προπόνηση, εφαρμόστηκε αρχική πίεση 30 mm Hg για την πρώτη προπόνηση και 40 mm Hg για όλες τις επόμενες εκπαιδεύσεις ανά πρωτόκολλο. Η απόσταση από τον άνω πόλο της επιγονατίδας στη θέση της μανσέτας μετρήθηκε και καταγράφηκε, και η μανσέτα τοποθετήθηκε στην ίδια θέση σε όλες τις επόμενες επισκέψεις. Σε κάθε προπόνηση, η μανσέτα ήταν σταδιακά υπό πίεση. Μετά τη συμπίεση της μανσέτας, ολοκληρώθηκαν 4 σετ πρέσας ποδιών όπως προηγούμενος περιγράφεται. Ο συνολικός χρόνος που η μανσέτα διογκώθηκε ήταν 6,5 λεπτά: 5 λεπτά άσκησης και 1,5 λεπτά ανάπαυσης μεταξύ των σετ. Η ατομική διάρκεια σύσπασης διήρκεσε σε σύνολο 4 δευτερολέπτα - σύσπαση 2 δευτερολέπτων και κύκλος λειτουργίας συστολής επιμήκυνσης 2 δευτερολέπτων - όπως είχε αποδειχθεί προηγούμενος ότι αυξάνει τον δείκτη κόπωσης</p>	
TAKARADA, TAKAZAWA, ISHII et al (2000).	Έχει αποδειχθεί προηγούμενος ότι ο συνδυασμός χαμηλής έντασης άσκησης αντίστασης και μέτριας αγγειακής απόφραξης προκαλεί σημαντική αύξηση της έκκρισης της αυξητικής ορμόνης και τη μυϊκή υπερτροφία. Η παρούσα μελέτη διερεύνησε τις επιδράσεις της αγγειακής απόφραξης	Δεκαέξι ασθενείς (8 άνδρες και 8 γυναίκες) μετά από ανασυγκρότηση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου προσφέρθηκαν εθελοντικά για τη μελέτη. Οκτώ ασθενείς (4 άνδρες και 4 γυναίκες) συμμετείχαν σε μια πειραματική ομάδα (ηλικίας 22,4 +/-1,1 ετών, μέσος	Η πειραματική περίοδος ήταν για 2 εβδομάδες, συμπεριλαμβανομένης της ημέρας λειτουργίας. Οι συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου ακολούθησαν το συνηθισμένο πρόγραμμα αποκατάστασης στο νοσοκομείο με το τραυματισμένο γόνατό τους να διατηρείται ακινητοποιημένο με ένα στή-	Χωρίς αποφρακτική διέγερση (έλεγχος), τα CSA του γόνατος σε εκτεινόμενες και καμπτήρες μειώθηκαν κατά 20,7+/- 2,2% και 11,3 +/-2,6% (μέσος όρος +/- SEM, N=8), ενώ με την αποφρακτική διέγερση, μειώθηκε κατά 9,4+/- 1,6% και 9,2+/- 2,6% (N=8), αντίστοιχα. Η σχετική μείωση του CSA των εκτεινόμενων γόνατος ήταν σημαντικά

	<p>στο μέγεθος των μυών του μηρού σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε εγχείρηση για την ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου για να δει αν εξασθενεί την αχρησιμοποίητη μυϊκή ατροφία χωρίς συνδυασμένη άσκηση</p>	<p>όρος 6+/-SD) και Άλλοι οκτώ ασθενείς (4 άνδρες και 4 γυναίκες) συμμετείχαν σε ομάδα ελέγχου (ηλικίας 23,0 +/- 2,5 ετών).</p>	<p>ριγμα. Στην πειραματική ομάδα, τα αποφρακτικά ερεθίσματα δόθηκαν με συμπίεση του εγγύς άκρου του μηρού (100 mm κάτω από το άρθρωση του ισχίου) με πνευματική μανσέτα (πλάτους, 90 mm και μήκους, 700 mm) για την περίοδο μεταξύ του 3- 14 ημέρες μετά την επέμβαση. Τα θέματα κράτησαν τον άνω κορμό σε κλίση περίπου 45 ° κατά τη διάρκεια του αποφρακτικού ερεθίσματος. Ένα σύνολο αποφρακτικού ερεθίσματος συνίστατο σε απόφραξη για 5 λεπτά και απομάκρυνση της αποφρακτικής πίεσης για 3 λεπτά, πέντε σετ δόθηκαν στους συμμετέχοντες δύο φορές την ημέρα, στις 9 π.μ. και 2μ.μ.. Η αποφρακτική πίεση διατηρήθηκε σταθερή κατά τη διάρκεια των δύο συνεδριών της ίδιας ημέρας. Αρχικά τέθηκε στα 180 mm Hg και στη συνέχεια ανυψώθηκε σταδιακά ανά 10mmHg ανάλογα με το βαθμό αποκατάστασης μετά τη χειρουργική επέμβαση κάθε ασθενή. Η μέγιστη πίεση ήταν 238 +/- 8 mm Hg (μέσος όρος +/- SEM) στο τελικό στάδιο του πειράματος, με διακύμανση μεταξύ 200 και 260 mm Hg. Τα άτομα στην ομάδα ελέγχου ακολούθησαν το ίδιο καθημερινό πρόγραμμα που περιλαμβάνει και διατητικό πρόγραμμα όπως αυτό για την πειραματική ομάδα. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο για την πειραματική ομάδα, τοποθετήθηκε μια μανσέτα απόφραξης στο μηρό για 37 λεπτά, αλλά χωρίς πληθωρισμό (ψευδής λειτουργία)</p>	<p>(P, 0,05) μεγαλύτερη στην ομάδα ελέγχου από ό, τι στην πειραματική ομάδα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το αποφρακτικό ερέθισμα μειώνει αποτελεσματικά την ατροφία μετά την εγχείρηση των εκτεινόντων γónατος.</p>
<p>Patterson & Ferguson (2011).</p>	<p>ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να προσδιοριστεί εάν η LLRT στο 25% 1RM με περιορισμό της ροής του αίματος μπορεί να βελτιώσει τη δύναμη των μυών της γάμπας και τη ροή αίματος στα άκρα σε ηλικιωμένους ενήλικες.</p>	<p>Δέκα μεγαλύτεροι ενήλικες (2 γυναίκες, 8 άνδρες, ηλικίας 67 ± 3 έτη, ύψους 170,3 ± 6,7 cm, με μάζα σώματος 77,9 ± 7,8 kg) συμμετείχαν στην έρευνα</p>	<p>πραγματοποιήθηκε μονομερής LLRT πελματικής κάμψης στο 25% 1-RM. Ένα άκρο εκπαιδεύτηκε με φυσιολογική ροή αίματος και ο άλλος είχε περιορισμένη ροή αίματος χρησιμοποιώντας μανσέτα πίεσης πάνω από το γónατο</p>	<p>Η 1RM, ισομετρική μέγιστη εθελοντική συστολή και η ισοκινητική ισχύς στα 0,52 rad / s αυξήθηκε (p <.05) περισσότερο μετά το LLRT με περιορισμό ροής αίματος από ό, τι με τη κανονική ροή του αίματος. Η κορυφή</p>

				PObf(postocclusive blood flow αυξήθηκε) (p <.05) μετά το LLRT με περιορισμό ροής αίματος, σε σύγκριση με καμία αλλαγή μετά το LLRT με φυσιολογική ροή αίματος. Κατά συνέπεια αποδείχθηκε ότι 4 εβδομάδες LLRT με περιορισμό ροής αίματος μπορεί να είναι ευεργετικές για τα ηλικιωμένα άτομα στη βελτίωση των παραμέτρων της δύναμης και της ροής του αίματος.
Yasuda, Fukumura ,Uchida ,Koshi, Masamune Sato, Yamasoba, Iida, Nakajima et al 2014	ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξεταστεί το αποτέλεσμα της προπόνησης χαμηλού φορτίου ελαστικών μάντων με BFR στο μέγεθος των μυών και την αρτηριακή δυσκαμψία σε ηλικιωμένους ενήλικες.	Δεκαεπτά άντρες και γυναίκες (ηλικίας 61-85 ετών) εθελοντικά συμμετείχαν στη μελέτη	Οι ομάδες BFR-T και CON-T πραγματοποίησαν προπόνηση αμφίπλευρης κάμψης δικεφάλου και πίεσης τρικεφάλου, 2 μέρες την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Και οι δύο ομάδες άσκησης χρησιμοποίησαν το "Heavy (Green)" μάντα για τους άνδρες και τον μάντα "Thin (Yellow)" για τις γυναίκες (Hygenic Corporation, Akron, OH). Αυτή η εκπαίδευση πραγματοποιήθηκε υπό τη στενή επίβλεψη ειδικών με τεχνική γνώση στην εκπαίδευση BFR. Μία εβδομάδα πριν από την έναρξη της εκπαιδευτικής μελέτης, και οι δύο ομάδες πραγματοποίησαν συνεδρίες πρακτικής για τη μέγιστη ισομετρική ισχύ (μέγιστη προαιρετική δοκιμή ισομετρικής συστολής [MVC]). Επιπλέον, οι συμμετέχοντες στο BFR-T εξοικειώθηκαν με το ερέθισμα BFR. Τρεις ή τέσσερις ημέρες πριν από την προπόνηση, προσδιορίστηκε το MVC. Ο όγκος εκπαίδευσης ήταν 75 επαναλήψεις (30, 15, 15 και 15 επαναλήψεις, με 30 δευτερόλεπτα ανάπαυσης μεταξύ των σετ) και για τις δύο ασκήσεις (90 δευτερόλεπτα ανάπαυσης μεταξύ ασκήσεων). Αυτό το πρωτόκολλο είναι τυπικό των μελετών BFR. Οι πνευματικές μανσέτες διογκώθηκαν μια φορά, και παρέμειναν έτσι και για τις δύο ασκήσεις, συμπεριλαμβανομένων των περιόδων ανάπαυσης μεταξύ σετ και ασκήσεων. Κατά τη διάρκεια της άσκησης κάμ-	Η μυϊκή διατομή των καμπτήρων του αγκώνα και των εκτεινόντων αυξήθηκε, όπως και η μέγιστη εθελοντική ισομετρική συστολή κάμψη και επέκταση αγκώνα βελτιώθηκε στην ομάδα BFR-T, αλλά όχι στην ομάδα CON-T. Δεν υπήρξαν αλλαγές μεταξύ των προ και μετά των αποτελεσμάτων και στις δύο ομάδες. Συμπερασματικά, η ελαστική ταινία BFR-T βελτιώνει τους μύς στη περιοχή εγκάρσιας διατομής καθώς και τη μέγιστη μυϊκή δύναμη αλλά δεν επηρεάζει αρνητικά την αρτηριακή δυσκαμψία σε ηλικιωμένους ενήλικες.

			<p>ψης δικεφάλου τα άτομα ήταν άνετα καθισμένα σε καρέκλα. Το εύρος κίνησης της άρθρωσης του αγκώνα κατά τη διάρκεια της άσκησης ήταν περίπου 20-145 ° (0 ° πλήρης επέκταση). Κατά τη διάρκεια της άσκησης πίεσης τρικεφάλου, τα άτομα κάθισαν άνετα σε μια καρέκλα κωπηλατικής με το σώμα να υποστηρίζεται στην κατακόρυφη θέση. Το εύρος κίνησης στην άρθρωση των αγκώνων κατά τη διάρκεια της άσκησης ήταν περίπου 140-5 ° (0 ° είναι πλήρης επέκταση). Τα άτομα έλαβαν οδηγίες να μην το αφήσουν τον ιμάντα να τους επιστρέψει στην αρχική θέση αλλά να κάνουν ελεγχόμενη επιστροφή στην αρχική θέση ώστε η κίνηση επιστροφής να είναι δύο φορές μεγαλύτερη σε χρόνο από την κίνηση τεντώματος του ιμάντα.</p> <p>Η διάρκεια επανάληψης ήταν 2,4 δευτερόλεπτα (1,2 δευτερόλεπτα ομόκεντρος και 1,2 δευτερόλεπτα κύκλος έκκεντρης άσκησης) και για τις δύο ασκήσεις. Η συνολική Η διάρκεια των δύο ασκήσεων την ημέρα ήταν 9,5 λεπτά και για τις δύο ομάδες. Περιορισμός ροής αίματος</p> <p>Κατά τη διάρκεια των εκπαιδευτικών συνεδριών, φορούσαν θέματα BFR-T ειδικά σχεδιασμένες πνευματικές μανσέτες (πλάτους 30 mm, KAATSU Master, Sato Sports Plaza, Τόκιο, Ιαπωνία) γύρω από</p> <p>το εγγύτερο τμήμα των δύο βραχιόνων. Στην πρώτη ημέρα της προπόνησης, οι μανσέτες ρυθμίστηκαν στα 30 mm Hg και αέρα η πίεση διογκώθηκε σταδιακά στα 120 mm Hg (ημέρα 1). Η πίεση του αέρα αυξήθηκε κατά 10-20 mm Hg σε κάθε επόμενη προπόνηση έως που επιτεύχθηκε μια πίεση 270 mm Hg εάν κάθε</p>	
--	--	--	---	--

			<p>συμμετέχοντας μπορούσε να αποδώσει στα υψηλά επίπεδα έντασης πίεσης. Η πίεση περιορισμού επιλέχθηκε σύμφωνα με προηγούμενη μελέτη. Η μέση ένταση πίεσης καθ' όλη τη διάρκεια της προπόνησης ήταν 196 ± 18 mm Hg (180-270 mm Hg στην 24η προπόνηση). Αμέσως μετά τις δύο ασκήσεις, η μανσέτα πίεσης αφαιρέθηκε γρήγορα. Ο χρόνος στο BFR ήταν περίπου 11 λεπτά.</p>	
--	--	--	--	--

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συγκριτικά αποτελέσματα της προπόνησης με χαμηλή ένταση σε συνδυασμό με BFR σε σχέση με την συμβατική προπόνηση αντίστασης υψηλού φορτίου και οι προσαρμογές που επιφέρει χρήζουν περισσότερης μελέτης. Πολλές έρευνες ωστόσο υποστηρίζουν την χρήση προπόνησης χαμηλής έντασης με BFR έναντι της συμβατικής προπόνησης υψηλών αντιστάσεων λόγω της μικρότερης μηχανικής καταπόνησης, ενώ άλλες μελέτες υποστηρίζουν πως δεν έχουν ίδιες προσαρμογές.

Στην πλειοψηφία των ερευνών γίνεται αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της τεχνικής BFR σε συνδυασμό με άσκηση αντίστασης χαμηλής έντασης ή ήπιας αερόβιας δραστηριότητας όπως περπάτημα, έναντι του κλασσικού προτύπου προπόνησης δύναμης με υψηλά φορτία. Αξιοποιώντας τα δεδομένα που προκύπτουν από τις παραπάνω έρευνες η προπόνηση χαμηλής έντασης σε συνδυασμό με τον περιορισμό της αιματικής ροής (BFR training) φαίνεται να έχει συγκρίσιμα αποτελέσματα, οσον αφορά την αύξηση στην δύναμη ισχύος και της δύναμης της μιας μέγιστης επανάληψης σε σχέση με τη συμβατική προπόνηση αντίστασης υψηλού φορτίου. Επιπλέον έρευνες που χρησιμοποίησαν πρωτόκολλο άσκησης χαμηλής έντασης συνδυασμένο με BFR έδειξαν ότι αυξήθηκε η μυική διατομή του μυός τόσο σε προπόνηση αντίστασης όσο και σε αερόβια προπόνηση χαμηλής έντασης κυρίως σε ηλικιωμένα άτομα.(Ozaki, H., Sakamaki, Yasuda, Fujita, Ogasawara, Sugaya, ... Abe (2010).) Επιπλέον έχει αποδειχθεί πως η εφαρμογή bfr χωρίς το συνδυασμό της με άσκηση μπορεί να μειώσει σε μεγάλο βαθμό την μετεγχειρητική ατροφία των μυών που θα προέκυπτε λόγω της ακινησίας.(TAKARADA, TAKAZANA, ISHII 2000). Συνεπώς το bfr σε συνδυασμό με χαμηλής έντασης προπόνηση συμβάλει στην μυική υπερτροφία σε συγκρίσιμο επίπεδο με την κλασσική προπόνηση αντίστασης όπου γίνεται χρήση υψηλών φορτίων. Εκτός από τις βελτιώσεις σε δύναμη, ισχύ και μυική υπερτρο-

φία η προπόνηση χαμηλής έντασης με περιορισμό της αιματικής ροής βελτιώνει τη φυσική λειτουργία, τη λειτουργική ικανότητα καθώς και τη δυσκαμψία ειδικότερα σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας.

Εκτός από τις προσαρμογές που έχει η εφαρμογή bfr ή αλλιώς kaatsu training σε μυικό επίπεδο καθώς και στη δύναμη και ισχύ, έρευνες υποστηρίζουν πως ο περιορισμός αιματικής ροής ενισχύει τις μεταβολικές αλλαγές προκαλώντας ένα ισχαιμικό ερέθισμα που ενισχύει τη μεταφορά της γλυκόζης και μειώνει τον καταβολισμό των νουκλεοτιδίων αδενίνης μετά από προπόνηση χαμηλής αντίστασης. (Burgomaster, Moore, Schofield, Phillips, Sale, Gibala et al 2003).

Όσον αφορά την εφαρμογή του bfr, αποδεικνύεται πως τα πρωτόκολλα bfr επωφελούνται από την υψηλότερη πίεση απόφραξης (80%) όταν ασκούνται σε χαμηλές εντάσεις, ενώ η πίεση απόφραξης φαίνεται να έχει δευτερεύοντα ρόλο όταν το πρωτόκολλο άσκησης αφορά υψηλές εντάσεις προπόνησης (40% 1RM) (Lixandro, Ugrinowitsch, Laurentino et al, 2015). Ακόμη υποστηρίζεται πως για το ίδιο προπονητικό πρωτόκολλο η εφαρμογή πίεσης 40% έφερε παρόμοια αποτελέσματα με την εφαρμογή πίεσης 90% ενώ σημειώνεται πως με την άσκηση υψηλότερης πίεσης αυξήθηκε ο βαθμός δυσφορίας των συμμετεχόντων στην έρευνα. (Counts, Dankel, Barnett, Kim, Mouser, Allen, Loenneke, et al (2015)). Συνεπώς από τις υπάρχουσες έρευνες προκύπτει ότι η εφαρμογή μιας πίεσης 20-40% είναι αρκετή και ικανή για να επιτύχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα όσον αφορά τη δύναμη και τη μυική υπερτροφία. Επιπλέον σε μελέτη που σύγκρινε τα αποτελέσματα διαλείπουσας και συνεχούς εφαρμογής του bfr, έδειξε πως η αύξηση στη μυική ενεργοποίηση ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων. (Yasuda, Leonekke, Ogasawara, Abe et al 2013). Επιπρόσθετα τα αποτελέσματα της τεχνικής Blood Flow Restriction φαίνεται να είναι ανεξάρτητα από τον όγκο άσκησης όπως αποδείχθηκε μετά από σύγκριση 2 διαφορετικών πρωτοκόλλων προπόνησης που είχαν διπλάσια διαφορά σε προπονητικό όγκο (75 επαναλήψεις έναντι 150). (Martín-Hernández, Marín, Menéndez, Ferrero, Loenneke, Herrero et al. (2012)). Τέλος το πρωτόκολλο άσκησης που φαίνεται να χρησιμοποιείται στην πλειοψηφία των ερευνών, χωρίς όμως να υπάρχει κάποιο επιστημονικά αποδεδειγμένο ιδανικό προπονητικό μοτίβο, είναι αυτό των 4 σετ και 75 επαναλήψεων, όπου το πρώτο σετ αποτελείται από 30 επαναλήψεις ακολουθούμε-

νο από αλλα 3 σετ 15 επαναλήψεων, με τις περισσότερες έρευνες να πραγματοποιούνται από 3-6 εβδομάδες.

Συνεπώς η προπόνηση χαμηλής έντασης με τη χρήση bfr φαίνεται ότι προτιμάται έναντι της συμβατικής προπόνησης υψηλής αντίστασης. Αποτελεί μια καινοτόμο μέθοδο προπόνησης που αποσκοπεί κυρίως στην υπερτροφία των μυών. Εκτός όμως από τα προπονητικά οφέλη της, η τεχνική αυτή κερδίζει έδαφος και στο χώρο της αποκατάστασης ειδικότερα σε ηλικιωμένα άτομα ή σε μετεγχειρητικές καταστάσεις όπου δεν είναι δυνατή η χρήση υψηλών φορτίων και εντάσεων, αφού φαίνεται να παρέχει παρόμοιες θετικές προσαρμογές στη μέγιστη μυική δύναμη και ισχύ καθώς και στην μυική υπερτροφία και λειτουργικότητα ασκώντας όμως τη μικρότερη δυνατή μηχανική καταπόνηση στους ιστούς σε αντίθεση με την προπόνηση υψηλών αντιστάσεων. Παρ'όλα αυτά τα αποτελέσματα της προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής έναντι της συμβατικής προπόνησης αντιστάσεων χρήζει περισσότερης μελέτης καθώς είναι μια καινούρια τεχνική που φαίνεται να βρίσκει σταδιακά ολοένα και περισσότερη αναγνωρισιμότητα, αν και υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν πως η προπόνηση χαμηλής έντασης με bfr δεν υπερέρχει της συμβατικής προπόνησης όταν ο στόχος είναι η αύξηση της μυικής δύναμης. (Vechin, Libardi, Conceicao, et al. 2015; Lixandro, Ugri-nowitsch, Laurentino et al. 2015).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abe, T., et al. "Eight days KAATSU-resistance training improved sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes." *International Journal of KAATSU Training Research* 1.1 (2005): 19-23.
2. Abe, T., et al. "Eight days KAATSU-resistance training improved sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes." *International Journal of KAATSU Training Research* 1.1 (2005): 19-23.
3. Abe, T., et al. "Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily "KAATSU" resistance training." *International Journal of KAATSU Training Research* 1.1 (2005): 6-12.
4. Abe, Takashi, Charles F. Kearns, and Yoshiaki Sato. "Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training." *Journal of applied physiology* 100.5 (2006): 1460-1466.
5. Abe, Takashi, Charles F. Kearns, and Yoshiaki Sato. "Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training." *Journal of applied physiology* 100.5 (2006): 1460-1466.
6. Abe, Takashi, et al. "Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults." *Journal of geriatric physical therapy* 33.1 (2010): 34-40.
7. Abe, Takashi, et al. "Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults." *Journal of geriatric physical therapy* 33.1 (2010): 34-40.
8. Angleri, Vitor, Carlos Ugrinowitsch, and Cleiton Augusto Libardi. "Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men." *European journal of applied physiology* 117.2 (2017): 359-369.
9. Annesi, James J., and Wayne L. Westcott. "Relations of physical self-concept and muscular strength with resistance exercise-induced feeling state scores in older women." *Perceptual and motor skills* 104.1 (2007): 183-190.
10. Annesi, James J., Wayne W. Westcott, and Shane Gann. "Preliminary evaluation of a 10-wk. resistance and cardiovascular exercise protocol on physiological and psychological measures for a sample of older women." *Perceptual and motor skills* 98.1 (2004): 163-170.
11. Araújo, Joamira P., et al. "The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in postmenopausal women." *Age* 37.6 (2015): 110.
12. Bandy, William D., Venita Lovelace-Chandler, and Beth McKittrick-Bandy. "Adaptation of skeletal muscle to resistance training." *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 12.6 (1990): 248-255.
13. Battinelli, Thomas. "Fatigue, muscular work and motor learning." *The Physical Educator* 44.3 (1987).

17. Buckner, Samuel L., et al. "Influence of cuff material on blood flow restriction stimulus in the upper body." *The Journal of Physiological Sciences* 67.1 (2017): 207-215.
18. Burgomaster, KIRSTEN A., et al. "Resistance training with vascular occlusion: metabolic adaptations in human muscle." *Medicine and science in sports and exercise* 35.7 (2003): 1203-1208.
22. Clarkson, Matthew John, Louise Conway, and Stuart Anthony Warmington. "Blood flow restriction walking and physical function in older adults: a randomized control trial." *Journal of science and medicine in sport* 20.12 (2017): 1041-1046.
23. Cook, Christian J., Liam P. Kilduff, and C. Martyn Beaven. "Improving strength and power in trained athletes with 3 weeks of occlusion training." *International journal of sports physiology and performance* 9.1 (2014): 166-172.
24. Cook, Summer B., Bethany G. Murphy, and KATHERINE E. Labarbera. "Neuromuscular function after a bout of low-load blood flow-restricted exercise." *Medicine and science in sports and exercise* 45.1 (2013): 67-74.
25. Cook, Summer B., et al. "Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations." *Experimental gerontology* 99 (2017): 138-145.
26. Counts, Brittany R., et al. "Influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation." *Muscle & nerve* 53.3 (2016): 438-445.
27. Degens, Hans, Robert M. Erskine, and Christopher I. Morse. "Disproportionate changes in skeletal muscle strength and size with resistance training and ageing." *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions* 9.3 (2009): 123-9.
28. Douvis, Stavros, et al. "Evaluation of Greek tennis players (13-15 years old) with the German set of field tests-KTT." *International Journal of Fitness* 4.1 (2008).
29. Epro, Gaspar, et al. "Retention of gait stability improvements over 1.5 years in older adults: effects of perturbation exposure and triceps surae neuromuscular exercise." *Journal of Neurophysiology* 119.6 (2018): 2229-2240.
30. Ferraz, Rodrigo Branco, et al. "Benefits of resistance training with blood flow restriction in knee osteoarthritis." *Med Sci Sports Exerc* 50.5 (2018): 897-905.
31. Fink, Julius, Brad Jon Schoenfeld, and Koichi Nakazato. "The role of hormones in muscle hypertrophy." *The Physician and sportsmedicine* 46.1 (2018): 129-134.
32. Fujita, T., et al. "Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow." *International Journal of KAATSU Training Research* 4.1 (2008): 1-8.
33. Going, Scott B., and Monica Lauder milk. "Osteoporosis and strength training." *American journal of lifestyle medicine* 3.4 (2009): 310-319.
34. Hazuga, Rachel. *Effects of a sports performance training program on adolescent athletes*. Diss. 2009.
35. Hellebrandt, F. A., et al. "Physiological effects of simultaneous static and dynamic exercise." *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 35.2 (1956): 106-117.

36. Hoffman, Terrence, Robert W. Stauffer, and Andrew S. Jackson. "Sex difference in strength." *The American journal of sports medicine* 7.4 (1979): 265-267.
37. Hughes, Luke, et al. "Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis." *British Journal of Sports Medicine* 51.13 (2017): 1003-1011.
38. Ishii, Naokata, et al. "Rapid increase in plasma growth hormone after." *Journal of Applied Physiology* 88.6 (2000): 2097-2106.
39. Jessee, Matthew B., et al. "The cardiovascular and perceptual response to very low load blood flow restricted exercise." *International Journal of Sports Medicine* 38.08 (2017): 597-603.
40. Karabulut, Murat, et al. "The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men." *European journal of applied physiology* 108.1 (2010): 147.
41. Kendall, Florence Peterson, et al. *Muscles, testing and function: with posture and pain*. Vol. 103. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1993.
42. Kubo, Keitaro, et al. "Effects of low-load resistance training with vascular occlusion on the mechanical properties of muscle and tendon." *Journal of applied biomechanics* 22.2 (2006): 112-119.
43. Ladlow, Peter, et al. "Low-load resistance training with blood flow restriction improves clinical outcomes in musculoskeletal rehabilitation: a single-blind randomized controlled trial." *Frontiers in physiology* 9 (2018): 1269.
44. Laurentino, Gilberto Candido, et al. "Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression." *Med Sci Sports Exerc* 44.3 (2012): 406-12.
45. Libardi, C. A., et al. "Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly." *International journal of sports medicine* 36.05 (2015): 395-399.
46. Lixandrão, Manoel E., et al. "Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction." *European journal of applied physiology* 115.12 (2015): 2471-2480.
47. Lixandrão, Manoel E., et al. "Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction." *European journal of applied physiology* 115.12 (2015): 2471-2480.
48. Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Abe T, Bemben MG. The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Med Hypotheses* (2012a); 78: 151–154.
52. Loenneke, Jeremy P., et al. "Blood flow restriction in the upper and lower limbs is predicted by limb circumference and systolic blood pressure." *European journal of applied physiology* 115.2 (2015): 397-405.
53. Loenneke, Jeremy P., et al. "Blood flow restriction pressure recommendations: a tale of two cuffs." *Frontiers in physiology* 4 (2013): 249.
54. Loenneke, Jeremy P., et al. "Effect of cuff type on arterial occlusion." *Clinical physiology and functional imaging* 33.4 (2013): 325-327.
55. Loenneke, Jeremy P., et al. "Effect of cuff type on arterial occlusion." *Clinical physiology and functional imaging* 33.4 (2013): 325-327.
56. Loenneke, Jeremy P., et al. "Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise." *European journal of applied physiology* 112.8 (2012): 2903-2912.

57. Loenneke, Jeremy P., et al. "Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise." *European journal of applied physiology* 112.8 (2012): 2903-2912.
58. Loenneke, Jeremy P., et al. "Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise." *European journal of applied physiology* 112.8 (2012): 2903-2912.
59. Loenneke, Jeremy P., et al. "Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise." *European journal of applied physiology* 112.8 (2012): 2903-2912.
60. Loenneke, Jeremy P., et al. "Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis." *European journal of applied physiology* 112.5 (2012): 1849-1859.
61. Loenneke, Jeremy P., et al. "Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis." *European journal of applied physiology* 112.5 (2012): 1849-1859.
62. Loenneke, Jeremy P., et al. "The effects of resistance exercise with and without different degrees of blood-flow restriction on perceptual responses." *Journal of sports sciences* 33.14 (2015): 1472-1479.
63. Loenneke, Jeremy, et al. "Blood flow restriction: effects of cuff type on fatigue and perceptual responses to resistance exercise." *Acta Physiologica Hungarica* 101.2 (2014): 158-166.
64. Lowery, Ryan P., et al. "Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme." *Clinical physiology and functional imaging* 34.4 (2014): 317-321.
65. Manimmanakorn, Apiwan, et al. "Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes." *Journal of Science and Medicine in Sport* 16.4 (2013): 337-342.
66. Martín-Hernández, J., et al. "Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 23.2 (2013): e114-e120.
67. Martín-Hernández, J., et al. "Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 23.2 (2013): e114-e120.
68. Mattar, Melina Andrade, et al. "Safety and possible effects of low-intensity resistance training associated with partial blood flow restriction in polymyositis and dermatomyositis." *Arthritis research & therapy* 16.5 (2014): 473.
69. McCully, Kevin K., et al. "Muscle metabolism with blood flow restriction in chronic fatigue syndrome." *Journal of Applied Physiology* 96.3 (2004): 871-878.
70. Micheli, Lyle J., and J. D. Klein. "Sports injuries in children and adolescents." *British Journal of Sports Medicine* 25.1 (1991): 6.
71. Moore, Daniel R., et al. "Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion." *European journal of applied physiology* 92.4-5 (2004): 399-406.

72. Nielsen, Jakob Lindberg, et al. "Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction." *The Journal of physiology* 590.17 (2012): 4351-4361.
73. Ohta, Haruyasu, et al. "Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction." *Acta Orthopaedica Scandinavica* 74.1 (2003): 62-68.
74. Ohta, Haruyasu, et al. "Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction." *Acta Orthopaedica Scandinavica* 74.1 (2003): 62-68.
75. Ozaki, Hayao, et al. "Increases in thigh muscle volume and strength by walk training with leg blood flow reduction in older participants." *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences* 66.3 (2011): 257-263.
76. Patterson S. D., Brandner C. R. (2017). The role of blood flow restriction training for applied practitioners: a questionnaire-based survey. *J. Sports Sci.* 36 123–130.
77. Patterson, Stephen D., and Richard A. Ferguson. "Enhancing strength and postocclusive calf blood flow in older people with training with blood-flow restriction." *Journal of aging and physical activity* 19.3 (2011): 201-213.
78. Patterson, Stephen D., et al. "Blood flow restriction training: a novel approach to augment clinical rehabilitation: how to do it." (2017): 1648-1649.
79. Patterson, Stephen D., et al. "Blood flow restriction training: a novel approach to augment clinical rehabilitation: how to do it." (2017): 1648-1649.
80. Patterson, Stephen D., et al. "Blood flow restriction training: a novel approach to augment clinical rehabilitation: how to do it." (2017): 1648-1649.
81. Ramos, Lorna E., and Joan P. Zell. "Rehabilitation program for children with brachial plexus and peripheral nerve injury." *Seminars in pediatric neurology*. Vol. 7. No. 1. WB Saunders, 2000.
82. Salyers, Zachary R. "The Effect Of Practical Blood Flow Restriction Training On Body Composition And Muscular Strength In College-Aged Individuals." (2017).
83. Schoenfeld, Brad J., et al. "Effects of low-vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29.10 (2015): 2954-2963.
84. Schott, Nadja, Bettina Johnen, and Benjamin Holfelder. "Effects of free weights and machine training on muscular strength in high-functioning older adults." *Experimental gerontology* 122 (2019): 15-24.
85. Scott, Brendan R., et al. "Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence." *Journal of science and medicine in sport* 19.5 (2016): 360-367.
86. Scott, Brendan R., et al. "Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence." *Journal of science and medicine in sport* 19.5 (2016): 360-367.
87. Scott, Brendan R., et al. "Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development." *Sports medicine* 45.3 (2015): 313-325.
88. Scott, Brendan R., et al. "Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development." *Sports medicine* 45.3 (2015): 313-325.

89. Scott, Brendan R., et al. "Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development." *Sports medicine* 45.3 (2015): 313-325.
90. Scott, Brendan R., et al. "Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development." *Sports medicine* 45.3 (2015): 313-325.
91. Scott, Brendan R., et al. "Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development." *Sports medicine* 45.3 (2015): 313-325.
92. Scott, Brendan R., et al. "Hypoxia and resistance exercise: a comparison of localized and systemic methods." *Sports medicine* 44.8 (2014): 1037-1054.
93. Segal, Neil A., et al. "Efficacy of blood flow–restricted, low-load resistance training in women with risk factors for symptomatic knee osteoarthritis." *PM&R* 7.4 (2015): 376-384.
94. Segal, Neil A., et al. "Efficacy of blood flow–restricted, low-load resistance training in women with risk factors for symptomatic knee osteoarthritis." *PM&R* 7.4 (2015): 376-384.
95. Segal, Neil, Maria D. Davis, and Alan E. Mikesky. "Efficacy of blood flow–restricted low-load resistance training for quadriceps strengthening in men at risk of symptomatic knee osteoarthritis." *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation* 6.3 (2015): 160-167.
96. Solberg, Paul André, et al. "Effects of different types of exercise on muscle mass, strength, function and well-being in elderly." *European Journal of Sport Science* 13.1 (2013): 112-125.
97. Stojanović E., Ristić V., McMaster D.T., Milanović Z. (2017) Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine* 47, 975-986.
98. Suarez, Dylan G., et al. "RELATIONSHIPS BETWEEN LOWER BODY MUSCULATURE AND PERFORMANCE IN COMPETITIVE MALE AND FEMALE WEIGHTLIFTERS."
99. Takarada, Yudai, Haruo Takazawa, and Naokata Ishii. "Applications of vascular occlusions diminish disuse atrophy of knee extensor muscles." *Medicine and science in sports and exercise* 32.12 (2000): 2035-2039.
100. Thiebaud, Robert S., et al. "The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women." *Clinical physiology and functional imaging* 33.5 (2013): 344-352.
101. Tziortzis, Θεωρία της Αθλητικής Προπόνησης, 2004
102. Vechin, Felipe C., et al. "Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29.4 (2015): 1071-1076.
103. Vechin, Felipe C., et al. "Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29.4 (2015): 1071-1076.

107. Westcott, Wayne L. "Resistance training is medicine: effects of strength training on health." *Current sports medicine reports* 11.4 (2012): 209-216.
108. Wilmore and Costill: Φυσιολογία Της Άσκησης Και Του Αθλητισμού, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδη, 3η Έκδοση
109. Wilmore, Jack H., David L. Costill, and W. Larry Kenney. *Physiology of sport and exercise*. Vol. 524. Champaign, IL: Human kinetics, 1994.
110. Wilson, Jacob M., et al. "Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 27.11 (2013): 3068-3075.
111. Wilson, Jacob M., et al. "Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 27.11 (2013): 3068-3075.
112. Wong, Christopher Kevin, et al. "The effects of manual treatment on rounded-shoulder posture, and associated muscle strength." *Journal of bodywork and movement therapies* 14.4 (2010): 326-333.
113. Yasuda, Tomohiro, et al. "Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size." *European journal of applied physiology* 111.10 (2011): 2525-2533.
114. Yasuda, Tomohiro, et al. "Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study." *Clinical physiology and functional imaging* 30.5 (2010): 338-343.
115. Yasuda, Tomohiro, et al. "Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study." *Clinical physiology and functional imaging* 30.5 (2010): 338-343.
116. Yasuda, Tomohiro, et al. "Effects of low-load, elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults." *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences* 70.8 (2015): 950-958.
117. Yasuda, Tomohiro, et al. "Influence of continuous or intermittent blood flow restriction on muscle activation during low-intensity multiple sets of resistance exercise." *Acta Physiologica Hungarica* 100.4 (2013): 419-426.
118. Yasuda, Tomohiro, et al. "Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow." *Journal of sports sciences* 27.5 (2009): 479-489.
119. Τζώρτζης Σταύρος, Αθήνα 2004: Η Θεωρία της Αθλητικής Προπόνησης, "Art Work Publishing House"
120. Φουσέκης Κωνσταντίνος Α. Pt, BSc,Mmed Sci,Phd (2014) : Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία," Broken Hill Publishers LTD", Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδη