



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

**«ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΡΓΟΣΠΡΟΜΕΤΡΙΑ, ΑΣΚΗΣΗ, ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»**

**“Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΒΑΔΙΣΗΣ ΜΕ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΡΟΗ
ΑΙΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΠΟΛΛΑΠΛΗ
ΣΚΛΗΡΥΝΣΗ”**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ
ΜΠΡΕΓΙΑΝΝΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ
ΑΜ:20170628**

Επιβλέπων καθηγητής: Σκορδίλης Εμμανουήλ, Αναπληρωτής καθηγητής ΣΕΦΑΑ/ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2021



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

**«ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΡΓΟΣΠΡΟΜΕΤΡΙΑ, ΑΣΚΗΣΗ, ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»**

**“Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΒΑΔΙΣΗΣ ΜΕ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΡΟΗ
ΑΙΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΠΟΛΛΑΠΛΗ
ΣΚΛΗΡΥΝΣΗ”**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ
ΜΠΡΕΓΙΑΝΝΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ
ΑΜ:20170628**

Μέλη Συμβουλευτικής Επιτροπής:

Εμμανουήλ Σκορδύλης, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΣΕΦΑΑ/ΕΚΠΑ
Αναστάσιος Φιλίππου, Επίκουρος Καθηγητής Πειραματικής Φυσιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
Σεραφείμ Ν. Νανάς, Καθηγητής Εντατικής Θεραπείας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2021

© 2021
Μπρέγιαννη Κωνσταντίνου
ALL RIGHTS RESERVED

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα άτομα που συμμετείχαν ως δοκιμαζόμενοι στην παρούσα μελέτη, για την εμπιστοσύνη και την στήριξη τους, σε μια ιδιαίτερα δύσκολη εποχή για τα άτομα με αναπηρία. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την «Ομάδα Αλληλεγγύης Ανθρώπων με Σκλήρυνση Κάτα Πλάκα» για την συνεργασία και την προθυμία για στήριξη. Παράλληλα, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου, στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σκορδίλη, για την άψογη συνεργασία, την ψυχολογική στήριξη όπως και την επιστημονική καθοδήγησή του.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την ψυχολογική και οικονομική υποστήριξη, τους φίλους και φίλες που βοήθησαν με οποιοδήποτε τρόπο και ιδιαίτερα τον φίλο Παναγιώτη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μπρέγιαννης Κωνσταντίνος

«Η επίδραση ενός προγράμματος βάρδιας με περιορισμένη ροή αίματος στην λειτουργικότητα ασθενών με πολλαπλή σκλήρυνση»

(Με την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή, Εμμανουήλ Σκορδίλη)

Η πολλαπλή σκλήρυνση (ΠΣ) αποτελεί μια από τις πιο κοινές νευρολογικές διαταραχές σήμερα, που μπορεί να οδηγήσει από ελάχιστη μέχρι και βαριά σωματική αναπηρία. Οι ασθενείς με ΠΣ τείνουν να έχουν περιορισμένη φυσική δραστηριότητα, επηρεάζοντας άμεσα την λειτουργικότητά τους. Η άσκηση βάρδιας αποτελεί την βασικότερη αυτοεπιλεγμένη φυσική δραστηριότητα των ασθενών με ΠΣ. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης ενός προγράμματος βάρδιας με περιορισμένη ροή αίματος στα κάτω άκρα, στην λειτουργικότητα των ασθενών με ΠΣ. Στην έρευνα συμμετείχαν 13 ασθενείς με ΠΣ (6 άνδρες και 7 γυναίκες), οι οποίοι επιλέχθηκαν με δειγματοληψία ευκολίας και ολοκλήρωσαν την παρέμβαση (ηλικία 48.62 ± 10.55 χρονών, σωματικό βάρος 77.38 ± 22.29 χγρ, ύψος 1.69 ± 0.10 μ και δείκτης μάζας σώματος 27 ± 6.54). Η σοβαρότητα της ΠΣ σύμφωνα με την κλίμακα EDSS ήταν 3.38 ± 1.66 και η διάγνωση της είχε γίνει 9.69 ± 4.66 χρόνια πριν. Οι κύριες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για να εξεταστεί η επίδραση του προγράμματος πριν και μετά την εφαρμογή ήταν οι δοκιμασίες 10MWT, BBS, 6MWT, 3MBW, 25FWT, WHODAS 2.0 και η αποκατάσταση των καρδιακών παλμών στο 1^ο λεπτό μετά το 6MWT. Οι δευτερεύουσες μεταβλητές ήταν οι απαντήσεις στις κλίμακες MFIS, WHOQOL και η αρτηριακή πίεση ηρεμίας. Οι ασθενείς χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες, στην Άσκηση Βάρδιας+BFR (A.B.+BFR), στην Άσκηση Βάρδιας (A.B.) και στην Ομάδα Ελέγχου (O.E.). Οι ασθενείς της ομάδας A.B.+BFR και της ομάδας A.B. εκτέλεσαν πρόγραμμα άσκησης βάρδιας διάρκειας 6 εβδομάδων, με συχνότητα 3 συνεδρίες άνα εβδομάδα, διάρκεια 50-55 λεπτά και ένταση στο 80% της ταχύτητας της μέτρησης 6MWT. Οι ασθενείς της ομάδας A.B.+BFR καθ'όλη την διάρκεια της άσκησης, φορούσαν ελαστικές περιχειρίδες περιορισμού αίματος στα κάτω άκρα, οι οποίες ήταν ρυθμισμένες στο 60% της ολικής απόφραξης ροής των αγγείων της κνημιαίας αρτηρίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση της A.B και της A.B.+BFR στα λειτουργικά 10MWT, BBS, 6MWT, 3MBW και 25FWT, ενώ στην O.E. δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά. Σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε στην ομάδα A.B και στην ομάδα A.B.+BFR μετά την παρέμβαση, στις κύριες εξαρτημένες μεταβλητές 6MWT και BBS. Επίσης, παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στην δευτερεύουσα εξαρτημένη μεταβλητή MFIS στις ομάδες A.B και A.B.+BFR. Ο δείκτης WHODAS 2.0 παρουσίασε μείωση στις κατά μέσο όρο τιμές αποκλειστικά στην ομάδα A.B.+BFR, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά, ούτε και στις κατά μέσο όρο τιμές, στον δείκτη ποιότητας ζωής WHOQOL. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η άσκηση βάρδιας, με ή χωρίς περιορισμό ροής αίματος, επωφελεί τους ασθενείς με ΠΣ, βελτιώνοντας την ισορροπία, την λειτουργικότητα και την κόπωσή τους. Περισσότερες τυχαίοποιημένες έρευνες και διαφορετικά πρωτόκολλα άσκησης πρέπει να ενθαρρυνθούν, για να ερευνηθούν εκτενέστερα οι φυσιολογικές προσαρμογές της άσκησης με περιορισμό ροής αίματος σε ασθενείς με ΠΣ.

Λέξεις κλειδιά: πολλαπλή σκλήρυνση, περιορισμός ροής αίματος, άσκηση βάρδιας, λειτουργικότητα

ABSTRACT

Bregiannis Konstantinos

«The effect of walking training with blood flow restriction on functional capacity in patients with Multiple Sclerosis»

(Under the supervision of Associate Professor Skordili Emmanouil)

Multiple sclerosis (MS) is one of the most common neurological disorders today, which can lead to mild or even severe physical disability. Patients with MS tend to have limited physical activity, which is directly affecting their functional capacity. Walking exercise is the most common self-selected type of physical activity by patients with MS. The aim of this study was to study the effect of a walking training program with blood flow restriction of the lower limb on functional capacity of patients with MS. In total, 13 patients with MS (6 men and 7 women) were selected by convenience sampling and completed the intervention (age 48.62 ± 10.55 yrs, body weight 77.38 ± 22.29 kg, height 1.69 ± 0.10 m and body mass index 27 ± 6.54). The severity of MS disease according to the Expanded Disability Status Scale (EDSS) scale was 3.38 ± 1.66 and its diagnosis was made 9.69 ± 4.66 years ago. The primary outcome measures at baseline and after the intervention were 10MWT, BBS, 6MWT, 3MBW, 25FWT, WHODAS 2.0 and the heart rate recovery during the 1st minute after the 6MWT. The secondary outcome measures were resting blood pressure and the responses on the MFIS and WHOQOL questionnaires. The patients were randomly allocated into three groups, the Walking Exercise+BFR (WE+BFR), the Walking Exercise (WE) and the Control Group (CG). Both the WE+BFR and the WE groups performed a 6-week walking intervention, with a frequency of 3 sessions per week, duration 50-55 minutes and an intensity at 80% of their measured speed of 6MWT test. During walking, the patients of the WE+BFR group wore elastic cuffs around the most proximal regions of both thighs, which were inflated at the 60% of the total occlusion of the tibial artery flow. After the training intervention, there is showed an improvement in WE and WE+BFR groups in 10MWT, BBS, 6MWT, 3MBW and 25FWT, while in the CG no difference was observed. A significant difference was observed in the WE group and in the WE+BFR group, in the primary outcome variables 6MWT and BBS after the intervention. Additionally, a significant improvement was observed in the secondary outcome variable MFIS in the WE and WE+BFR groups. The WHODAS 2.0 index showed a decrease in the average values only in the WE+BFR group, while no significant difference was observed, nor in the average values, in the WHOQOL quality of life index. Based on our findings, walking training, with or without blood flow restriction, benefits patients with MS by improving their balance, functional capacity and fatigue index. More randomized controlled trials and different exercise protocols (e.g., hybrid protocols) are encouraged to further explore the physiological adaptations of blood flow restriction training in patients with MS.

Keywords: multiple sclerosis, blood flow restriction, walking training, functional capacity

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	i
Περίληψη	ii
Abstract	iii
Περιεχόμενα	iv
Κατάλογος Εικόνων και Σχημάτων	vi
Κατάλογος Διαγραμμάτων	vii
Κατάλογος Πινάκων	viii
Συντομογραφίες και Ακρώνυμα	ix
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Ορισμός του προβλήματος	5
1.2 Σκοπός	6
1.3 Ερευνητικές Υποθέσεις	6
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	6
2.1 Οδηγίες στην άσκηση σε ασθενείς με ΠΣ	7
2.2 Η επίδραση της άσκησης με αντιστάσεις σε ασθενείς με ΠΣ	7
2.3 Η επίδραση της άσκησης βάρδισης σε ασθενείς με ΠΣ	10
2.4 Περιορισμοί και εμπόδια στην συμμετοχή ασθενών με ΠΣ	13
2.5 Η μέθοδος Περιορισμένης Ροής Αίματος, προσαρμοστικές αποκρίσεις και πιθανοί μηχανισμοί στην άσκηση	14
2.6 Η εφαρμογή των ελαστικών περιχειρίδων και αντενδείξεις	16
2.7 Άσκηση με αντιστάσεις με χρήση περιορισμού ροής αίματος	19
2.8 Άσκηση βάρδισης με χρήση περιορισμού ροής αίματος	23
2.9 Άσκηση στην αποκατάσταση και σε ειδικούς πληθυσμούς με χρήση περιορισμού ροής αίματος	27
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	32
3.1 Δείγμα	32
3.2 Όργανα μέτρησης	33
3.3 Πειραματικό πρωτόκολλο	35
3.3.1 Δοκιμασίες	35
3.3.2 Πειραματική διαδικασία	36
3.3.3 Προσδιορισμός ποσοστού αγγειακής πίεσης απόφραξης	39
3.4 Πειραματικός σχεδιασμός	39

3.4.1	Ανεξάρτητες μεταβλητές	39
3.4.2	Εξαρτημένες μεταβλητές	40
3.5	Στατιστική ανάλυση	40
3.6	Στατιστικές Υποθέσεις	40
IV.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	42
4.1	Αξιοπιστία μετρήσεων Intraclass	42
4.2	Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης	43
4.2.1	Κύριες εξαρτημένες μεταβλητές	43
4.2.2	Δευτερεύουσες εξαρτημένες μεταβλητές	46
V.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	49
5.1	Αντιστοιχίες με προγράμματα βάρδιας σε ασθενείς με Πολλαπλή Σκλήρυνση	50
5.2	Αντιστοιχίες με προγράμματα βάρδιας με χρήση BFR σε ασθενείς με Πολλαπλή Σκλήρυνση	51
5.3	Αντιστοιχίες με προγράμματα βάρδιας με χρήση BFR σε ηλικιωμένους και παρεμφερείς χρόνιες ασθένειες.	52
5.4	Περιορισμοί	53
5.5	Προτάσεις για κλινική εφαρμογή και μελλοντικές έρευνες	54
5.6	Επίλογος	54
VI.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	56
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	68

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Εικόνα 2.1. Η επίδραση της μεθόδου BFR στις αγγειακές αποκρίσεις και τις φυσιολογικές προσαρμογές.	15
Εικόνα 3.1. Περιχειρίδες περιορισμού ροής αίματος The Occlusion Cuff Elite, The Occlusion Cuff [®] , UK	33
Εικόνα 3.2. Doppler αγγείων SD3 Series Ultrasonic Pocket Doppler με αγγειακό ανιχνευτή 8MHz. Edan [®] , China	34
Εικόνα 3.3 Αναλογικό πιεσόμετρο με στηθοσκόπιο A-PLUS, Alfacare [®] , Greece	34
Εικόνα 3.4 Αισθητήρας καρδιακής συχνότητας H10 Heart Rate sensor, Polar [®] , Finland	34
Εικόνα 3.5 Smartwatch Forerunner 235, Garmin [®] , US	35
Σχήμα 4.1 Αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου ως προς την επίδοση 6MWT.	43
Σχήμα 4.2 Αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου ως προς την επίδοση BBS.	45
Σχήμα 4.3 Αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου ως προς την επίδοση MFIS.	47

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 2.2 Οι πιθανοί μηχανισμοί κατά τη διάρκεια και αμέσως μετά την εφαρμογή άσκησης με BFR που συμβάλλουν σε βελτιώσεις στην αερόβια ικανότητα.	16
Διάγραμμα 2.3 Απλοποιημένο διάγραμμα ροής (flow chart) για την πρακτική εφαρμογή της μεθόδου BFR σε κλινικούς, υγιείς και αθλητικούς πληθυσμούς.	18
Διάγραμμα 2.4 Επίπεδο δυσφορίας κατά την άσκηση με BFR.	24
Διάγραμμα 3.1 Συμμετέχοντες	38

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 Ταξινόμηση διευρυμένης κλίμακας κατάστασης αναπηρίας (EDSS) του Kurtzke.	1
Πίνακας 2.1 Βαθμολογία παραγόντων κινδύνου για την χρήση BFR.	17
Πίνακας 3.1 Δημογραφικός Πίνακας	32
Πίνακας 3.2 Περιορισμός ροής αίματος συμμετοχόντων A.B.+BFR.	39
Πίνακας 4.1 Αξιοπιστία μετρήσεων με συντελεστές Intraclass Reliability Coefficients.	42
Πίνακας Παράρτημα Α Εξαρτημένες μεταβλητές πριν και μετά την παρέμβαση	68

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΑΚΡΩΝΥΜΑ

ΠΣ: Πολλαπλή Σκλήρυνση

HRR: Καρδιακή Συχνότητα Εφεδρείας

HRV: Μεταβλητότητα Καρδιακού Ρυθμού

VO2R: Εφεδρεία Πρόσληψης Οξυγόνου

ΜΑΕ: Μέγιστη Απόλυτη Επανάληψη

BFR: Blood Flow Restriction

POMS: Profile of Mood States

MSFC: Multiple Sclerosis Functional Composite

EDSS: Expanded Disability Status Scale

PAR-Q+: Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone

ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος

10MWT: 10-Meter Walk Test

BBS: Berg Balance Scale

6MWT: 6-Minute Walk Test

6MWT Hrdiff: Αποκατάσταση καρδιακών παλμών στο 1ο λεπτό αμέσως μετά το 6MWT

3MBW: 3-Meter Backward Walk

25FWT: 25-Foot Walk Test

WHODAS: World Health Organization Disability Assessment Schedule

WHOQOL: World Health Organization quality of life

WHOQOLD1: Πεδίο 1 WHOQOL: Φυσική Υγεία

WHOQOLD2: Πεδίο 2 WHOQOL: Ψυχολογία

WHOQOLD3: Πεδίο 3 WHOQOL: Κοινωνικές Σχέσεις

WHOQOLD4: Πεδίο 4 WHOQOL: Περιβάλλον

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πολλαπλή σκλήρυνση (ΠΣ) είναι μια απομυελινωτική ασθένεια του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) που μπορεί να οδηγήσει από ελάχιστη μέχρι και βαριά σωματική αναπηρία¹. Είναι μια μη αναστρέψιμη νευρολογική ασθένεια, που προκαλεί εκφυλιστική απομυελίνωση των νευρικών κυττάρων, επιβραδίνοντας ή αποκλείοντας πλήρως την αγωγή και τη μετάδοση των νευρικών ώσεων². Η απομυελίνωση των νευρών, οφείλεται στην περιαγγειακή διείδυση ενεργοποιημένων Τ-κυττάρων και άλλων φλεγμονώδων κυττάρων που διασχίζουν τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό, προκαλώντας φλεγμονώδη απομυελίνωση^{3,4}. Οι περιοχές με καταστραμμένη μυελίνη σχηματίζουν πλάκες που μοιάζουν με ουλή (σκλήρυνση) στον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό. Αν και η ακριβής αιτία της πολλαπλής σκλήρυνσης είναι ακόμα άγνωστη, οι περισσότεροι ερευνητές θεωρούν πως μπορεί να επηρεαστεί από ένα συνδυασμό περιβαλλοντικών, μολυσματικών και γενετικών παραγόντων⁵.

Η πολλαπλή σκλήρυνση (ΠΣ) είναι μια από τις πιο κοινές νευρολογικές διαταραχές σήμερα, επηρεάζοντας περισσότερα από δύο εκατομμύρια άτομα παγκοσμίως, σύμφωνα με την Εθνική Εταιρεία Πολλαπλής Σκλήρυνσης (NMSC)¹ σε αναλογία περίπου 1-3 ανά 1.000 ενήλικες στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη⁶. Η επίπτωση της ασθένειας εμφανίζεται συνήθως σε άτομα ηλικίας 20 μέχρι 50 ετών⁷, είναι υψηλότερη στις γυναίκες σε αναλογία 2:1 σχετικά με τους άνδρες και η συχνότητα εμφάνισης της είναι υψηλότερη στο Βόρειο Ημισφαίριο⁸. Το επίπεδο αναπηρίας που σχετίζεται με την ΠΣ βασίζεται στην αξιολόγηση από νευρολόγο και ταξινομείται σε επίπεδο 1-10 της διευρυμένης κλίμακας κατάστασης αναπηρίας (EDSS) του Kurtzke⁹ (Πίνακας 1.1).

Ταξινόμηση	Αναπηρία	Περιορισμοί Λειτουργικότητας
0	Φυσιολογικός Νευρολογικός Έλεγχος	Κανένας
1.0	Καμία	Κανένας
1.5	Καμία	Κανένας
2.0	Ελάχιστη	Επηρεάζει ένα ΛΣ
2.5	Ελάχιστη	Επηρεάζει δύο ΛΣ
3.0	Μέτρια	Επηρεάζει τρία ή τέσσερα ΛΣ
3.5	Μέτρια, Πλήρης Κινητικότητα	Επηρεάζει τρία ή τέσσερα ΛΣ
4.0	Ελαφρώς Σοβαρή Αναπηρία: Πλήρης κινητικότητα χωρίς παροχή βοήθειας, Αυτάρκεια μέχρι και 12 ώρες/μέρα	Επηρεάζει ένα ή περισσότερα ΛΣ
4.5	Μέτρια Σοβαρή Αναπηρία: Κοινή με του επιπέδου 4.0 με μερικούς περιορισμούς στις δραστηριότητες της καθημερινότητας ή ανάγκη για ελάχιστη βοήθεια	Επηρεάζει ένα ή περισσότερα ΛΣ
5.0	Σοβαρή: Ικανότητα βάδισης 200 μέτρων χωρίς ξεκούραση ή	Επηρεάζει ένα ή

	βοήθεια, Εξασθενημένες δραστηριότητες της καθημερινότητας	περισσότερα ΛΣ
5.5	Σοβαρή: Ικανότητα βάρδισης 100 μέτρων χωρίς ξεκούραση ή βοήθεια, Εξασθενημένες δραστηριότητες της καθημερινότητας	Επηρεάζει ένα ή περισσότερα ΛΣ
6.0	Σοβαρή: Ικανότητα βάρδισης 100 μέτρων με διακοπόμενη ή μονομερής βοήθεια	Επηρεάζει δύο ή περισσότερα ΛΣ
6.5	Πολύ Σοβαρή: Χρειάζεται συνεχής βοήθεια για να βαδίσει 20 μέτρα	Επηρεάζει δύο ή περισσότερα ΛΣ
7.0	Ακραία Σοβαρή: Ανικανότητα βάρδισης 5 μέτρων, Χρειάζεται βοήθεια 12 ώρες/μέρα ή παραπάνω, Μπορεί να μετακινηθεί από την καρέκλα	Επηρεάζει περισσότερα από ένα ΛΣ
7.5	Ακραία Σοβαρή: Μπορεί να κάνει μόνο ελάχιστα βήματα, Δεν μπορεί να μετακινηθεί αυτόνομα με αμαξίδιο, Βρίσκεται ολόκληρη την μέρα σε αμαξίδιο	Επηρεάζει περισσότερα από ένα ΛΣ
8.0	Καμία Κίνηση, Περιορισμός στο κρεβάτι ή στην καρέκλα, Ικανότητα αυτοεξυπηρέτησης, Μπορεί να χρησιμοποιήσει τα άνω άκρα	Επηρεάζει πολλά ΛΣ
8.5	Κλινικής Κατάστασης, Ελάχιστη χρήση άνω άκρων, Μερική αυτοεξυπηρέτηση	Επηρεάζει πολλά ΛΣ
9.0	Κλινικής Κατάστασης, Ανικανότητα αυτοεξυπηρέτησης, Ικανότητα ομιλίας και διατροφής	Επηρεάζει όλα τα ΛΣ
9.5	Κλινικής Κατάστασης, Ανικανότητα επικοινωνίας, διατροφής και κατάποσης	Επηρεάζει όλα τα ΛΣ
10.0	Θάνατος που οφείλεται στην ΠΣ	

ΛΣ=Λειτουργικό Σύστημα

Πίνακας 1.1 Ταξινόμηση διευρυμένης κλίμακας κατάστασης αναπηρίας (EDSS) του Kurtzke⁹.

Τα πιο χαρακτηριστικά συμπτώματα της ΠΣ που έχουν καταγραφεί στην βιβλιογραφία είναι: μειωμένη γνωστική ικανότητα, συναισθηματική διαταραχή, αίσθηση κόπωσης, μυϊκή αδυναμία, αυξημένος κίνδυνος πτώσης, περιορισμοί στην ισορροπία, έλλειψη αντοχής, οπτικοί περιορισμοί, διαταραχή ύπνου, έντονες αλλαγές διάθεσης, αισθητηριακές δυσλειτουργίες, δυσκολία ελέγχου κύστης, δυσλειτουργία του εντέρου, σεξουαλική δυσλειτουργία, διαταραχές ιδιοδεκτικότητας-συγχρονισμού κινήσεων, σπαστικότητα, αταξία, αδυναμία κατάποσης και κατάθλιψη^{5,10-13}. Η κατάθλιψη είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας προσδιορισμού της ποιότητας ζωής των ασθενών με ΠΣ ανεξάρτητα από τον βαθμό της αναπηρίας¹⁴. Ως αποτέλεσμα, τα συμπτώματα της ΠΣ μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την καθημερινότητα του ασθενούς και να εκδηλωθούν με περιορισμούς. Οι περιορισμοί αυτοί εκδηλώνονται στις κοινωνικές σχέσεις, την εργασία και τις δραστηριότητες αναψυχής, οδηγώντας σε μειωμένη ποιότητα ζωής², απειλώντας την προσωπική αυτονομία, την ανεξαρτησία και τα μελλοντικά σχέδια της ζωής⁹.

Οι ασθενείς με ΠΣ παρουσιάζουν κατά βάση χαμηλότερη ανοχή στην άσκηση και υψηλότερη γνωστική κόπωση σε σύγκριση με άτομα χωρίς αναπηρία¹⁵. Η κόπωση σύμφωνα με την Εθνική Εταιρεία Πολλαπλής Σκλήρυνσης (NMSS), είναι το πιο παρεμβατικό σύμπτωμα σε ασθενείς με ΠΣ στις δραστηριότητες της καθημερινής τους ζωής. Χαρακτηρίζεται ως το πιο

σύνηθες σύμπτωμα της ΠΣ, προκαλεί στρες στον ασθενή επηρεάζοντας την ψυχική του υγεία¹⁶. Οι χαμηλότεροι δείκτες φυσικής κατάστασης, η αποπροπόνηση (detrain) και το υψηλότερο ενεργειακό κόστος βάρδισης αιτιολογούν την δυσκολία και την αίσθηση δυσφορίας-κόπωσης κατά την άσκηση^{17,18}. Συνεπώς, λόγω της μειωμένης φυσικής δραστηριότητας, έχουν χαμηλότερη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, η οποία μειώνεται όσο αυξάνεται το επίπεδο της αναπηρίας¹⁹. Επίσης, παρουσιάζουν αυξημένη αρτηριακή πίεση, μειωμένη μυϊκή ισχύ, μικρότερη άλιπη σωματική μάζα, μειωμένη οξειδωτική ικανότητα και μικρότερη επιστράτευση κινητικών μονάδων²⁰⁻²².

Ωστόσο, η αεροβική άσκηση όπως και η άσκηση με αντιστάσεις φαίνεται να έχουν πολλαπλά οφέλη. Πιο συγκεκριμένα, η αερόβια άσκηση μπορεί να βελτιώσει: την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου σε ασθενείς με ήπια έως μέτρια ΠΣ²³, την ανοχή στην κόπωση²⁴, την κινηματική της βάρδισης (μήκος διασκελισμού- ρυθμός βάρδισης)²⁵, την οξειδωτική ικανότητα των μυών²⁶, την αερόβια αντοχή²⁶, την ποιότητα ζωής²⁷, την λειτουργική ικανότητα και την διαχείριση της διάθεσης²⁸. Επίσης μπορεί να μειώσει την κατανάλωση οξυγόνου σε υπομέγιστη ένταση (πχ βάρδιση)²⁹, όπως και τον κίνδυνο για καρδιαγγειακά νοσήματα³⁰. Αντίστοιχα η άσκηση με αντιστάσεις έχει επίσης αρκετά οφέλη σε ασθενείς με ΠΣ όπως η αύξηση της ισομετρικής δύναμης και ισχύος^{31,32}, βελτίωση λειτουργικής ικανότητας³³, βελτίωση μυϊκής αντοχής³⁴, μείωση συμπτωματικής κόπωσης²⁴, βελτίωση ισορροπίας³⁵, βελτίωση στάσης σώματος³⁵, μείωση σπαστικότητας κάτω άκρων³⁵, αύξηση μάζας μυϊκού ιστού³⁶, αύξηση δύναμης μυών του ισχίου³⁷, μείωση κινδύνου πτώσης³⁸ και αύξηση αυτοπεποίθησης στην ισορροπία³⁸.

Η αερόβια άσκηση όπως και η άσκηση με αντιστάσεις ασκούν πολύπλευρα βελτιώσεις σε ασθενείς με ΠΣ, ενώ δεν σχετίζονται σημαντικά με κίνδυνο υποτροπής της²⁴. Σύμφωνα με τις οδηγίες άσκησης της Αμερικάνικης Αθλητιατρικής Εταιρείας (ACSM), η προτεινόμενη συχνότητα αερόβιας άσκησης σε ασθενείς με ΠΣ είναι 2-5 ημέρες άνα εβδομάδα, με ένταση 40%-70% της καρδιακής συχνότητας εφεδρείας (HRR) ή της εφεδρείας πρόσληψης οξυγόνου VO₂R και κλίμακα υποκειμενικής κόπωσης 12-15³⁹. Αντίστοιχα για την άσκηση με αντιστάσεις προτείνεται συχνότητα 2 ημέρες άνα εβδομάδα με ένταση 60%-80% της 1-ΜΑΕ³⁹.

Παρόλα τα πολλαπλά οφέλη της άσκησης, οι ασθενείς με ΠΣ ακολουθούν γενικότερα μια ανενεργή και καθιστική καθημερινότητα⁴⁰. Η στάση αυτή, αντικατοπτρίζει τόσο τα κοινωνικά-οικονομικά όσο και τα φυσικά εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς στην πρόσβαση υγειονομικής περίθαλψης και άσκησης, επιδεινώνοντας περαιτέρω την λειτουργικότητα και την ποιότητα ζωής τους⁴¹.

Η πλειοψηφία των ασθενών με ΠΣ αναφέρει την βάρδιση ως την πιο συχνή μορφή αυτοεπιλεγμένης φυσικής δραστηριότητας^{42,43}. Κατ'αντιστοιχία, ασθενείς με διαφορετικές χρόνιες παθήσεις, περιορισμούς λειτουργικότητας και άτομα τρίτης ηλικίας, επιλέγουν την βάρδιση ως πρωταρχική μορφή φυσικής δραστηριότητας επειδή απαιτεί ελάχιστο εξοπλισμό, εκπαίδευση και οδηγίες από τον θεραπευτή⁴¹. Επίσης, η βάρδιση αποτελεί μια απλή μορφή φυσικής δραστηριότητας και μπορεί να πραγματοποιηθεί σχεδόν παντού από ασθενείς με ΠΣ καθώς δεν χρειάζεται κανένα εξειδικευμένο εξοπλισμό, δεν απαιτεί πρόσβαση σε κέντρο φυσικής δραστηριότητας (γυμναστήριο, κέντρο αποκατάστασης κ.α.) και μπορεί εύκολα να αξιολογείται εξ αποστάσεως^{40,42}. Παράλληλα, η βάρδιση σε ασθενείς με ΠΣ συνδέεται με πολλαπλά οφέλη όπως: βελτίωση αντοχής, διαχείριση διάθεσης, βελτίωση ποιότητας ζωής, μείωση κόπωσης, μείωση κατανάλωσης οξυγόνου ηρεμίας, ενδυνάμωση μυών κάτω άκρων, μείωση πιθανότητας πτώσης, βελτίωση ταχύτητας βάρδισης, μείωση κατανάλωσης οξυγόνου κατά την βάρδιση, βελτίωση καρδιαγγειακού συστήματος^{25,28,29,44-46} κοκ.

Η βάρδιση αποτελεί συνήθως άσκηση χαμηλής-μέτριας έντασης^{47,48}. Ο συνδυασμός βάρδισης με την μειωμένη φυσική ικανότητα και τους κινητικούς περιορισμούς των ασθενών με ΠΣ (έλλειψη ισορροπίας, διαταραχές ιδιοδεκτικότητας- νευρομυϊκού συντονισμού και η σπαστικότητα⁵), αδυνατεί να βελτιστοποιήσει την επίδραση στην φυσική κατάσταση και την λειτουργικότητα των ασθενών, λόγω κυρίως της αδυναμίας αύξησης του όγκου και της έντασης^{34,49}. Η υψηλότερης έντασης βάρδιση ή μέτριας έντασης τρέξιμο, συνίσταται αποκλειστικά σε ασθενείς με υψηλότερη λειτουργικότητα και χαμηλότερη σοβαρότητα αναπηρίας⁵⁰. Οι περιορισμοί στην λειτουργικότητα άλλωστε, εμποδίζουν την ικανότητα αύξησης του ρυθμού βάρδισης σε επαρκή βήματα άνα λεπτό (100 βήματα/λεπτό) ώστε να επιτύχουν μέτρια-υψηλή ένταση⁵¹⁻⁵⁴, ενώ παράλληλα αυξάνουν την πιθανότητα πτώσης. Οι ίδιοι περιορισμοί στην ένταση, εμφανίζονται στα άτομα τρίτης ηλικίας και σε πληθυσμούς που παρουσιάζουν μειωμένη λειτουργικότητα^{55,56}.

Διαφορετικά πρωτόκολλα έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν για την αύξηση της έντασης και της ταχύτητας κατά τη διάρκεια της βάρδισης. Αυτά τα πρωτόκολλα αναφέρονται σε άσκηση με αντιστάσεις⁵⁷, άσκηση βάρδισης^{25,26,29}, συνδυαστική άσκηση βάρδισης-αντιστάσεων^{58,59} και φαρμακοθεραπεία (πχ φαμπριδίνη)⁶⁰. Στόχο έχουν την αύξηση της λειτουργικότητας των ασθενών και την βελτίωση της φυσικής τους κατάστασης γενικότερα.

Ειδικότερα, τα τελευταία έτη, ένα αυξανόμενο σύνολο ερευνών υποστηρίζει την μέθοδο περιορισμού ροής αίματος-Blood Flow Restriction (BFR) σε χαμηλής έντασης άσκηση, για την επίτευξη θετικών αποκρίσεων στην υπερτροφία, στην δύναμη και σε παρόμοιες φυσιολογικές καρδιαγγειακές προσαρμογές της μέτριας έντασης άσκησης⁶¹⁻⁶⁶. Η

μέθοδος BFR εφαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα πληθυσμού όπως: κατά την αποκατάσταση σε αθλητές, σε άτομα τρίτης ηλικίας, υπέρτασικούς, σε ασθενείς με χρόνιες παθήσεις και σε γενικό πληθυσμό όλων των ηλικιών^{65,67-74}. Έτσι, η μέθοδος BFR, καθιστά εφικτή την αύξηση έντασης της άσκησης και το συνολικό όγκο, σε μια χαμηλή έντασης άσκηση όπως η βάδιση, προσφέροντας ευεργετικά αποτελέσματα στους κλινικούς πληθυσμούς όπου η έλλειψη λειτουργικότητας είναι χαρακτηριστική⁷⁵.

1.1 Ορισμός του προβλήματος

Οι ασθενείς με ΠΣ ακολουθούν μια ανενεργή και καθιστική καθημερινότητα³⁸. Ωστόσο, η πλειοψηφία τους επιλέγει την βάδιση ως την πρωταρχική μορφή άσκησης^{40,41}, μια απλή και προσβάσιμη σε όλους φυσική δραστηριότητα, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί παντού. Όμως, η βάδιση δεν είναι αρκετή για να βελτιώσει όλους τους δείκτες φυσικής κατάστασης, αφού η ένταση είναι δύσκολο να αυξηθεί, λόγω της μειωμένης φυσικής ικανότητας και των κινητικών περιορισμών των ασθενών. Η μέθοδος BFR έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως και σε ειδικούς πληθυσμούς προσφέροντας πολλαπλά σημαντικά οφέλη^{65,67-74}.

Η χρήση της μεθόδου BFR μειώνει το καρδιαγγειακό στρες μετά την αεροβική άσκηση σε ηλικιωμένους ενήλικες⁷⁶, συμβάλλει στον περιορισμό των επιπτώσεων της μυϊκής ατροφίας που σχετίζονται με την ηλικία⁷⁷ και είναι μια ασφαλής εναλλακτική λύση σε ηλικιωμένους ενήλικες με οστεοαρθρίτιδα γόνατος⁷⁰. Επίσης, οι βελτιώσεις στην λειτουργικότητα με την μέθοδο BFR δείχνουν πώς η χρήση της σε άσκηση βάδισης μπορεί να αυξήσει την ποιότητα της βάδισης για πληθυσμούς στους οποίους μπορεί να αντενδείκνυται η άσκηση υψηλής φόρτισης⁷⁵. Ακόμη, η χρήση της BFR σε άσκηση με αντιστάσεις προκαλεί μεγαλύτερες αιμοδυναμικές αλλαγές σε υγιή νεαρά και ηλικιωμένα άτομα⁷⁸, οδηγεί σε αύξηση της μυϊκής δύναμης και της επιφάνειας εγκάρσιας διατομής των μυών⁶⁹. Τέλος, παρουσιάζει χαμηλότερο δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης (RPE), χαμηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού και υψηλότερη αιμοδυναμική ζήτηση κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων σε ηλικιωμένες υπέρτασικές γυναίκες⁶⁷ και θα μπορούσε να προσφέρει πιθανά οφέλη για τον υπέρτασικό ηλικιωμένο πληθυσμό⁶⁸.

Επομένως, η χρήση της περιορισμένης ροής αίματος σε ένα πρόγραμμα βάδισης σε ασθενείς με ΠΣ, θα μπορούσε να αυξήσει την ένταση και τον συνολικό όγκο άσκησης. Συνεπώς, η επίτευξη θετικότερων αποκρίσεων με την χρήση BFR σε μια καθημερινή δραστηριότητα όπως η βάδιση, θα μπορούσε να είναι ιδιαίτερα οφέλιμη στην λειτουργικότητα των ασθενών με ΠΣ.

1.2 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει την επίδραση ενός προγράμματος βάρδιας με BFR στη λειτουργικότητα των ασθενών με ΠΣ.

1.3 Ερευνητικές Υποθέσεις

- Οι ασθενείς που θα ακολουθήσουν το πρόγραμμα βάρδιας με BFR θα βελτιώσουν τη λειτουργικότητα περισσότερο, σε συγκριτικά με τους ασθενείς που θα ακολουθήσουν απλά το πρόγραμμα βάρδιας.
- Οι ασθενείς της ομάδας ελέγχου δεν θα έχουν βελτίωση στη λειτουργικότητα τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την επίδραση της φυσικής δραστηριότητας σε ασθενείς με πολλαπλή σκλήρυνση (ΠΣ). Πιο συγκεκριμένα, στο υποκεφάλαιο 2.1 παρουσιάζονται οι οδηγίες στην άσκηση σε ασθενείς με ΠΣ, στο υποκεφάλαιο 2.2 αξιολογείται η επίδραση της άσκησης με αντιστάσεις, στο υποκεφάλαιο 2.3 διερευνάται η επίδραση της άσκησης βάρδιας και τέλος στο υποκεφάλαιο 2.4 παρουσιάζονται περιορισμοί και τα εμπόδια στην συμμετοχή των ασθενών με ΠΣ.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την άσκηση με περιορισμό ροής αίματος (BFR). Αρχικά, στο υποκεφάλαιο 2.5 παρουσιάζεται η μέθοδος BFR, οι προσαρμοστικές της αποκρίσεις και οι πιθανοί μηχανισμοί της στην άσκηση. Στη συνέχεια, στο υποκεφάλαιο 2.6 αναφέρεται ο τρόπος χρήσης και η εφαρμογή των ελαστικών περιχειρίδων περιορισμού ροής αίματος καθώς και οι αντενδείξεις εφαρμογής. Τέλος, παρουσιάζεται με χρήση BFR: στο υποκεφάλαιο 2.7 η άσκηση με αντιστάσεις, στο υποκεφάλαιο 2.8 η άσκηση βάρδιας, καθώς και στο υποκεφάλαιο 2.9 η άσκηση στην αποκατάσταση και σε ειδικούς πληθυσμούς.

Στο τέλος της κάθε ενότητας ανακεφαλαιώνονται τα αποτελέσματα των ερευνών και παρουσιάζεται η κριτική θεώρηση της παρατιθέμενης βιβλιογραφίας.

2.1 Οδηγίες στην άσκηση σε ασθενείς με ΠΣ

Σύμφωνα την ACSM³⁹ οι ειδικές οδηγίες για άσκηση σε ασθενείς με ΠΣ είναι:

- Η ενσωμάτωση, όποτε είναι δυνατόν, λειτουργικών δοκιμασιών (6MWT, 10MWT κλπ).
- Σε ασθενής με σημαντική πάρεση, να εξετάζεται ξεχωριστά η κλίμακα υποκειμενικής κόπωσης στα άκρα ώστε να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις της τοπικής μυϊκής κόπωσης στην διάρκεια άσκησης.
- Κάτα την διάρκεια υποτροπής ή οξείας επιδείνωσης των συμπτωμάτων να μειώνεται η συχνότητα, η ένταση και ο χρόνος της άσκησης. Εάν η επιδείνωση είναι σοβαρή να γίνεται εστίαση στην διατήρηση της λειτουργικής ικανότητας με έμφαση στην αερόβια άσκηση και την ευκαμψία. Σε περιόδους υποτροπής οι περισσότερες ασκήσεις είναι αδύνατο να εκτελεστούν.
- Οι διατατικές ασκήσεις είναι πιο αποτελεσματικές μετά από ήπια προθέρμανση.
- Οι αργές παθητικές ασκήσεις ολοκληρωμένου εύρους κίνησης, θα πρέπει να εκτελούνται σε καθιστή ή σε ύπτια-πρηνή κατάκλιση. Με αυτό τον τρόπο θα εξαλειφθούν οι περιορισμοί που προκαλούνται από την έλλειψη ισορροπίας.
- Στους μύες με έντονη σπαστικότητα, η συχνότητα και η διάρκεια των διατατικών ασκήσεων πρέπει να είναι αυξημένη.

2.2 Η επίδραση της άσκησης με αντιστάσεις σε ασθενείς με ΠΣ

Η εφαρμογή προγραμμάτων άσκησης με αντιστάσεις σε ασθενείς με ΠΣ αποτελεί αντικείμενο έρευνας συστηματικά. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από αντίστοιχες έρευνες και την επίδραση που έχουν οι παρεμβάσεις στα χαρακτηριστικά ασθενών με ΠΣ.

Οι Jessie και συνεργάτες (2012), αξιολόγησαν την επίδραση ενός προγράμματος άσκησης με αντιστάσεις στον έλεγχο της στάσης σώματος σε ασθενείς με ΠΣ³⁵. Το πρόγραμμα άσκησης ήταν πλήρης επίβλεψης και συνολικά συμμετείχαν 15 ασθενείς με ΠΣ και 15 υγιείς. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 12 εβδομάδες με συχνότητα συνεδριών 2 φορές την εβδομάδα. Το πρόγραμμα άσκησης αποτελούταν από 3 φάσεις (Circuit-based phases), των 2-3 σετ σε κάθε φάση με αναλογία άσκησης και διαλείμματος 1:1 με διάρκεια 30 δευτερόλεπτα. Η πρώτη φάση διέθετε στατικά μηχανήματα, η δεύτερη στατικά μηχανήματα και ασκήσεις ισορροπίας και η

τρίτη ασκήσεις με το βάρος του σώματος. Ο έλεγχος της στάσης του σώματος αξιολογήθηκε από την μεταβλητότητα της ταλάντωσης Root Mean Square (RMS) και της Lyapunov Exponent (LyE). Υπήρχε σημαντική μείωση στις τιμές της RMS και αύξηση στις τιμές της LyE, συμφωνώντας με την αρχική υπόθεση της έρευνας πως ο κινητικός έλεγχος σε ασθενείς με ΠΣ θα βελτιωθεί μετά από την παρέμβαση. Παράλληλα παρουσιάστηκε βελτίωση των μηχανισμών του ορθοστατικού ελέγχου, της προσαρμοστικής ικανότητας και της αντοχής. Τέλος παρουσιάστηκε μείωση στην σπαστικότητα των κάτω άκρων.

Οι Sosnoff και συνεργάτες (2014), εξέτασαν την επίδραση ενός κατ'οίκον προγράμματος άσκησης στην μείωση του κινδύνου πτώσης σε ηλικιωμένους με ΠΣ³⁸. Στο πρόγραμμα άσκησης συμμετείχαν 13 ασθενείς με ΠΣ στην ομάδα άσκησης και 14 στην ομάδα ελέγχου. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 12 εβδομάδες με συχνότητα συνεδριών 3 φορές την εβδομάδα. Η ένταση της άσκησης βασίστηκε στην ικανότητα και τα επίπεδα ανοχής των ασθενών με ΠΣ και ο όγκος της άσκησης ήταν 45-60'. Το πρόγραμμα άσκησης αποτελούταν από 2 ασκήσεις ισορροπίας, 2 ασκήσεις ενδυνάμωσης των κάτω άκρων και 2 ασκήσεις ενδυνάμωσης του κορμού. Ο κίνδυνος πτώσης στην ομάδα άσκησης μειώθηκε σημαντικά, ενώ υπήρξε αύξηση του κινδύνου πτώσης στην ομάδα ελέγχου. Παράλληλα αυξήθηκε η αυτοπεποίθηση στην ισορροπία και βελτιώθηκαν τα αποτελέσματα στα κινητικά τεστ.

Ο Kjølhede και συνεργάτες (2015), αξιολόγησαν αν οι νευρομυϊκές προσαρμογές στη μακροχρόνια άσκηση με αντιστάσεις με προοδευτική επιβάρυνση, μεταφράζονται σε βελτιώσεις στην λειτουργική ικανότητα σε ασθενείς με ΠΣ και διατηρούνται μετά την παρέμβαση (follow-up)³³. Συνολικά συμμετείχαν 35 ασθενείς με ΠΣ που τυχαιοποιήθηκαν στην ομάδα ελέγχου και άσκησης. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 24 εβδομάδες με συχνότητα συνεδριών 2 φορές την εβδομάδα. Το πρόγραμμα άσκησης περιλάμβανε 4 ασκήσεις για τα άνω άκρα και 2 ασκήσεις για το κάτω άκρα. Η επιβάρυνση ήταν προοδευτικά αυξανόμενη σύμφωνα με τις οδηγίες της ACSM. Οι ασθενείς αξιολογήθηκαν πριν την παρέμβαση, μετά την παρέμβαση και μετά από 24 εβδομάδες. Η λειτουργική ικανότητα των ασθενών με ΠΣ βελτιώθηκε όπως και η νευρομυϊκή λειτουργία των καμπτήρων-εκτεινόντων μυών του γονάτου.

Οι Hayes και συνεργάτες (2011), εξέτασαν τις επιδράσεις της υψηλής έντασης άσκησης με αντιστάσεις στη δύναμη, την κινητικότητα, την ισορροπία και την κόπωση σε ασθενείς με ΠΣ⁷⁹. Συνολικά συμμετείχαν 19 ασθενείς με ΠΣ που τυχαιοποιήθηκαν σε 2 διαφορετικά προγράμματα άσκησης. Η μόνη διαφορά μεταξύ των προγραμμάτων ήταν πως στο βασικό πρόγραμμα οι ασθενείς δεν πραγματοποίησαν επικεντρωμένες ασκήσεις με αντιστάσεις στα κάτω άκρα, ενώ στο προχωρημένο πρόγραμμα οι ασθενείς πραγματοποίησαν

επιπρόσθετες ασκήσεις υψηλής έντασης στα κάτω άκρα. Οι ασκήσεις περιλάμβαναν ασκήσεις ισορροπίας, ενώ αποκλειστικά για το δεύτερο γκρουπ και έκκεντρες συστολές. Παρατηρήθηκε βελτίωση στην ταχύτητα και την αντοχή της βάδισης, στην δύναμη και στις λειτουργικές ικανότητες. Παράλληλα παρατηρήθηκε μείωση στην αντίληψη της κόπωσης. Τέλος, δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 γκρουπ στην δύναμη των κάτω άκρων, το οποίο ενδέχεται να οφείλεται στον περιορισμένο αριθμό δείγματος και άρα στην μειωμένη στατιστική ισχύ.

Οι Keller και συνεργάτες (2016), εξέτασαν την επίδραση της προσαρμοσμένης προπόνησης με αντιστάσεις στη δύναμη σε ασθενείς με ΠΣ³⁷. Στο πρόγραμμα συμμετείχαν συνολικά 26 ασθενείς. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 8 εβδομάδες και η ένταση του βασιζόταν στην υποκειμενική κλίμακα κόπωσης. Το πρόγραμμα ενδυνάμωσης αποτελούνταν από ασκήσεις ενδυνάμωσης του ισχίου καθώς η έλλειψη δύναμης είναι κοινό χαρακτηριστικό σε ασθενείς με ΠΣ. Το προπονητικό πρόγραμμα αποτελούταν από 6 ασκήσεις χρησιμοποιώντας αποκλειστικά ελαστικούς μάντες. Παρατηρήθηκε βελτίωση στην δύναμη του ισχίου ενώ παράλληλα επιβεβαιώθηκε πως μια προπόνηση ενδυνάμωσης μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα σε άτομα με ΠΣ με την χρήση μικρού εξοπλισμού. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι η πρόσβαση σε ένα αντίστοιχο προπονητικό πρόγραμμα, θα μπορούσε να επωφελήσει και άλλες νευροεμφυλισιακές διαταραχές που προκαλούν εξίσου αδυναμία στα κάτω άκρα ως βασικό σύμπτωμα.

Οι Tarakci και συνεργάτες (2013), αξιολόγησαν την επίδραση ενός προγράμματος ομαδικής άσκησης στην λειτουργικότητα, την σπαστικότητα, την κόπωση και την ποιότητα της ζωής σε ασθενείς με ΠΣ⁸⁰. Συνολικά στην έρευνα συμμετείχαν 99 ασθενείς με ΠΣ από τους οποίους οι 51 συμμετείχαν στην ομάδα άσκησης. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 12 εβδομάδες με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Η ένταση της άσκησης ήταν 13 στην κλίμακα 20 της υποκειμενικής κόπωσης και οι ασκήσεις επικεντρώνονταν στην ευλιγισία, το εύρος κίνησης, την ενδυνάμωση για κάτω άκρα, την σταθεροποίηση του κορμού, την ισορροπία και τον συντονισμό. Έπειτα από το πρόγραμμα άσκησης παρατηρήθηκε βελτίωση της απόδοσης σε λειτουργικές δοκιμασίες όπως στο Berg Balance Scale, στο 10-meter walk test και μείωση της κλίμακας κόπωσης Fatigue Severity Scale. Τα κλινικά αποτελέσματα της μελέτης των Tarakci και συνεργατών, δείχνουν πως η άσκηση αποτελεί μια εφικτή επιλογή για την διαχείριση της ΠΣ προσφέροντας σημαντικές βελτιώσεις, ενώ παράλληλα η αποχή από την άσκηση δυσχεραίνει την επίπτωση της ασθένειας ακόμα και σε διάστημα 12 εβδομάδων.

Οι Mañago και συνεργάτες (2018), εξέτασαν την επίδραση ενός προγράμματος ενδυνάμωσης για τη βελτίωση της βάδισης σε άτομα με ΠΣ⁶⁰. Στην έρευνα συμμετείχαν 10

ασθενείς με ΠΣ και η διάρκεια του παρεμβατικού προγράμματος ήταν 8 εβδομάδες. Το πρόγραμμα αποτελούταν από ισομετρικές και ισοτονικές ασκήσεις. Η ένταση της άσκησης ήταν αρχικά στις 12-15 ΜΑΕ (Μέγιστος Απόλυτη Επανάληψη) και έπειτα 8-10 ΜΑΕ. Παρατηρήθηκε βελτίωση στην δύναμη των κάτω άκρων, στην μυϊκή αντοχή και στην ταχύτητα βάρδισης. Παράλληλα βελτιώθηκαν οι δείκτες ικανοποίησης και τα κίνητα για συμμετοχικότητα σε βάρδιση.

Από την κριτική μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η άσκηση με αντιστάσεις σε ασθενείς με ΠΣ βελτιώνει την μυϊκή δύναμη και την αντοχή, ενώ παράλληλα μειώνει την σπαστικότητα και βελτιώνει την νευρομυϊκή λειτουργικότητα των κάτω άκρων. Επίσης βελτιώνει την ισορροπία, την λειτουργικότητα και μειώνει την υποκειμενική αίσθηση κόπωσης. Η συχνότητα της άσκησης που οφελεί τους ασθενείς με ΠΣ από τις παραπάνω έρευνες είναι 2-3 μέρες την εβδομάδα, με συνολικό χρόνο άσκησης 45'-60' και η ένταση της άσκησης 10-13 της κλίμακας Borg ή στο επίπεδο ανοχής και ικανότητας των ασθενών. Συμπερασματικά, η άσκηση με αντιστάσεις αποτελεί μια ασφαλής επιλογή σε ένα προσαρμοσμένο πρόγραμμα άσκησης σε ασθενείς με ΠΣ χωρίς ανεπιθύμητες επιπτώσεις.

2.3 Η επίδραση της άσκησης βάρδισης σε ασθενείς με ΠΣ

Η άσκηση βάρδισης αποτελεί την βασικότερη αυτοεπιλεγμένη δραστηριότητα στην πλειοψηφία των ασθενών με ΠΣ³³ και αποτελεί αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνών. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται ενδεικτικά τα αποτελέσματα από έρευνες με άσκηση βάρδισης και η επίδραση τους στους ασθενείς με ΠΣ.

Οι Peguzzi και συνεργάτες (2017), αξιολόγησαν την επίδραση ενός προγράμματος βάρδισης σε διάδρομο με χρήση εικονικής πραγματικότητας, σε ασθενείς με ΠΣ²⁵. Συνολικά στην πρωτότυπη αυτή έρευνα συμμετείχαν 25 ασθενείς με ΠΣ και η διάρκεια του προγράμματος ήταν 6 εβδομάδες με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Οι 14 ακολούθησαν το πρόγραμμα βάρδισης με χρήση εικονικής πραγματικότητας και οι 11 ακολούθησαν αποκλειστικά πρόγραμμα βάρδισης. Η ένταση του προγράμματος ήταν στο 80% της ταχύτητας βασισμένη στην απόδοση στο 10-mwt, μικρότερη από 12 στην κλίμακα Borg, με διάρκεια 45 λεπτά και αυξανόταν 10% άνα εβδομάδα. Το προπονητικό πρωτόκολλο αποτελούνταν από τρεις περιόδους βάρδισης όπου η καθεμία είχε διάρκεια 10 λεπτά με διάλειμμα 5 λεπτά μεταξύ τους. Παρατηρήθηκε βελτίωση και στις δύο ομάδες στην ταχύτητα βάρδισης, στον ρυθμό βάρδισης, στο μήκος διασκελισμού, στην κινηματική των κάτω άκρων και στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής και του ισχίου. Στην ομάδα που ακολούθησε το πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στην ισχύ των καμπτήρων του ισχίου

και στα λειτουργικά τεστ (10mwt, TUG, FSST, BBS), σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Τέλος, παρ'όλους τους περιορισμούς της έρευνας, όπως ο μικρός αριθμός δείγματος, οι βελτιώσεις ήταν σημαντικές, κρίνοντας την χρήση καινοτόμων μέσων όπως της εικονικής πραγματικότητας, καθώς και για την εκπαίδευση συνολικά των κινητικών-γνωστικών λειτουργιών των ασθενών με ΠΣ.

Οι Newman και συνεργάτες (2007), εξέτασαν τις επιδράσεις ενός προγράμματος βάρδιας στην κόπωση σε ασθενείς με ΠΣ²⁹. Στην έρευνα συμμετείχαν 16 ασθενείς και το πρόγραμμα απαρτιζόταν από 12 συνεδρίες. Η ένταση της βάρδιας ήταν στην ταχύτητα που νιώθουν άνετα και στο 55-85% της προβλεπόμενης HR_{max} . Η συνολική διάρκεια της κάθε συνεδρίας ήταν 30 λεπτά, με δυνατότητα μέχρι τριών διαλειμμάτων. Αν το διάλειμμα ήταν περιττό για τον ασθενή τότε ο ίδιος έπρεπε να αυξήσει την ταχύτητα στο πλαίσιο του προπονητικού πρωτοκόλλου. Μετά την παρέμβαση παρατηρήθηκε αύξηση της αυτοεπιλεγμένης ταχύτητας και βελτίωση της κινηματικής της βάρδιας. Παράλληλα μειώθηκε η κατανάλωση του οξυγόνου κατά την ανάπαυση και την βάρδια, ενώ μειώθηκε και ο εκπνεόμενος όγκος αέρα κατά την ανάπαυση. Συμπερασματικά, ακόμα και μια μικρή εξοικονόμηση ενέργειας σε ασθενείς με περιορισμένη κινητικότητα θα μπορούσε να είναι λειτουργικά σημαντική, συμβάλλοντας στην μείωση της κόπωσης και της προσπάθειας, βελτιώνοντας παράλληλα την ποιότητα ζωής και την καρδιαγγειακή λειτουργία.

Οι Gervasoni και συνεργάτες (2014), αξιολόγησαν την επίδραση της προπόνησης με χρήση δαπεδοεργόμετρου σε ασθενείς με ΠΣ⁴⁶. Συνολικά συμμετείχαν 30 ασθενείς με ΠΣ, όπου οι 15 ακολούθησαν το προπονητικό πρόγραμμα και υπόλοιποι συμβατική θεραπεία. Η παρέμβαση αποτελούταν από 12 συνεδρίες και για τις δύο ομάδες, με 2 συνεδρίες την εβδομάδα. Η ένταση της άσκησης του προπονητικού προγράμματος ήταν σε βαθμό 11-12 της υποκειμενικής κλίμακας κόπωσης και είχε διάρκεια 15 λεπτά. Το 2ο γκρουπ λάμβανε συμβατική θεραπείας διάρκειας 30 λεπτών. Στο τέλος της παρέμβασης το γκρουπ άσκησης είχε μικρότερο δείκτη υποκειμενικής αντίληψης κόπωσης και μια μικρή επίδραση στους καρδιακούς παλμούς, καθώς η αύξησή τους ήταν μικρότερη μετά την βάρδια σχετικά με της ομάδας ελέγχου. Ωστόσο, δεν εμφανίστηκε καμία επίδραση στην κόπωση και την ισορροπία κατά την διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων των ασθενών.

Οι Pilutti και συνεργάτες (2011), εξέτασαν τις επιδράσεις ενός προγράμματος βάρδιας, σε διάδρομο με υποστήριξη σωματικού βάρους στην λειτουργικότητα και την ποιότητα ζωής, σε ασθενείς με προοδευτική ΠΣ⁴⁵. Στην πειραματική διαδικασία συμμετείχαν 6 ασθενείς, η διάρκεια της ήταν 12 εβδομάδες και η συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Η διάρκεια της βάρδιας ήταν 30 λεπτά και η ένταση της ήταν στο σημείο που ο ασθενής ένιωθε άνεση και

ανοχή στην άσκηση. Με την πάροδο του προπονητικού προγράμματος η υποστήριξη βάρους μειωνόταν προοδευτικά, ενώ παράλληλα αυξανόταν η ταχύτητα της βάδισης. Στο τέλος της παρέμβασης παρατηρήθηκε επιπρόσθετα, μείωση του δείκτη διευρυμένης κλίμακας κατάστασης αναπηρίας (EDSS) και της κλίμακας λειτουργικής αξιολόγησης της ΠΣ (MSFC), καθώς και αύξηση του δείκτη ποιότητας ζωής. Μελλοντικές έρευνες πρέπει να εξετάσουν τις επιδράσεις της άσκησης με υποστήριξη βάρους, με μεγαλύτερο δείγμα και μεγαλύτερη διάρκεια, ώστε να επιβεβαιωθούν τα ευρήματα της και η χρησιμότητα της στον ευρύτερο πληθυσμό με ΠΣ και κινητικούς περιορισμούς.

Οι Ensari και συνεργάτες (2017), αξιολόγησαν την επίδραση της έντασης της άσκησης βάδισης, στην διάθεση σε ασθενείς με ΠΣ²⁸. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 24 ασθενείς. Η παρέμβαση αποτελούταν από 5 συνεδρίες, η πρώτη συνεδρία αφορούσε τις αρχικές μετρήσεις (baseline) και οι υπόλοιπες 4 περιλάμβαναν άσκηση βάδισης. Η ένταση της άσκησης βάδισης εφαρμόστηκε τυχαία ανάμεσα σε 30%, 50% και 70% της εφεδρικής καρδιακής συχνότητας (HRR). Η διάρκεια της άσκησης βάδισης στις παραπάνω εντάσεις ήταν 20 λεπτά, με 5 λεπτά προθέρμανση και αποθεραπεία. Η αξιολόγηση της διάθεσης έγινε με την χρήση του ερωτηματολογίου του Προφίλ Επιπέδων Διάθεσης (POMS). Οι ασθενείς συμπλήρωσαν το POMS πριν την άσκηση, αμέσως μετά και 45 λεπτά μετά. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως μια απλή περίοδος βάδισης μέτριας έντασης μπορεί να βελτιώσει την διάθεση σε ασθενείς με ΠΣ, ενώ παράλληλα δεν παρατηρήθηκε καμία αύξηση στην κόπωση.

Ο Van Den Berg και συνεργάτες (2006), εξέτασαν με πιλοτική έρευνα την επίδραση ενός προγράμματος άσκησης βάδισης σε δαπεδοεργόμετρο, σε ασθενείς με ΠΣ⁴⁴. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 19 ασθενείς με ΠΣ. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν 4 εβδομάδες, με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Η ένταση της βάδισης ήταν στο 55-85% της προβλεπόμενης μέγιστης καρδιακής συχνότητας (βασισμένη στην ηλικία). Η διάρκεια της κάθε συνεδρίας ήταν 30 λεπτά με μέγιστη χρήση τριών διαλειμμάτων. Μετά την παρέμβαση οι ασθενείς παρουσίασαν βελτίωση στην ταχύτητα βάδισης και στην αντοχή τους.

Ο Hamilton και συνεργάτες (2009), διερεύνησαν τον συνδυασμό βάδισης και ομιλίας σε ασθενείς με ΠΣ⁸¹. Στην έρευνα συμμετείχαν 18 ασθενείς με ΠΣ και 18 υγιείς. Η ένταση της βάδισης ήταν στο σημείο που επιθυμούσε ο ασκούμενος και η συνολική διάρκεια ήταν 90 λεπτά. Οι ασκούμενοι στο πλαίσιο της βάδισης διπλών δραστηριοτήτων (dual tasking) έκαναν ταυτόχρονα και γνωστικές διεργασίες. Η γνωστική διεργασία περιλάμβανε να επαναλάβουν τα επτά ψηφία που άκουσαν από την εγκατεστημένη συσκευή ήχου με παρόμοια σειρά. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι ασθενείς με ΠΣ είχαν μειωμένη απόδοση στο dual tasking σε σχέση με τους υγιείς. Βασισμένοι λοιπόν στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι

ασθενείς με ΠΣ, η συνταγογράφηση αποκλειστικά βάδισης δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες της καθημερινότητας τους. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι η άσκηση με χρήση διπλού έργου αποτελεί μια πρόκληση για μακροχρόνια έρευνα και μπορεί να αναπτύξει νέες στρατηγικές θεραπείας κλινικής σημασίας για δυσλειτουργίες στο περπάτημα και την ομιλία.

Από την κριτική μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η άσκηση βάδισης ήπιας και μέτριας έντασης η οποία ορίζεται σύμφωνα με τις παραπάνω έρευνες στα 11-12 ή <12 της κλίμακας υποκειμενικής κόπωσης και στην προσωπική αίσθηση άνεσης ή προτιμώμενη αυτοεπιλεγμένη ταχύτητα, βελτιώνει την λειτουργικότητα, την ταχύτητα, την αντοχή, την κινηματική, το μήκος διασκελισμού και την ισορροπία σε ασθενείς με ΠΣ. Παράλληλα, βελτιώνει τους δείκτες ποιότητας ζωής, υποκειμενικής κόπωσης και διάθεσης. Τέλος, βελτιώνει το καρδιαγγειακό σύστημα των ασθενών και μειώνει την κατανάλωση οξυγόνου. Η συχνότητα άσκησης που οφελεί τους ασθενείς με ΠΣ είναι 3 φορές την εβδομάδα και με συνολικό χρόνο άσκησης 30'-50'. Συμπερασματικά, η άσκηση βάδισης αποτελεί μια ασφαλής και προσβάσιμη επιλογή χωρίς αρνητικές επιπτώσεις σε ασθενείς με ΠΣ.

2.4 Περιορισμοί και εμπόδια στην συμμετοχή ασθενών με ΠΣ

Παρ'όλα τα πολλαπλά οφέλη της άσκησης στους ασθενείς με ΠΣ που παρουσιάστηκαν στα υποκεφάλαια 2.2 και 2.3 (βελτίωση μυϊκής δύναμης, αντοχής, ισορροπίας, λειτουργικότητας, ποιότητας ζωής κλπ) οι περισσότεροι ακολουθούν καθιστική καθημερινότητα, επιδεινώνοντας μακροπρόθεσμα την λειτουργικότητα και την ποιότητα ζωής τους^{40,41}.

Η στάση αυτή οφείλεται σε μια πολύπλευρη σειρά εμποδίων που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς με ΠΣ που επηρεάζουν την συμμετοχή τους σε οποιαδήποτε φυσική δραστηριότητα. Τα εμπόδια μπορεί να είναι εγγενείς ατομικοί παράγοντες όπως τα συμπτώματα της ΠΣ και ψυχολογικοί παράγοντες. Επιπλέον αναφέρονται παράγοντες που σχετίζονται με το κοινωνικό περιβάλλον του ασθενή ή παράγοντες που σχετίζονται με την εργασία⁸²⁻⁸⁴.

Επιπρόσθετα εμπόδια στην καθημερινή δραστηριότητα αποτελούν το μη φιλικό προς άτομα με αναπηρία φυσικό περιβάλλον (μπάρες, μετακίνηση κλπ), η αδυναμία πρόσβασης σε προσαρμοσμένο εξοπλισμό άσκησης, η δυσκολία πρόσβασης στην πληροφόρηση σχετικά με προγράμματα άσκησης, οι οικονομικοί παράγοντες και η αναπηροφοβία^{82,85,86}.

Ωστόσο, παρόλο που τα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας των ασθενών με ΠΣ είναι χαμηλότερα σχετικά με εκείνα του γενικού πληθυσμού⁴⁰, οι περισσότεροι ασθενείς αναφέρουν πως εξερευνούν τρόπους να εντάξουν την φυσική δραστηριότητα στην καθημερινότητά τους⁸⁷.

Η πλειονότητα των ασθενών με ΠΣ αναφέρει την βάδιση ως την πιο συχνή μορφή αυτοεπιλεγμένης φυσικής δραστηριότητας^{42,43}. Η βάδιση αποτελεί μια απλή μορφή φυσικής δραστηριότητας η οποία δεν απαιτεί την χρήση κάποιου εξειδικευμένου εξοπλισμού, την μετακίνηση σε κάποιο κέντρο φυσικής άσκησης ή την συνεχή επίβλεψη από τον θεραπευτή⁴². Τα οφέλη της άσκησης βάδισης είναι πολλαπλά για τους ασθενείς με ΠΣ: βελτίωση αντοχής, διαχείριση διάθεσης, βελτίωση ποιότητας ζωής, μείωση πιθανότητας πτώσης και βελτίωση του καρδιαγγειακού συστήματος^{25,28,29,44-46}. Η βάδιση για την πλειονότητα των ασθενών με ΠΣ λόγω της μειωμένης ισορροπίας-λειτουργικότητας γίνεται αποκλειστικά με χαμηλή ένταση καθώς η μέτρια-υψηλής έντασης βάδιση ορίζεται στα 100 βήματα άνα λεπτό, η οποία είναι αδύνατο να επιτευχθεί από τον συγκεκριμένο ειδικό πληθυσμό⁵¹⁻⁵⁴.

Συμπερασματικά, η αδυναμία αύξησης του όγκου και έντασης της άσκησης λόγω των λειτουργικών περιορισμών των ασθενών με ΠΣ, αποτελεί έναν σημαντικό περιοριστικό παράγοντα για την βελτιστοποίηση των ασκησιογενών προσαρμογών^{34,49}, καθώς μόνο οι ασθενείς με υψηλή λειτουργικότητα και χαμηλό δείκτη EDSS μπορούν να εκτελούν υψηλότερης έντασης βάδισης ή/και τρέξιμο⁵⁰.

2.5 Η μέθοδος Περιορισμένης Ροής Αίματος, προσαρμοστικές αποκρίσεις και πιθανοί μηχανισμοί στην άσκηση

Η μέθοδος περιορισμένης ροής αίματος (BFR) σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε αρχικά στη δεκαετία του 1960 στην Ιαπωνία με το όνομα KAATSU, από τον Yoshiaki Sato⁸⁸. Μέχρι και πριν το 2008, η μέθοδος BFR δεν ήταν ευρέως γνωστή εκτός της Ιαπωνίας. Ωστόσο ένα μεγάλο πλήθος ερευνών σε παγκόσμιο επίπεδο δείχνει πως η χρήση και η αποτελεσματικότητα της μεθόδου BFR είναι αξιόπιστη και υποσχόμενη σε κλινικό επίπεδο⁸⁹.

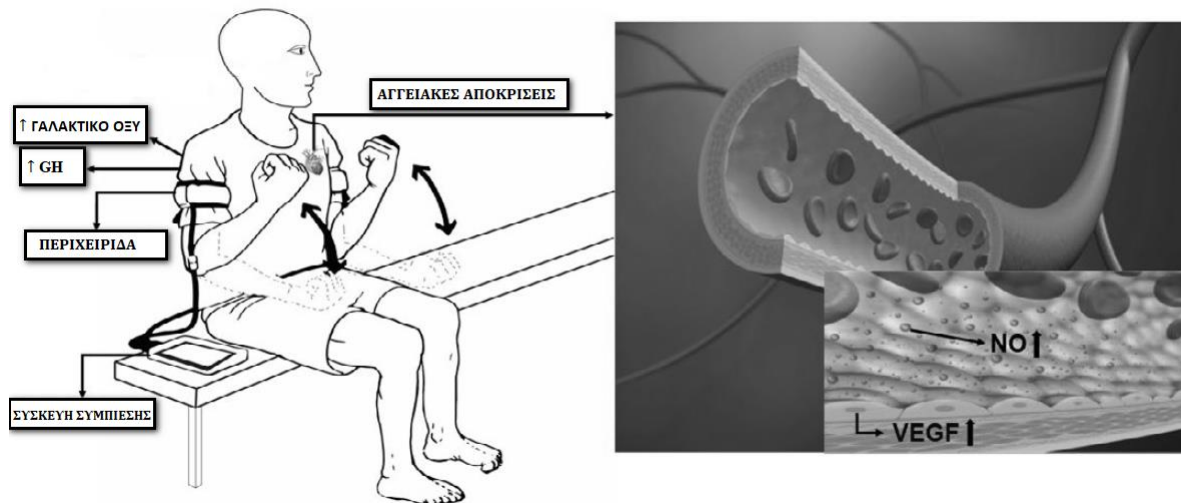
Η χρήση της μεθόδου BFR σε άσκηση χαμηλής και υψηλής έντασης, όπως και σε άσκηση με αντιστάσεις, υποστηρίζεται από ένα αυξανόμενο σύνολο ερευνών^{64,66,71,90-100}. Πιο συγκεκριμένα, έχουν καταγραφεί συστηματικά οι θετικές αποκρίσεις στην υπερτροφία, στην δύναμη και σε καρδιαγγειακές προσαρμογές που αναπτύσσονται από άσκηση μέτριας έντασης^{61-66,90,101}. Επίπρόσθετα, η άσκηση με την χρήση BFR είναι ασφαλής για άτομα τρίτης ηλικίας, υπερτασικούς και ασθενείς με χρόνιες παθήσεις αλλά και για την αποκατάσταση^{67-70,75-78,102}.

Με αυτό τον τρόπο, η μέθοδος BFR, καθιστά εφικτή την δυνατότητα άσκησης με υψηλότερο φορτίο σε πληθυσμούς που απαιτούν μυϊκή ενδυνάμωση. Σε κάθε περίπτωση οι ασκήσεις υψηλού φορτίου-έντασης πρέπει να είναι κλινικά κατάλληλες σε ασθενείς (πχ. ασθενείς σε μετεγχειρητικό στάδιο, ασθενείς με χρόνια πόνου¹⁰³⁻¹⁰⁵). Παράλληλα, καθίσταται

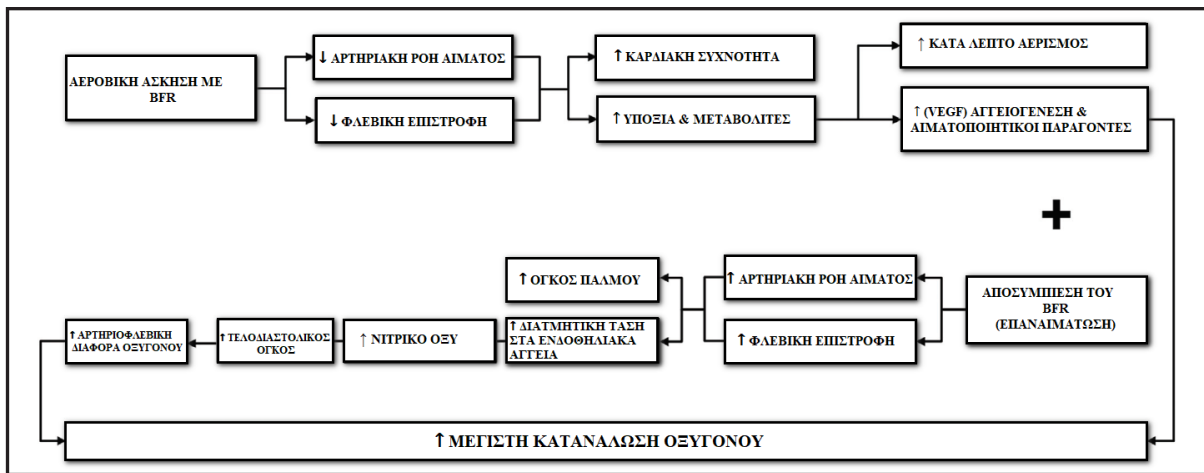
εφικτή η αύξηση της έντασης στην βιάδιση, σε πληθυσμούς όπου η έλλειψη λειτουργικότητας και ο κίνδυνος πτώσεων αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες⁷⁵.

Σύμφωνα με την εξίσωση του Fick [$VO_2 = HR \times SV \times (a-vO_2 \text{ diff})$] η άσκηση αντοχής με την μέθοδο BFR έχει την δυνατότητα να βελτιώσει την αερόβια ικανότητα¹⁰⁶. Η αυξημένη έκκριση γαλακτικού (Lac), νορεπινεφρίνης (BA) και αυξητικής ορμόνης (GH) από το υποξικό στρες που παράγεται από τον περιορισμό ροής αίματος, φαίνεται να οδηγούν σε αύξηση της αερόβιας ικανότητας^{107,108}. Επίσης, οι επιδράσεις του υποξικού στρες διεγείρουν την απελευθέρωση του αγγειακού ενδοθηλιακού αυξητικού παράγοντα (VEGF) στα αγγειακά ενδοθήλια και τα σκελετικά μυϊκά κύτταρα¹⁰⁹ (Εικόνα 2.1). Το VEGF δεσμεύεται στους υποδοχείς του στην ενδοθηλιακή κυτταρική μεμβράνη κατά την άσκηση, αυξάνοντας την έκφραση των eNOS (συνθέσεις νιτρικού οξέος στο ενδοθήλιο), το οποίο με την σειρά του αυξάνει την τοπική παραγωγή νιτρικού οξέος (NO) διεγείροντας την αγγειοδιαστολή και τον πολλαπλασιασμό των ενδοθηλιακών κυττάρων¹¹⁰.

Τέλος, κατά την αποσυμπίεση της περιχειρίδας και την επαναιμάτωση, αυξάνεται η εξαρτώμενη ενδοθηλιακή αγγειοδιαστολή μέσω της αύξησης της διατμητικής τάσης και της παραγωγής νιτρικού οξέος (Διάγραμμα 2.2)¹⁰⁶. Συμπερασματικά, η αύξηση της VEGF ως απόκριση στην μείωση της ροής αίματος κατά την χρόνια άσκηση φαίνεται να οδηγεί σε πολλαπλασιασμό και μετανάστευση των ενδοθηλιακών κυττάρων και επιτάχυνση στην αγγειογένεση στους σκελετικούς μύες^{111,112}.



Εικόνα 2.1 Η επίδραση της μεθόδου BFR στις αγγειακές αποκρίσεις και τις φυσιολογικές προσαρμογές¹⁰⁹



Διάγραμμα 2.2 Οι πιθανοί μηχανισμοί κατά τη διάρκεια και αμέσως μετά την εφαρμογή άσκησης με BFR που συμβάλλουν σε βελτιώσεις στην αερόβια ικανότητα¹⁰⁶.

2.6 Η εφαρμογή των ελαστικών περιχειρίδων και αντενδείξεις

Η άσκηση με τη μέθοδο BFR πραγματοποιείται με τη χρήση ειδικά κατασκευασμένων ελαστικών περιχειρίδων στο πλησιέστερο τμήμα του κάθε άκρου με σκοπό τον περιορισμό της αρτηριακής εισροής στο μυ και την απόφραξη της φλεβικής επιστροφής από τον μυ^{113,114}. Η άσκηση με την μέθοδο BFR πραγματοποιείται ενώ συσσωρεύεται αίμα (blood pooling) στα άνω ή κάτω άκρα¹¹³. Το επίπεδο πίεσης που εφαρμόζεται στο περιχειρίδιο υπολογίζεται ποσοστιαία σε σχέση με την ολική απόφραξη, όπου θα πρέπει να είναι αρκετά υψηλή ώστε να αποκλείει την φλεβική επιστροφή, ενώ παράλληλα να είναι αρκετά χαμηλή ώστε να επιτρέπει την αρτηριακή εισροή¹¹⁵.

Επομένως, δεν πρέπει να εφαρμόζεται καθολικά ένα συγκεκριμένο επίπεδο πίεσης στις περιχειρίδες για όλο τον πληθυσμό, αλλά εξατομικευμένα¹¹⁶. Το επίπεδο πίεσης ασθενή που εφαρμόζεται, πρέπει να ορίζεται για κάθε μεμονωμένο άτομο, με βάση την ποσοστιαία ολική απόφραξη που μετράται σε ηρεμία με την χρήση αγγειακού φορητού Doppler¹¹⁷. Το φορητό Doppler μπορεί να εντοπίσει την παρουσία ή απουσία παλμού, αλλά δεν είναι ικανό να μετρήσει την ροή του αίματος. Αποτελεί όμως μια έγκυρη, οικονομική και πρακτική μέθοδος εντοπισμού της ολικής απόφραξης αίματος¹¹⁷.

Επίσης πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν και το πλάτος της περιχειρίδας και η διάμετρος του άκρου στο οποίο εφαρμόζεται⁹⁴. Όσο πιο πλατιά είναι η περιχειρίδα, τόσο μικρότερο επίπεδο πίεσης απαιτείται ώστε να προκληθεί απόφραξη¹⁰⁴. Επίσης, οι λεπτές περιχειρίδες, συγκριτικά με τις πλατιές, προκαλούν σημαντικά περισσότερο πόνο μετά την απόφραξη της αρτηρίας αυξάνοντας τα επίπεδα πίεσης¹⁰⁴. Η αύξηση της πίεσης με την χρήση λεπτών περιχειρίδων, ιδιαίτερα σε μεγάλη χρονική διάρκεια μπορεί να προκαλέσει νευρικό

τραυματισμό, αυξημένο πόνο, τραυματισμό δέρματος, παρατεταμένη ισχαιμία και αρτηριακούς τραυματισμούς^{104,118,119}.

Για τον περιορισμό των ανεπιθύμητων ενεργειών που μπορούν να προκληθούν από την χρήση των ελαστικών περιχειρίδων, προσδιορίστηκε ένα σύστημα βαθμολογίας σημείων στον ασθενή και ανάλογα με την σοβαρότητα και τον αριθμό των αντενδείξεων κρίνεται αν ο ασθενής μπορεί να χρησιμοποιήσει την μέθοδο BFR (Πίνακας 2.1)¹²⁰. Τέλος το Διάγραμμα 2.3 απεικονίζει πως ο θεραπευτής θα πρέπει να αξιολογεί τις λειτουργικές ικανότητες του ατόμου ώστε να καθορίσει τις καταλληλότερες στρατηγικές της μεθόδου BFR¹²¹.

Παράγοντες κινδύνου για τον προσδιορισμό της χρήσης BFR	
5 Βαθμοί	<ul style="list-style-type: none"> • Ιστορικό εν το βάθει φλεβικής θρόμβωσης • Κληρονομική θρόμβωτική τάση
4 Βαθμοί	<ul style="list-style-type: none"> • Έγκυες γυναίκες
3 Βαθμοί	<ul style="list-style-type: none"> • Κιρσοί κάτω άκρων • Παρατεταμένη ακινησία • Κολπική μαρμαρυγή ή καρδιακή ανεπάρκεια
2 Βαθμοί	<ul style="list-style-type: none"> • Ηλικία > 60 ετών • ΔΜΣ > 30 • Υπερλιπιδαιμία • Κακοήθεια • Χρήση περιχειρίδας κάτω άκρου • Χρήση από του στόματος σε αντισυλληπτικά ή επινεφριδικά στεροειδή • Τετραπληγία • Υψηλό επίπεδο αιμοσφαιρίνης
1 Βαθμός	<ul style="list-style-type: none"> • Ηλικία 40 έως 58 ετών • Γυναίκες • $25 < \Delta\text{Μ}\Sigma < 30$

Πίνακας 2.1 Βαθμολογία παραγόντων κινδύνου για την χρήση BFR. Θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση του BFR σε άτομα που αντιστοιχούν σε 5 βαθμούς συνολικά¹²⁰.

2.7 Άσκηση με αντιστάσεις με χρήση περιορισμού ροής αίματος

Η χρήση της μεθόδου BFR χρησιμοποιείται με ποικίλους τρόπους στην συνταγογράφηση προγραμμάτων άσκησης με αντιστάσεις και αποτελεί αντικείμενο έρευνας ιδιαίτερα των τελευταίων ετών. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την χρήση της μεθόδου BFR σε προγράμματα άσκησης με αντιστάσεις σε υγιή πληθυσμό, καθώς και η μεθοδολογία χρήσης της.

Ο Pett και συνεργάτες (2019), μελέτησαν τις αποκρίσεις της άσκησης με χρήση BFR σε διαφορετικά επίπεδα απόφραξης αίματος, καθώς οι μεταβολικές και καρδιοαναπνευστικές αποκρίσεις ανάλογα με το ποσοστό απόφραξης είναι ασαφής¹²². Στην έρευνα συμμετείχαν 10 άτομα και εκτέλεσαν ισοκινητική έκταση γονάτου, με 5 διαφορετικές συνθήκες σε τυχαία σειρά. Οι συνθήκες περιλάμβαναν: 80% της μέγιστης εκούσιας ισχύς, 20% της μέγιστης εκούσιας ισχύς, 20% της μέγιστης εκούσιας ισχύς και 40% ή 60% ή 80% της ολικής απόφραξης αίματος (οι περιχειρίδες αποσυμπιέστηκαν στο τέλος των σετ). Στα πρωτόκολλα με 20% της μέγιστης εκούσιας ισχύς τα άτομα εκτελούσαν 3 σετ των 15 επαναλήψεων ενώ στο 80% εκτελούσαν 4 σετ των 8 επαναλήψεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η μυική δραστηριότητα ήταν μεγαλύτερη στην συνθήκη 20% της μέγιστης εκούσιας ισχύς με 80% και 60% της ολικής απόφραξης, σε σχέση με την αντίστοιχη χωρίς, αλλά μικρότερη σε σχέση με την συνθήκη 80% της μέγιστης εκούσιας ισχύς. Επίσης, η οξυγόνωση των ιστών μειώθηκε σε όλες τις συνθήκες με μεγαλύτερη μείωση στην συνθήκη 80% της ολικής απόφραξης, εκτός από την συνθήκη 20% της μέγιστης εκούσιας ισχύς. Το γαλακτικό οξύ επίσης αυξήθηκε για τις συνθήκες 80% και 60% της ολικής απόφραξης, όπως και στην συνθήκη 80% της μέγιστης εκούσιας ισχύς. Συμπερασματικά, τα δεδομένα που προέκυψαν από την έρευνα προτείνουν ως ένα ελάχιστο «κατώφλι» περίπου το 60% της ολικής απόφραξης αίματος ως αποτελεσματικό με την άσκηση.

Ο Nyakayiru και συνεργάτες (2019), αξιολόγησαν την επίδραση της άσκησης με χρήση BFR στον ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης των μυϊκών ινών¹²³. Στην έρευνα συμμετείχαν 20 υγιείς άνδρες που τυχαιοποιήθηκαν σε 2 διαφορετικά γκρουπ. Στο πρώτο γκρουπ οι συμμετέχοντες παρέμειναν σε θέση ξεκούρασης και στο ένα κάτω άκρο είχε εφαρμοστεί περιχειρίδα. Στο δεύτερο γκρουπ, οι συμμετέχοντες ακολούθησαν πρόγραμμα με αντιστάσεις κάτω άκρων χαμηλού φορτίου (20% της μέγιστης δύναμης) και στο ένα κάτω άκρο είχε εφαρμοστεί επίσης περιχειρίδα. Οι περιχειρίδες ήταν ρυθμισμένες στις 200mmHg και οι μετρήσεις έγιναν κατά την διάρκεια 5 ωρών αμέσως μετά την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα δεν βρήκαν κάποια διαφορά μεταξύ των 2 συνθηκών που ακολούθησαν ξεκούραση, καθώς καμία δεν αύξησε τον

ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης των μυϊκών ινών. Ωστόσο, ο συνδυασμός της μεθόδου BFR με άσκηση αντιστάσεων χαμηλού φορτίου, έδειξε υψηλότερη αύξηση στον ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης των μυϊκών ινών από την άσκηση με αντιστάσεις χαμηλού φορτίου. Πιο συγκεκριμένα, Έδειξε υψηλότερα επίπεδα φωσφορυλίωσης στο ακετυλοσυνενζυμο-Α και σε άλλα ένζυμα (carboxylase), και αυξημένη έκφραση σηματοδοτικών mRNA μορίων (MuRF1).

Ο Zachary και συνεργάτες (2018), προσδιόρισαν τις καρδιαγγειακές και τις υποκειμενικής αντίληψης κόπωσης της άσκησης χαμηλού φορτίου με αντιστάσεις με ή χωρίς BFR και τις σύγκριναν με την μέτρια-υψηλή άσκηση με αντιστάσεις¹²⁴. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 22 άτομα. Το κάθε άτομο έκανε κάμψεις αγκώνα σε 4 σετ μέχρι αποτυχίας εκτέλεσης της άσκησης (ή 90 επαναλήψεις), ενώ οι μετρήσεις έγιναν πριν και μετά από κάθε σετ. Τα σετ ως προς την μέγιστη δύναμη ήταν: 70%, 15% και 15% με BFR στο 40% της απόφραξης, 15% με χρήση BFR στο 80% της απόφραξης. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν πως στα μεγαλύτερα ποσοστά απόφραξης η υποκειμενική αντίληψη κόπωσης ήταν μεγαλύτερη και ο συνολικός όγκος άσκησης μικρότερος σε σχέση με όλες τις μεθόδους. Επίσης, η άσκηση με αντιστάσεις χαμηλού φορτίου μέχρι αποτυχίας εκτέλεσης είχε μεγαλύτερες καρδιαγγειακές αποκρίσεις από την μέτρια-υψηλή άσκηση.

Ο Fatela και συνεργάτες (2018), εξέτασαν αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των νευρομυϊκών προσαρμογών σε χαμηλού φορτίου άσκησης με αντιστάσεις με χρήση BFR και στην άσκηση υψηλού φορτίου με αντιστάσεις¹⁰¹. Στην έρευνα συμμετείχαν 10 υγιείς άνδρες και εξετάστηκαν σε 3 διαφορετικές συνθήκες άσκησης. Οι συμμετέχοντες έκαναν ισοκινητικές εκτάσεις γονάτου σε χαμηλού φορτίου 20% της μέγιστης δύναμης, σε χαμηλού φορτίου 20% της μέγιστης δύναμης με χρήση BFR (80% της ολικής απόφραξης) και υψηλού φορτίου 75% της μέγιστης δύναμης. Κάθε μέθοδος είχε 1 εβδομάδα απόσταση και οι μετρήσεις έγιναν πριν και μετά την άσκηση. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η άσκηση υψηλού φορτίου είναι πιο αποτελεσματική στην πρόκληση νευρομυϊκής κόπωσης και από τις 2 συνθήκες χαμηλού φορτίου. Επίσης, αποκλειστικά στην άσκηση με BFR, βρέθηκε αυξημένη ενεργοποίηση στον ορθό μηριαίο και στον έσω πλατύ μεταξύ των δύο μετρήσεων.

Ο Cook και συνεργάτες (2007), αξιολόγησαν τις επιδράσεις της μεθόδου BFR στη λειτουργία των σκελετικών μυών¹²⁵. Στην έρευνα συμμετείχαν 21 άτομα και εκτέλεσαν 9 διαφορετικά πρωτόκολλα άσκησης, αποτελούμενα από 3 σετ εκτάσεων γονάτου μέχρι αδυναμίας εκτέλεσης της άσκησης. Το ένα πρωτόκολλο ήταν υψηλού φορτίου άσκηση στο 80% της μέγιστης εκούσιας συστολής. Τα υπόλοιπα πρωτόκολλα με χρήση BFR περιλάμβαναν τις παρακάτω μεταβλητές: άσκηση με απόφραξη ~160mmHg ή πλήρης (~300mmHg), με φορτίο 20 ή 40% της μέγιστης ακούσιας συστολής και με συνεχόμενη απόφραξη ή

αποσυμπίεση ανάμεσα στα σετ. Κάθε μία από τις παραπάνω μεταβλητές χειριζόταν ανεξάρτητα δημιουργώντας 8 διαφορετικά πρωτόκολλα. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως όλα τα πρωτόκολλα άσκησης προκάλεσαν αντίστοιχη κόπωση με την άσκηση υψηλού φορτίου. Τέλος, το πρωτόκολλο με φορτίο 20%, 160mmHg και συνεχή απόφραξη προκάλεσε σημαντικά μεγαλύτερη κόπωση από την άσκηση με υψηλό φορτίο.

Ο Fatela και συνεργάτες (2019), εξέτασαν αν κατά την άσκηση χαμηλού φορτίου με χρήση BFR, μεταβάλλονται τα χαρακτηριστικά μεμονωμένων κινητικών μονάδων⁹⁶. Συνολικά συμμετείχαν 8 άνδρες και εκτέλεσαν εκτάσεις γονάτου σε 5 σετ των 15 επαναλήψεων, με ή χωρίς BFR, σε απόσταση μιας εβδομάδας. Το φορτίο αντίστασης ήταν στο 20% της μέγιστης δύναμης, οι περιχειρίδες ήταν ρυθμισμένες στο 60% της ολικής αρτηριακής απόφραξης και η συμπίεσή τους ήταν συνεχής. Οι μετρήσεις έγιναν πριν και μετά την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η χρήση BFR αύξησε τον ρυθμό πυροδότησης των κινητικών μονάδων και το εύρος δυναμικού δράσης των κινητικών μονάδων (MUAP).

Ο Takarada και συνεργάτες (2000), εξέτασαν τις ορμονικές και φλεγμονώδεις αποκρίσεις μετά από άσκηση αντίστασης χαμηλού φορτίου με χρήση BFR¹⁰⁷. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 6 άτομα και εκτέλεσαν 5 σετ εκτάσεων γονάτου μέχρι αδυναμίας εκτέλεσης της άσκησης. Το φορτίο της άσκησης ήταν στο 20% της μέγιστης δύναμης για την ομάδα ελέγχου και την ομάδα με χρήση BFR που χρησιμοποίησε περιχειρίδες στις ~214mmHg. Οι αποκρίσεις μετρήθηκαν πριν και μετά την άσκηση και αφού οι περιχειρίδες είχαν αποσυμπιεστεί. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι συγκεντρώσεις υπεροξειδωμένων λιπιδίων και κινάσης της φωσφοκρεατίνης (CPK) δεν είχαν καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών. Τέλος, συνιστούν πως η άσκηση χαμηλού φορτίου με χρήση BFR μπορεί να διεγείρει σε μεγάλο βαθμό την έκκριση αυξητικής ορμόνης (GH).

Οι Christiansen και συνεργάτες (2019), εξέτασαν αν η χρήση BFR κατά την διάρκεια της άσκησης ενισχύει την μεταφορά γλυκόζης στον μυ και τη μυϊκή αντιοξειδωτική λειτουργία¹²⁶. Η διάρκεια παρέμβασης ήταν 6 εβδομάδες, με συχνότητα 2-3 φορές την εβδομάδα και συνολικά συμμετείχαν 10 δραστήριοι άνδρες. Η παρέμβαση περιλάμβανε 1.5 ώρα ποδόσφαιρο (2 μέρες) ή 30 λεπτά συνεχόμενου τρεξίματος υψηλής έντασης (1 μέρα) και 40 λεπτά κολύμβηση (2 μέρες) ή άσκηση με αντιστάσεις (2 μέρες). Κάτα την διάρκεια της άσκησης αποκλειστικά το ένα κάτω άκρο διέθεται περιχειρίδα ρυθμισμένη στις 180mmHg. Παρατηρήθηκε πως στο άκρο που χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος BFR αυξήθηκε ο χρόνος επίτευξης κόπωσης, αυξήθηκε η πρόσληψη γλυκόζης στους μύες του μηρού και βελτιώθηκε η αντιοξειδωτική λειτουργία των μυών, η διαθεσιμότητα NO και η επάρκεια σε GLUT4.

Σε επόμενη μελέτη οι Christiansen και συνεργάτες (2019), εξέτασαν την επίδραση της χρήσης BFR στην βελτίωση της ρύθμισης του καλίου (K^+) κατά την διάρκεια έντονης άσκησης ποδηλασίας¹²⁷. Επιπρόσθετα εξετάστηκε αν η βελτίωση οφείλεται σε μια μεταβολή της αντιοξειδωτικής λειτουργίας των μυών. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν 6 εβδομάδες, με συχνότητα 1-3 φορές την εβδομάδα και συμμετείχαν συνολικά 13 δραστήριοι άνδρες. Το προπονητικό πρωτόκολλο περιείχε τρεις περιόδους άσκησης 2 λεπτών, όπου η ένταση είχε ρυθμιστεί στα 60,70 και 80Watt_{max} αντίστοιχα. Κατά την διάρκεια της άσκησης η περιχειρίδα είχε τοποθετηθεί αποκλειστικά στο ένα κάτω άκρο. Η περιχειρίδα διατηρήθηκε μέχρι το τέλος της άσκησης και η πίεση της ήταν ρυθμισμένη στις 180mmHg. Στο άκρο που χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος BFR, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη βελτίωση στην απόδοση και μειωμένη απελευθέρωση του K^+ από τους μύες του μηρού κατά την έντονη άσκηση. Η βελτίωση συσχετίστηκε με προσαρμογές στη αντιοξειδωτική λειτουργία των μυών, τη ροή του αίματος και την επάρκεια Na^+ , K^+ -ATPase ισομορφών σε επίπεδο μυϊκών ινών.

Ο Bjørnsen και συνεργάτες (2021), μελέτησαν το μυοκυτταρικό στρες σε άσκηση υψηλής συχνότητας με χρήση BFR¹²⁸. Στην έρευνα συμμετείχαν 13 άτομα και εκτέλεσαν 2 κύκλους 5 ημέρων, με 7 προπονήσεις BFR και 10 μέρες διάλειμμα μεταξύ τους. Το προπονητικό πρόγραμμα αποτελούνταν από 4 σετ εκτάσεων γονάτου μέχρι αποτυχίας εκτέλεσης και η αντίσταση ήταν στο 20% της μέγιστης δύναμης. Οι μετρήσεις έγιναν πριν και μετά από την πρώτη συνεδρία και των δύο κύκλων, μετά από τρεις συνεδρίες, κατά την εβδομάδα ξεκούρασης, μετά από τρεις και δέκα μέρες έπειτα από την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα βρήκαν κοινή μείωση του γλυκογόνου και στους δύο τύπους μυϊκών ινών, αλλά πιο έντονη στις μυϊκές ίνες τύπου I καθώς δεν ανέκαμψαν μέχρι την εβδομάδα ξεκούρασης.

Από την κριτική μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η χρήση της μεθόδου BFR σε άσκηση με αντιστάσεις έχει πολλαπλά οφέλη σε υγιή πληθυσμό. Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιήσαν οι παραπάνω έρευνες ήταν διάρκειας 6 εβδομάδων, έντασης 15-20% της 1-MAE, διάρκειας 15'-30' και με διαρκή συμπίεση των περιχειρίδων σε τουλάχιστον 60% της ολικής αγγειακής απόφραξης. Σύμφωνα με τις παραπάνω έρευνες, η άσκηση χαμηλού φορτίου με χρήση BFR σε σύγκριση με την άσκηση χαμηλού φορτίου, έχει μεγαλύτερες καρδιαγγειακές, μεταβολικές και νευρομυϊκές αποκρίσεις. Προκαλεί αυξημένη μυϊκή ενεργοποίηση, μεγαλύτερη νευρομυϊκή κόπωση, αύξηση πρόσληψης γλυκόζης, βελτίωση αντιοξειδωτικής λειτουργίας των μυών και έχει μεγαλύτερη επιρροή στις μυϊκές ίνες τύπου I. Σύμφωνα με τα δεδομένα που προκύπτουν, φάνηκε ότι το 60% της ολικής αγγειακής απόφραξης αίματος αποτελεί το «κατώφλι» για την μεγιστοποίηση των προσαρμογών, την επιδείνωση της κόπωσης και του μεταβολικού στρες, με την χρήση της BFR. Τέλος, η μέθοδος

BFR με αντιστάσεις χαμηλού φορτίου, θα μπορούσε να ενταχθεί σε ένα συνολικό πρόγραμμα προπόνησης με αντιστάσεις μετά την περίοδο αύξησης του όγκου άσκησης, καθώς προσφέρει το πλεονέκτημα της φυσιολογικής ανάκαμψης ενώ ενισχύει την νευρομυϊκή απόδοση.

Συμπερασματικά, η μέθοδος BFR σε συνδυασμό με ασκήσεις χαμηλού φορτίου αποτελεί μια ασφαλή και αποτελεσματική άσκηση που μπορεί να συνταγογραφηθεί με ασφάλεια σε πρόγραμμα άσκησης. Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες αφορούν την οξεία φάση της χρήσης της μεθόδου BFR και τις άμεσες αποκρίσεις, κρίνοντας απαραίτητες περισσότερες μελέτες με μεγαλύτερο δείγμα και μακροπρόθεσμα ερευνητικά πρωτόκολλα.

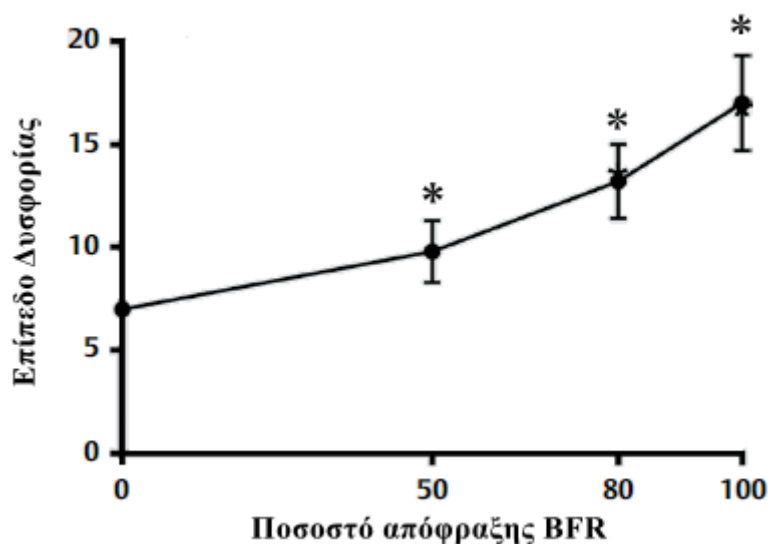
2.8 Άσκηση βάδισης με χρήση περιορισμού ροής αίματος

Αρκετά στοιχεία από επιδημιολογικές μελέτες συνιστούν την άσκηση βάδισης ως ένα βασικό μέσο πρόληψης καρδιαγγειακών παθήσεων¹²⁹. Μάλιστα, οι βελτιώσεις στην καρδιαγγειακή και ενδοθηλιακή λειτουργία αυξάνονται όσο αυξάνεται η συνολική ημερήσια βάδιση¹²⁹. Πρόσφατα, αποτελεί αντικείμενο έρευνας, μια άλλη προσέγγιση της άσκησης βάδισης, η οποία συνδυάζεται με την χρήση της μεθόδου BFR και παρουσιάζει ενδιαφέροντα αποτελέσματα.

Ο Junior και συνεργάτες (2019), εξέτασαν την επίδραση της βάδισης με χρήση BFR στους καρδιακούς παλμούς, στην κινητική της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας και στην επαναφορά της HRV⁶². Στην έρευνα συμμετείχαν 21 άνδρες και η παρέμβαση είχε διάρκεια 6 εβδομάδες με συχνότητα 3 συνεδρίες την εβδομάδα. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες και εκτέλεσαν βάδιση σε δαπεδοεργόμετρο με ή χωρίς χρήση BFR. Ο ρυθμός βάδισης ήταν 6 χλμ/ώρα σε 1,5% κλίση, με συνολική διάρκεια 20 λεπτών και ήταν χωρισμένος σε 3 περιόδους 5 λεπτών με 1 λεπτό διάλειμμα. Οι περιχειρίδες ήταν συμπίεσμένες στο 50-80% της ολικής απόφραξης της κνημιαίας αρτηρίας και η χρήση τους ήταν συνεχής για όλη την διάρκεια της συνεδρίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η βάδιση με χρήση BFR βελτίωσε την ρύθμιση της καρδιακής συχνότητας (HR-on & off kinetics) από το αυτόνομο νευρικό σύστημα και την επαναφορά της HRV, συγκριτικά με το γκρουπ χωρίς BFR. Συμπερασματικά, η βάδιση με BFR ενδέχεται να αποτελεί έναν εναλλακτικό τύπο άσκησης για την διατήρηση και ρύθμιση της καρδιαγγειακής λειτουργίας και υγείας, σε μεσήλικες άνδρες.

Ο Pfeiffer και συνεργάτες (2019), αξιολόγησαν τις επιδράσεις των διαφορετικών ποσοστών απόφραξης αίματος στην ενεργειακή δαπάνη¹⁰⁰. Στην έρευνα συμμετείχαν 24 άτομα και οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν 4 συνεδρίες βάδισης σε δαπεδοεργόμετρο στο 40% της μέγιστης τους ταχύτητας, με 4 διαφορετικές συνθήκες απόφραξης αίματος. Η κάθε συνεδρία είχε απόσταση μια εβδομάδα και οι συνθήκες απόφραξης αίματος ήταν στο 0%, 50%, 80% και

100% της ολικής απόφραξης αίματος. Η συνολικά διάρκεια κάθε συνεδρίας ήταν 14 λεπτά, η οποία αποτελείται από 2 περιόδους βάρδιας 5 λεπτών με 1 λεπτό διάλειμμα, όπου οι περιχειρίδες παρέμειναν συμπιεσμένες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η δυσφορία και η ενεργειακή κατανάλωση, αυξανόταν αναλογικά με το ποσοστό συμπίεσης (Διάγραμμα 2.4). Η δυσφορία μπορεί να αιτιολογηθεί από την αύξηση του γαλακτικού στο αίμα και την συσσώρευση ενδομυϊκών μεταβολιτών, κατά την χρήση της BFR. Συμπερασματικά, οι συγγραφείς πρότειναν πως το 50% της ολικής απόφραξης αίματος είναι το βέλτιστο ποσοστό συμπίεσης, καθώς παρέχει σημαντικά αποτελέσματα, με πολύ ελαφριά αίσθηση δυσφορίας. Με αυτό τον τρόπο η τεχνική BFR είναι εφικτή σε πληθυσμούς που χρειάζεται να αυξήσουν την ενεργειακή δαπάνη αλλά δεν διαθέτουν την ικανότητα για αερόβια άσκηση υψηλού φορτίου λόγω περιορισμών.



Διάγραμμα 2.4 Επίπεδο δυσφορίας κατά την άσκηση με BFR¹⁰⁰.

Ο Park και συνεργάτες (2010), διερεύνησαν τις επιδράσεις της βάρδιας με χρήση BFR στην καρδιοαναπνευστική αντοχή, την αναερόβια ισχύ και τη μυϊκή δύναμη σε προχωρημένους αθλητές⁶⁵. Στην έρευνα συμμετείχαν 12 αθλητές και ακολούθησαν τυχαία πρόγραμμα βάρδιας με BFR ή χωρίς. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 2 εβδομάδες, με συχνότητα 6 μέρες την εβδομάδα και 2 φορές σε κάθε μέρα. Η ένταση της βάρδιας ήταν χαμηλή (4-6 χλμ/ώρα με 5% κλίση) και η συνολική διάρκεια ήταν 20-22 λεπτά. Η βάρδια ήταν διαχωρισμένη σε 5 περιόδους των 3 λεπτών με 1 λεπτό διάλειμμα ανάμεσα σε κάθε περίοδο. Στο γκρουπ που ακολούθησε βάρδια με BFR, οι περιχειρίδες ήταν αρχικά συμπιεσμένες στις 160mmHg με προοδευτική αύξηση +10mmHg μέχρι την 7^η συνεδρία (220mmHg) και η συμπίεση τους ήταν συνεχής. Τα αποτελέσματα στην βάρδια με χρήση BFR, έδειξαν σημαντική αύξηση στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και τον μέγιστο κατά λεπτό αερισμό.

Στην κατάσταση ηρεμίας δεν βρέθηκε κάποια διαφορά στις αιμοδυναμικές παραμέτρους. Επίσης, στην αναερόβια ισχύ, βρέθηκε αλληλεπίδραση στην αναερόβια ικανότητα αλλά όχι στη μέγιστη ισχύ. Συμπερασματικά, η μέθοδος BFR αποτελεί μια εναλλακτική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αποκατάσταση αθλητών που αποσκοπούν να διατηρήσουν ή να βελτιώσουν την αντοχή τους. Ωστόσο, η εφαρμογή της μεθόδου BFR πρέπει να είναι προσεκτική λόγω των αυξήσεων της συστολικής αρτηριακής πίεσης, του μυϊκού πόνου και της αίσθησης δυσφορίας.

Ο Sakamaki και συνεργάτες (2011), εξέτασαν την επίδραση της άσκησης βάδισης με χρήση BFR στους περιφερικούς μυς αλλά και στους μη-περιορισμένους εγγύς μυς του κορμού⁶⁴. Στην έρευνα συμμετείχαν 17 άτομα, όπου οι 9 ακολούθησαν πρόγραμμα βάδισης με BFR και οι 8 χωρίς. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 3 εβδομάδες, με συχνότητα 6 φορές την εβδομάδα και με ταχύτητα 50 μέτρα το λεπτό. Η συνολική διάρκεια ήταν 14 λεπτά και ήταν διαχωρισμένη σε 5 περιόδους των 2 λεπτών και με 1 λεπτό διάλειμμα ανάμεσα τους. Η χρήση του BFR ήταν συνεχής και η πίεση ήταν ρυθμισμένη από 160mmHg έως 230mmHg. Μετά από την παρέμβαση δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των μη-περιορισμένων μυών του κορμού. Ωστόσο, παρατηρήθηκε πως αυξήθηκε σημαντικά ο όγκος των μυών του μηρού και των κάτω άκρων. Υποδηλώνοντας πως ο συνδυασμός BFR με αργή βάδιση προκαλεί υπερτροφία αποκλειστικά στους περιορισμένους μυς των ποδιών, το οποίο ίσως οφείλεται στην ένταση της άσκησης που είναι αρκετά χαμηλή ώστε να αυξήσει τη μυϊκή μάζα και στους μη-περιορισμένους μυς του κορμού.

Ο Mendonca και συνεργάτες (2013), αξιολόγησαν το μεταβολικό κόστος κατά την διάρκεια της βάδισης σε δαπεδοεργόμετρο με χρήση BFR¹³⁰. Στην έρευνα συμμετείχαν 18 υγιείς άνδρες και εκτέλεσαν πρόγραμμα βάδισης σε δαπεδοεργόμετρο με ή χωρίς BFR σε δυο τυχαίες συνεδρίες. Η ένταση της βάδισης ήταν στην βέλτιστη ταχύτητα βάδισης και εκτέλεσαν 5 περιόδους διάρκειας 3 λεπτών με διάλειμμα 1 λεπτό. Η συνολική διάρκεια βάδισης ήταν 22 λεπτά και η συμπίεση των περιχειρίδων ήταν στις 200mmHg καθ'όλη την διάρκεια της βάδισης. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η βάδιση με χρήση BFR προκάλεσε υψηλότερο μεταβολικό κόστος κατά την βάδιση, αύξησε τον πνευμονικό αερισμό, στις τιμές της V_e/V_{O_2} και την σχετική ένταση της υπομέγιστης άσκησης βάδισης μειώνοντας την ενεργειακή οικονομία βάδισης. Τέλος, οι τιμές V_e/V_{CO_2} δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών, ενώ δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση μεταξύ των αλλαγών στον πνευμονικό αερισμό και στην υποκειμενική κλίμακα κόπωσης στην βάδιση με χρήση BFR.

Σε άλλη έρευνα ο Mendonca και συνεργάτες (2015), εξέτασαν την επίδραση της βάδισης με χρήση BFR στην αύξηση της μετα-προπονητικής κατανάλωσης οξυγόνου⁶³. Στην

έρευνα συμμετείχαν 17 υγιείς άνδρες και εκτέλεσαν πρόγραμμα βάρδιας σε δαπεδοεργόμετρο με ή χωρίς BFR σε δύο τυχαίες συνεδρίες. Το προπονητικό πρόγραμμα βάρδιας και η συμπίεση των περιχειρίδων ήταν κοινά με την έρευνα του 2013¹³⁰, στο οποίο προστέθηκε η διατήρηση σε καθιστή θέση των συμμετοχόντων για 30 λεπτά αμέσως μετά την άσκηση. Οι μετρήσεις των αερίων έγιναν συνεχώς κατά την διάρκεια της άσκησης και της ανάρρωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η χρήση του BFR αύξησε το κόστος οξυγόνου κατά την βάρδια, όπως επίσης αύξησε την σχετική ένταση και το συσσωρευμένο έλλειμα οξυγόνου. Επιπρόσθετα, το μέγεθος της μετα-προπονητικής κατανάλωσης οξυγόνου ήταν μεγαλύτερο συγκριτικά με την συνθήκη χωρίς BFR. Συμπερασματικά, η αύξηση στην μετα-προπονητική κατανάλωση οξυγόνου πιθανώς εξηγείται από την επίδραση της χρήσης BFR στο συσσωρευμένο έλλειμα οξυγόνου και στην σχετική ένταση της βάρδιας.

Ο Sugawara και συνεργάτες (2015), διερεύνησαν τις κεντρικές αιμοδυναμικές αποκρίσεις της βάρδιας με χρήση BFR ώστε να εκτιμηθεί η επίδραση της στην φόρτιση του μυοκαρδίου.¹³¹ Στην έρευνα συμμετείχαν 15 υγιείς ενήλικες με καθιστική ή ενεργή καθημερινότητα. Υποβλήθηκαν σε δύο συνεδρίες άσκησης βάρδιας με ή χωρίς BFR. Η ταχύτητα ήταν 2 μίλια/ώρα και η συνεδρία ήταν χωρισμένη σε 5 περιόδους βάρδιας διάρκειας 2 λεπτών, με διάλειμμα 1 λεπτό ανάμεσα τους. Η συμπίεση των περιχειρίδων ήταν συνεχής καθ'όλο το πρόγραμμα βάρδιας και ρυθμισμένη στις 160-230mmHg. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η περιφερική και η κεντρική συστολική πίεση αυξήθηκε σημαντικά κατά την διάρκεια βάρδιας με BFR. Οι ερευνητές υπέθεσαν, ως εκ τούτου, ότι ακόμα και το περπάτημα σε χαμηλή ταχύτητα με χρήση της μεθόδου BFR είναι ικανό να προκαλέσει υπερτασικές αντιδράσεις στην αορτή, αποτελώντας έτσι σημαντικό παράγοντα κινδύνου σε ασθενείς με περιφερική αρτηριακή νόσο. Άρα, η συνταγογράφηση της άσκησης με χρήση BFR θα πρέπει να γίνεται προσεκτικά και προσαρμοσμένα όπως αναφέρεται στον πίνακα 2.1 και το Διάγραμμα 2.3.

Από την κριτική μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει η χρήση BFR σε άσκηση βάρδιας, αποτελεί έναν εναλλακτικό τύπο βάρδιας με πολλαπλά οφέλη. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση της BFR σύμφωνα με τις παραπάνω έρευνες μετά από χρόνια παρέμβαση 3-6 εβδομάδων προκαλεί αύξηση στην Vo_{2max} , βελτίωση στον καρδιακό αυτόνομο έλεγχο, στην ρύθμιση της καρδιακής συχνότητας από το αυτόνομο νευρικό σύστημα, στην επαναφορά της HRV, στον μέγιστο κατά λεπτό αερισμό και στην υπετροφία των μυών που εφαρμόζεται. Η συχνότητα της βάρδιας με χρήση BFR ήταν 3-6 φορές την εβδομάδα και η ιδανική απόφραξη για βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων είναι το 50% της ολικής αγγειακής απόφραξης. Τα προπονητικά πρωτόκολλα που προτείνουν οι παραπάνω έρευνες αποτελούνται από

διαλειμματική άσκηση βάρδιας 2-3 λεπτών, 5 περιόδων, με 1 λεπτό διάλειμμα και με συνεχή συμπίεση των περιχειρίδων.

Σχετικά με την ασκησιακή απόκριση, η μέθοδος BFR σύμφωνα με τις παραπάνω έρευνες αυξάνει τον πνευμονικό αερισμό, το γαλακτικό οξύ, την συσσώρευση ενδομυϊκών μεταβολιτών και τις τιμές V_e/V_{O_2} . Επιπρόσθετα, η χρήση του προκαλεί αύξηση της ενεργειακής δαπάνης, όπως και αύξηση του κόστους οξυγόνου, του μεταβολικού κόστους, του συσσωρευμένου ελλείματος οξυγόνου, της μετα-προπονητικής κατανάλωσης οξυγόνου και της σχετικής έντασης.

Με αυτό τον τρόπο, η χρήση της BFR μπορεί σε μια άσκηση χαμηλής έντασης, όπως η βάρδια, να προκαλέσει ασκησιογενείς προσαρμογές σε πληθυσμούς όπου η έλλειψη λειτουργικότητας αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για βαρύτερες φορτίσεις.

Η μέθοδος BFR πρέπει να είναι εξατομικευμένη λαμβάνοντας υπ' όψιν τους παράγοντες κινδύνου όπως η αύξηση της περιφερικής-κεντρικής αρτηριακής πίεσης^{120,131} και να ελαχιστοποιεί τον πόνο και την αίσθηση δυσφορίας. Τέλος, πρέπει να εφαρμοστούν περισσότερα πρωτόκολλα χρόνιας εφαρμογής της μεθόδου BFR, ώστε να ερευνηθεί αν τα μακροχρόνια οφέλη της άσκησης με BFR είναι ικανά να αντισταθμίσουν τους καρδιαγγειακούς κινδύνους που αφορούν ασθενείς με περιφερική αρτηριακή νόσο λόγω της αύξησης της κυκλοφοριακής επιβάρυνσης.

2.9 Άσκηση στην αποκατάσταση και σε ειδικούς πληθυσμούς με χρήση περιορισμού ροής αίματος

Η εφαρμογή προγραμμάτων άσκησης BFR εφαρμόζεται τα τελευταία έτη στην αποκατάσταση και σε ειδικούς πληθυσμούς όπως στην αποκατάσταση, στα άτομα τρίτης ηλικίας, σε υπερτασικούς και σε ασθενείς με χρόνιες παθήσεις^{65,67-74}. Στη συνέχεια, παρατίθενται ενδεικτικά τα αποτελέσματα και η μεθοδολογία προγραμμάτων αερόβιας άσκησης και άσκησης με αντιστάσεις στους παραπάνω πληθυσμούς με την χρήση της μεθόδου BFR.

Ο Ladlow και συνεργάτες (2018), αξιολόγησαν αν η χρήση BFR σε συνδυασμό με χαμηλού φορτίου άσκησης αντιστάσεων παράγει κλινικά αποτελέσματα στην μυοσκελετική αποκατάσταση¹⁰⁷. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν 3 εβδομάδες με συχνότητα 3-5 φορές και συμμετείχαν 28 ενήλικες με τραυματισμό στο κάτω άκρο. Οι συμμετέχοντες ακολούθησαν τυχαία ένα συμβατικό πρόγραμμα άσκησης με αντιστάσεις ή ένα πρόγραμμα άσκησης χαμηλού φορτίου με BFR (30% της μέγιστης δύναμης). Οι μετρήσεις έγιναν πριν και μετά την παρέμβαση. Οι περιχειρίδες ήταν ρυθμισμένες στο 60% της ολικής αγγειακής απόφραξης των

κάτω άκρων και η συμπίεση δεν ήταν διαρκής σε όλη την συνεδρία. Μετά την παρέμβαση, παρατηρήθηκαν και στις 2 ομάδες βελτιώσεις στη μυϊκή δύναμη και την υπερτροφία. Ωστόσο, η ομάδα BFR εμφάνισε επίσης σημαντικές βελτιώσεις στη λειτουργική ικανότητα (Δοκιμασία Ισορροπίας «Υ» και Παλίνδρομο Τεστ). Συμπερασματικά, η χρήση της μεθόδου BFR σε ασκήσεις αντιστάσεων χαμηλού φορτίου έχει την δυνατότητα να προκαλέσει θετικές προσαρμογές χωρίς την χρήση υψηλού φορτίου. Ως εκ τούτου, θα μπορούσε να θεωρηθεί σημαντική επιλογή αποκατάστασης σε ασθενείς που πάσχουν από λειτουργικούς περιορισμούς στους οποίους αντενδείκνυται η συμβατική άσκηση με αντιστάσεις.

Ο Korakakis και συνεργάτες (2018), εξέτασαν αν η προπόνηση αντιστάσεων χαμηλού φορτίου με χρήση BFR μειώνει τον πόνο στην πρόσθια επιφάνεια του γονάτου σε σχέση με την προπόνηση με αντιστάσεις χαμηλού φορτίου χωρίς BFR¹³². Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 40 ασθενείς με διαγνωσμένο πόνο στην πρόσθια επιφάνεια του γονάτου. Οι περιχειρίδες ήταν ρυθμισμένες στο 80% της ολικής αγγειακής απόφραξης και διατηρήθηκαν σε κάθε συνεδρία. Κάθε ασθενής έκανε 4 σετ εκτάσεων γονάτων ανοικτής κινητικής αλυσίδας, στα οποία εφαρμόστηκε μοντέλο παρακολούθησης πόνου με υποκειμενική αναφορά περίπου 4/10. Έπειτα, οι ασθενείς συμμετείχαν σε μια συνεδρία φυσικοθεραπείας που περιλάμβανε ασκήσεις με αντιστάσεις για τα κάτω άκρα, ασκήσεις κορμού και ισορροπίας. Οι μετρήσεις έγιναν πριν και μετά από κάθε συνεδρία. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Ωστόσο, η μείωση της ευαισθησίας στα ερεθίσματα πόνου που παρατηρήθηκε με την χρήση της μεθόδου BFR, θα μπορούσε να υποδεικνύει την παρέμβαση με χρήση BFR στο πλαίσιο προθέρμανσης (preconditioning) πριν την αποκατάσταση των ασθενών με πόνο στην πρόσθια επιφάνεια του γονάτου.

Ο Matthew και συνεργάτες (2019), αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος άσκησης με BFR στο σπίτι στην υπερτροφία και την δύναμη των τετρακεφάλων σε ασθενείς μετά από αποκατάσταση ρήξης πρόσθιου χιαστού⁷³. Στην έρευνα συμμετείχαν 9 ασθενείς και η παρέμβαση είχε διάρκεια 4 εβδομάδες, με συχνότητα 3 μέρες την εβδομάδα. Το προπονητικό πρόγραμμα περιλάμβανε ασκήσεις ενδυνάμωσης (ημικαθίσματα, εκτάσεις γονάτου) και άσκηση βάρδισης. Οι ασθενείς φορούσαν την περιχειρίδα στο εμπλεκόμενο κάτω άκρο, η οποία ήταν ρυθμισμένη στο 50% (~182mmHg) της ολικής απόφραξης. Επιπρόσθετα, η περιχειρίδα αποσυμπιέζονταν κάθε 1 λεπτό ανάμεσα στις επαναλήψεις και 2 λεπτά ανάμεσα στα σετ. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως βελτιώθηκε η συμμετρία των εκτεινόντων μυών του γονάτου, η λειτουργικότητα του τετρακεφάλου και η δύναμη, τόσο ώστε να μη διαφέρει πια από το μη τραυματισμένο κάτω άκρο. Επομένως, η άσκηση με χρήση BFR θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε ένα

πλάνο αποκατάστασης μετά από ρήξη πρόσθιου χιαστού. Τα αποτελέσματα θα μπορούσαν να επεκταθούν και στην πρόιμη μετεγχειρική φάση στο πλαίσιο της αποκατάστασης καθώς η χρήση της μεθόδου BFR μπορεί να βελτιώσει την λειτουργία των τετρακεφάλων.

Ο Pinto και συνεργάτες (2016), σύγκριναν την άσκηση με αντιστάσεις χαμηλού φορτίου με χρήση BFR, με την άσκηση υψηλού φορτίου σε υπερτασικές ηλικιωμένες γυναίκες⁶⁷. Στην έρευνα συμμετείχαν 18 υπερτασικές ηλικιωμένες γυναίκες ηλικίας 67.0 ± 1.7 ετών και ακολούθησαν τυχαία 3 διαφορετικές συνεδρίες. Οι συμμετέχουσες έπρεπε να εκτελέσουν 3 σετ εκτάσεων γονάτου των 10 επαναλήψεων στο 20% της μέγιστης δύναμης με χρήση BFR ή να εκτελέσουν 3 σετ εκτάσεων γονάτου των 10 επαναλήψεων στο 65% της μέγιστης δύναμης χωρίς BFR ή ακινησία με χρήση BFR. Η περιχειρίδες ήταν ρυθμισμένες στο 80% της ολικής αγγειακής απόφραξης και η συμπίεση ήταν συνεχής. Κατά την συνεδρία έγινε συνεχής καταγραφή των καρδιακών παλμών, όγκου παλμού, καρδιακής παροχής και της διαστολικής/συστολικής πίεσης. Έπειτα από την συνεδρία μετρήθηκε το γαλακτικό οξύ και η κλίμακα υποκειμενικής κόπωσης. Δεν εμφανίστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 συνθηκών άσκησης, καθώς και οι δύο είχαν ίδιες και αυξημένες αιμοδυναμικές και καρδιαγγειακές αποκρίσεις. Ωστόσο, η συνθήκη BFR σε σύγκριση με την άσκηση υψηλού φορτίου, παρουσίασε χαμηλότερη υποκειμενική αντίληψη κόπωσης, χαμηλότερο γαλακτικό οξύ και υψηλότερες αιμοδυναμικές απαιτήσεις.

Ο Clarkson και συνεργάτες (2017), εξέτασαν την επίδραση της μεθόδου BFR σε βάδιση χαμηλής έντασης σε ηλικιωμένους⁷⁵. Συνολικά συμμετείχαν 19 ηλικιωμένοι με ηλικίες 60-80 ετών, η παρέμβαση είχε διάρκεια 6 εβδομάδες και η συχνότητα ήταν 4 φορές την εβδομάδα. Οι συμμετέχοντες, σε κάθε συνεδρία εκτελούσαν βάδιση διάρκειας 10 λεπτών με σταθερή ταχύτητα 4χλμ/ώρα, με την χρήση BFR ή χωρίς και οι μετρήσεις έγιναν πριν, μετά τις 3 εβδομάδες και αμέσως μετά την παρέμβαση. Το γκρουπ που χρησιμοποίησε την μέθοδο BFR φορούσε τις περιχειρίδες σε όλη την διάρκεια της συνεδρίας και η πίεση ήταν ρυθμισμένη στο 60% της ολικής αγγειακής απόφραξης. Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγαλύτερη βελτίωση σε όλους τους δείκτες φυσικής λειτουργικότητας (30 Second Sit to Stand Test, Timed Up Go και Six-Minute Walk Test). Τέλος, η υποκειμενική αντίληψη κόπωσης ήταν μεγαλύτερη για το γκρουπ που ακολούθησε την μέθοδο BFR σε όλα τα χρονικά σημεία μετρήσεων.

Η Harper και συνεργάτες (2019), αξιολόγησαν την επίδραση της άσκησης με BFR σε ηλικιωμένους με οστεοαρθρίτιδα γόνατος⁷⁰. Στην έρευνα συμμετείχαν 60 άτομα ηλικίας >60 ετών με φυσικούς περιορισμούς και συμπτωματική οστεοαρθρίτιδα γόνατος. Τα άτομα διαχωρίστηκαν σε 2 γκρουπ, το πρώτο ακολούθησε άσκηση χαμηλού φορτίου με χρήση BFR στο 20% της μέγιστης δύναμης και το δεύτερο μέτριας έντασης άσκηση με αντιστάσεις στο

60% της μέγιστης δύναμης. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 12 εβδομάδες με 3 συνεδρίες την εβδομάδα. Στο γκρουπ με χρήση BFR οι περιχειρίδες αποσυμπιέζονταν ανάμεσα σε κάθε αλλαγή άσκησης και η πίεση υπολογίστηκε με την σχετική εξίσωση [πίεση mmHg = $0.5(\text{Συστολική Πίεσης})+2(\text{Περιφέρεια Μηρού})+5$]⁷⁰. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το γκρουπ BFR είχε αυξημένο αυτοαναφερόμενο πόνο και αυξημένη κλίμακα Borg σχετικά με την άσκηση μέτριας έντασης. Συμπερασματικά, η άσκηση με BFR αποτελεί μια πιθανή στρατηγική, παρόλο που είναι λιγότερο αποτελεσματική στην συγκεκριμένη έρευνα καθώς απαιτούνται έρευνες με μεγαλύτερο δείγμα και καλύτερη μεθοδολογία.

Ο Staunton και συνεργάτες (2015), εξέτασαν τις αιμοδυναμικές επιδράσεις της χρήσης BFR, σε αερόβια άσκηση με αντιστάσεις, σε νέους και ηλικιωμένους⁷⁷. Στην έρευνα συμμετείχαν 11 άτομα ηλικίας 22 ± 1 ετών και 13 ηλικιωμένοι ηλικίας 69 ± 1 ετών. Οι μετρήσεις έγιναν με 2 διαφορετικές παρεμβάσεις σε κάθε γκρουπ, πριν και μετά την άσκηση. Στην πρώτη συνθήκη εκτέλεσαν μια συνεδρία ενδυνάμωσης των κάτω άκρων στο 20% της μέγιστης δύναμης και στην δεύτερη βόδιση στον διάδρομο με ταχύτητα 4χλμ/ώρα, με διάστημα 4 ημερών μεταξύ τους. Η κάθε συνεδρία ήταν χωρισμένη σε 2 περιόδους, όπου τυχαία στην μία περίοδο οι συμμετέχοντες φορούσαν περιχειρίδες. Η συμπίεση του BFR ήταν διαρκής στο 60% της ολικής αγγειακής απόφραξης. Τα αποτελέσματα της παρέμβασης έδειξαν πως οι επιδράσεις της άσκησης με BFR ήταν κοινές μεταξύ των νέων και των ηλικιωμένων. Επιπρόσθετα, οι αιμοδυναμικές προσαρμογές ήταν μεγαλύτερες με την χρήση BFR (διαστολική, συστολική και μέση αρτηριακή πίεση). Ακόμη, οι αιμοδυναμικές προσαρμογές στην άσκηση με αντιστάσεις με BFR ήταν μεγαλύτερες σε σχέση με την βόδιση με BFR. Συμπερασματικά, η χρήση της μεθόδου BFR μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της μυϊκής ατροφίας σε συνδυασμό με βόδιση, όπως και στην δύναμη και την λειτουργικότητα. Η βόδιση αποτελεί μια μορφή σωματικής άσκησης που δεν αυξάνει το καρδιαγγειακό στρες, ενώ παράλληλα με την χρήση BFR μπορεί να ωφελήσει ασκούμενους και να οδηγήσει σε αντίστοιχες βελτιώσεις που θα λάμβαναν από υψηλής έντασης άσκηση.

Ο Cook και συνεργάτες (2017), αξιολόγησαν την χρήση της μεθόδου BFR σε άσκηση με αντιστάσεις σε ηλικιωμένους με κινητικούς περιορισμούς⁶⁹. Στην έρευνα συμμετείχαν 36 ηλικιωμένοι με μέσο όρο ηλικίας 75.6 ετών. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 12 εβδομάδες και η συχνότητα ήταν 2 συνεδρίες την εβδομάδα. Οι συμμετέχοντες διαχωρίστηκαν τυχαία σε 3 γκρουπ: 1) άσκηση υψηλού φορτίου στο 70% της μέγιστης δύναμης, 2) άσκηση χαμηλού φορτίου στο 30% της μέγιστης δύναμης με BFR ή 3) άσκηση χαμηλού φορτίου στο 30% της μέγιστης δύναμης. Η πίεση της περιχειρίδας ήταν ρυθμισμένη στις 1.5 φορές της βραχιόνιας συστολικής πίεσης και αποσυμπιέζονταν ανάμεσα στις ασκήσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως

οι 2 πρώτες συνθήκες είχαν κοινή μέγιστη εκούσια συστολή, ενώ η ταχύτητα βάρδισης και η δύναμη αυξήθηκαν για όλα τα γκρουπ χωρίς σημαντικές διαφορές.

Η Ferreira και συνεργάτες (2015), εξέτασαν την καρδιακή και αιμοδυναμική ανάρρωση μετά από μια συνεδρία αερόβιας άσκησης με ή χωρίς BFR σε ηλικιωμένους⁷⁶. Στην έρευνα συμμετείχαν 21 άτομα και ακολούθησαν 3 διαφορετικά πρωτόκολλα σε τυχαία σειρά, με ελάχιστο χρονικό διαστήμα 72 ωρών μεταξύ τους. Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν αερόβια άσκηση για 20 λεπτά σε δαπεδοεργόμετρο στο 40% VO_{2max} ή στο 40% VO_{2max} με BFR ή στο 70% της VO_{2max} . Οι περιχειρίδες ήταν ρυθμισμένες στο 50% της ολικής αγγειακής απόφραξης και χρήση τους ήταν συνεχής. Τα αποτελέσματα της παρέμβασης έδειξαν μειωμένη τιμή της συστολικής πίεσης στην μέθοδο BFR μετά από 30 λεπτά ξεκούρασης. Επίσης, οι αποκρίσεις του αυτόνομου νευρικού συστήματος και του καρδιαγγειακού, υποδεικνύουν πως το καρδιαγγειακό στρες ήταν μικρότερο σχετικά με την άσκηση υψηλής έντασης, παρουσιάζοντας την μέθοδο BFR ως μια πιθανά καταλληλότερη επιλογή άσκησης σε ηλικιωμένους.

Από την κριτική μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η χρήση της μεθόδου BFR προκαλεί πολύπλευρες βελτιώσεις σε ειδικούς πληθυσμούς. Πιο συγκεκριμένα, αποτελεί μια ασφαλή, εφικτή και αποτελεσματική άσκηση για ηλικιωμένους. Καθώς βελτιώνει την μυϊκή δύναμη, την υπετροφία και την λειτουργική ικανότητα. Επίσης, προκαλεί μικρότερο καρδιαγγειακό στρες, ενώ διαθέτει υψηλότερες αιμοδυναμικές απαιτήσεις βελτιώνοντας παράλληλα όλους τους δείκτες της φυσικής κατάστασης. Ακόμη, μειώνει την ευαισθησία στα ερεθίσματα πόνου στην πρόσθια επιφάνεια του γονάτου και βελτιώνει την συμμετρία των εκτεινόντων μυών του γονάτου στην αποκατάσταση ρήξης πρόσθιου χιαστού. Ωστόσο, στην οστεοαρθρίτιδα γόνατος παρουσίασε αυξημένο αυτοαναφερόμενο πόνο και υψηλότερη κλίμακα υποκειμενικής κόπωσης.

Συμπερασματικά, η χαμηλού φορτίου αερόβια άσκηση με αντιστάσεις και η βάρδιση με χρήση BFR αποτελεί μια σημαντική εναλλακτική επιλογή για ηλικιωμένους, άτομα με έντονη μυϊκή αδυναμία, άτομα με ελλείματα στην μυοσκελετική λειτουργία και ασθενείς όπου η άσκηση υψηλού φορτίου αντενδείκνυται. Η προτεινόμενη μέθοδος που προκαλεί βελτιώσεις σύμφωνα με τις παραπάνω έρευνες είναι με συχνότητα 2-4 φορές την εβδομάδα, με συνολικό χρόνο άσκησης 10'-20', πίεση ρυθμισμένη στο 50-60% της ολικής αγγειακής απόφραξης, συνεχής ή διαλειμματική αποσυμπίεση ανάμεσα στις ασκήσεις και ένταση άσκησης στο 20-30% της 1-MAE ή στο 30-40% της VO_{2max} .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Δείγμα

Συνολικά συμμετείχαν 13 ασθενείς με ΠΣ. Η μέθοδος επιλογής δείγματος που χρησιμοποιήθηκε ήταν δειγματοληψία ευκολίας (convenience-availability sampling). Συμμετείχαν 6 άνδρες και 7 γυναίκες, με ηλικία 48.62 ± 10.55 χρόνια, σωματικό βάρος 77.38 ± 22.29 kg, ύψος 1.69 ± 0.10 m, και δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) 27 ± 6.54 . Η σοβαρότητα της ΠΣ, σύμφωνα με την κλίμακα EDSS ήταν 3.38 ± 1.66 και η διάγνωση της είχε γίνει 9.69 ± 4.66 χρόνια πριν (δημογραφικός πίνακας 3.1). Τα κριτήρια επιλογής ήταν: ηλικία μεταξύ 18-60, EDSS 2.0-5.5³³, διάγνωση ΠΣ σύμφωνα με τα αναθεωρημένα κριτήρια McDonald¹³³ και έλλειψη επιδείνωσης της ΠΣ τους τελευταίους τρεις μήνες πριν από την περίοδο παρέμβασης. Τα κριτήρια αποκλεισμού από την πειραματική διαδικασία ήταν: μη επικυρωμένη διάγνωση της νόσου από νευρολόγο, παράλληλη ύπαρξη διαφορετικής ασθένειας που επηρεάζει το ΚΝΣ ή άλλες χρόνιες-ψυχιατρικές παθήσεις, συστηματική άσκηση ή φυσική δραστηριότητα τους τελευταίους τρεις μήνες πριν την περίοδο παρέμβασης, διευρυμένη κλίμακα κατάστασης αναπηρίας EDSS > 6¹³⁴ επιπλοκές που αποτρέπουν την άσκηση, αδυναμία ανεξάρτητης βάδισης με ή χωρίς χρήση βοηθήματος (περιπατητήρας, μπαστούνι κλπ) για τουλάχιστον 10m^{29,38,44}, επεισόδιο υποτροπής ασθένειας τις τελευταίες 30 μέρες²⁸, υψηλή αρτηριακή πίεση ηρεμίας (140-159/90-94 mmHg)¹²⁰, σοβαρά οπτικά ελλείμματα. Το χαμηλό επίπεδο ρίσκου και κινδύνου βασίστηκε στην συμπλήρωση ερωτηματολογίου 2019 Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+)^{28,135} μαζί με την έγκριση γιατρού για άσκηση. Οι ασθενείς χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες, στην Άσκηση Βάδισης+BFR (N=4), στην Άσκηση Βάδισης (N=4) και στην Ομάδα Ελέγχου (N=5).

	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Ηλικία (έτη)	48,62	±10,55
A.B.	46.5	±11.27
A.B.+BFR	47.25	±11.62
O.E.	51.4	±11.01
Βάρος (kg)	77.38	±22.29
A.B.	73	±28.44
A.B.+BFR	83.25	±27
O.E.	76.2	±16.8
Ύψος (cm)	1.69	±0.10
A.B.	1.66	±0.16
A.B.+BFR	1.7	±0.041

O.E.	1.7	±0.99
ΔΜΣ (kg/cm²)	27	±6.54
A.B.	25.98	±5.59
A.B.+BFR	29.05	±10.23
O.E.	26.2	±4.48
EDSS	3.38	±1.66
A.B.	3.25	±1.5
A.B.+BFR	3.25	±1.26
O.E.	3.6	±2.3
Έτη Διάγνωσης	9.69	±4.66
A.B.	11.5	±5
A.B.+BFR	7	±2.94
O.E.	10.4	±5.36

Πίνακας 3.1 Δημογραφικός Πίνακας

3.2 Όργανα μέτρησης

Τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη είναι ελαστικές περιχειρίδες περιορισμού ροής αίματος - The Occlusion Cuff Elite (The Occlusion Cuff[®], UK) διαστάσεων 85 x 7 εκ. (εικόνα 3.1), Doppler αγγείων SD3 Series Ultrasonic Pocket Doppler με αγγειακό ανιχνευτή 8MHz (Edan[®], China) (εικόνα 3.2), αναλογικό πιεσόμετρο με στηθοσκόπιο A-PLUS (Alfacare[®], Greece) (εικόνα 3.3), αισθητήρας καρδιακής συχνότητας H10 Heart Rate sensor (Polar[®], Finland) (εικόνα 3.4), smartwatch Forerunner 235 (Garmin[®], US) (εικόνα 3.5) και ζυγαριά ακριβείας Index Smart Scale (Garmin[®], US).



Εικόνα 3.1 Περιχειρίδες περιορισμού ροής αίματος The Occlusion Cuff Elite, The Occlusion Cuff[®], UK



Εικόνα 3.2 Doppler αγγείων SD3 Series Ultrasonic Pocket Doppler με αγγειακό ανιχνευτή 8MHz. Edan®, China



Εικόνα 3.3 Αναλογικό πιεσόμετρο με στηθοσκόπιο A-PLUS, Alfacare®, Greece



Εικόνα 3.4 Αισθητήρας καρδιακής συχνότητας H10 Heart Rate sensor, Polar®, Finland



Εικόνα 3.5 Smartwatch Forerunner 235, Garmin®, US

3.3 Πειραματικό πρωτόκολλο

3.3.1 Δοκιμασίες

Η επίδραση του παρεμβατικού προγράμματος που εφαρμόστηκε στους ασθενείς εξετάστηκε πριν και μετά την παρέμβαση με τις παρακάτω δοκιμασίες λειτουργικής ικανότητας: 10-Meter Walk Test (10MWT), Berg Balance Scale (BBS), 6-Minute Walk Test (6MWT), 3-Meter Backward Walk (3MBW), 25-Foot Walk Test (25FWT).

Χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω ερωτηματολόγια για την αξιολόγηση της σοβαρότητας της νόσου και της ποιότητας ζωής: Κλίμακα Κόπωσης (MFIS), ο Δείκτης Λειτουργικότητας (WHODAS 2.0) και ο Δείκτης Ποιότητας Ζωής (WHOQOL). Επίσης, μετρήθηκε η αρτηριακή πίεση ηρεμίας, και η αποκατάσταση καρδιακών παλμών στο 1^ο λεπτό αμέσως μετά το 6MWT (Παράρτημα Α).

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην κατοικία των ασθενών, σε χώρους όπου αισθάνονταν ασφάλεια και ένιωθαν οικεία. Αρχικά συμπληρώθηκαν τα ερωτηματολόγια MFIS, WHOQOL και WHODAS 2.0., ενώ στη συνέχεια υπολογίστηκε η αρτηριακή πίεση σε κατάσταση ηρεμίας. Οι ασθενείς έπρεπε να έχουν αποφύγει το κάπνισμα και την κατανάλωση καφεΐνης για τουλάχιστον 30 λεπτά πριν από την μέτρηση. Δόθηκε η οδηγία στους ασθενείς να καθήσουν για τουλάχιστον 5 λεπτά σε μια καρέκλα με υποστήριξη πλάτης με τα πόδια τους να εφάπτονται στο έδαφος και τα χέρια τους να υποστηρίζονται στο επίπεδο της καρδιάς. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι υπόλοιπες μετρήσεις με τυχαία σειρά επιλογής σε κάθε ασθενή (counter balanced), για να αποφευχθεί η επίδραση μάθησης (carry over effect). Η χρονική διάρκεια διαλείμματος ανάμεσα στις μετρήσεις ήταν 2-3 λεπτά ώστε να αποφευχθεί η κόπωση (fatigue effect). Εξαίρεση στην τυχαία επιλογή σειράς αποτελούσε το 6MWT το οποίο εφαρμόστηκε πρώτο.

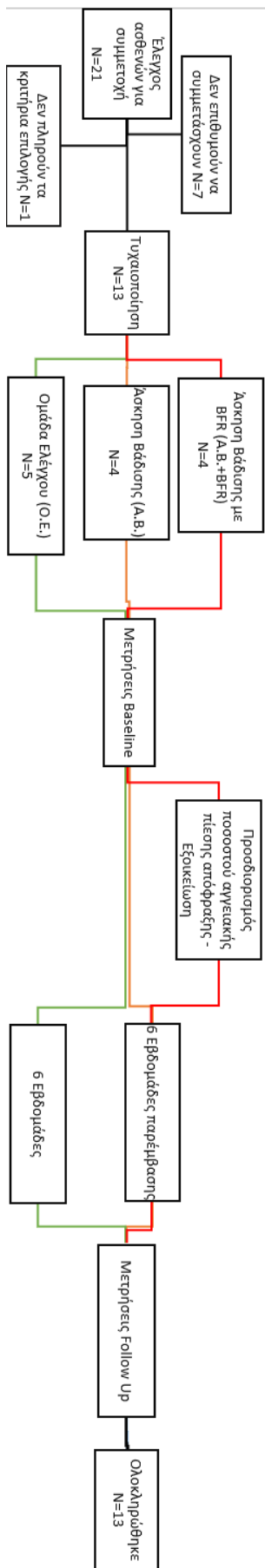
3.3.2 Πειραματική διαδικασία

Στην πρώτη επίσκεψη στο χώρο του σπιτιού τους, οι ασθενείς ενημερώθηκαν για τον σκοπό, την πειραματική διαδικασία και τα πιθανά οφέλη της μελέτης και υπέγραψαν συνειδητά την συναίνεση συμμετοχής τους (Παράρτημα Β). Έγινε σαφές σε όλους τους ασθενείς ότι μπορούν να αποσυρθούν από την διαδικασία όποτε επιθυμούσαν. Οι συμμετέχοντες δεν έλαβαν καμία ταυτόχρονη φυσική θεραπεία και δεν συμμετείχαν σε κανένα άλλο οργανωμένο πρόγραμμα άσκησης καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Έπειτα, οι ασθενείς χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες: στην ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα άσκησης βάδισης με περιορισμένη ροή αίματος (A.B.+BFR), στην ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα άσκησης βάδισης (A.B.) και στην ομάδα ελέγχου (O.E.). Στην συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις. Κάθε ασθενής ζυγίστηκε αρχικά στην ηλεκτρονική ζυγαριά. Έλαβαν οδηγίες να σταθούν ακίνητοι με τα χέρια στο πλάι, φορώντας τα αθλητικά τους ρούχα και χωρίς παπούτσια. Στην επόμενη μέτρηση, καταγράφηκε το ύψος, όπου δόθηκε η καθοδήγηση στους ασθενείς να αφαιρέσουν τα παπούτσια τους, να αφήσουν τα χέρια στο πλάι και να αντικρίζουν ακριβώς μπροστά. Η πλάτη, οι γλουτοί και οι πτέρνες ήταν σε επαφή με τον τοίχο και η απόσταση από το πάτωμα έως το υψηλότερο σημείο του κεφαλιού τους προσδιόρισε το ύψος τους. Ο ΔΜΣ υπολογίστηκε από το σωματικό βάρος των ασθενών σε σχέση με το αντίστοιχο ύψος τους. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι αρχικές μετρήσεις (baseline).

Στην δεύτερη επίσκεψη αποκλειστικά για τους ασθενείς της A.B.+BFR έγινε εξοικείωση με την χρήση των περιχειρίδων περιορισμού ροής αίματος, ενώ η A.B. ξεκίνησε απευθείας το παρεμβατικό πρόγραμμα (Διάγραμμα 3.1). Το παρεμβατικό πρόγραμμα βάδισης και των δύο ομάδων ήταν με πλήρη επίβλεψη (supervised) στην οικεία των δοκιμαζόμενων. Συνολικά το πρόγραμμα άσκησης και των δύο ομάδων είχε διάρκεια 6 εβδομάδες, με συχνότητα 3 συνεδρίες την εβδομάδα και κάθε συνεδρία είχε διάρκεια 50-55 λεπτά. Στην αρχή κάθε συνεδρίας οι ασθενείς έκαναν 5 λεπτά προθέρμανση αποτελούμενη από χαμηλής έντασης λειτουργικές ασκήσεις με το βάρος του σώματος ώστε να προαχθεί η θερμορύθμιση. Έπειτα εκτέλεσαν 3 περιόδους βάδισης διάρκειας 10 λεπτών με διάλειμμα 5 λεπτών. Η ταχύτητα βάδισης ορίστηκε στο 80% της ταχύτητας που είχε υπολογισθεί από τη δοκιμασία μέτρησης 6MWT²⁵ με την χρήση smartwatch (Garmin Forerunner® 235) και διατηρήθηκε σταθερή μέχρι και το τέλος του παρεμβατικού προγράμματος. Τέλος, στην αποθεραπεία διάρκειας 5-10 λεπτών εκτελούσαν απλές στατικές διατάξεις και αναπνευστικές ασκήσεις χαλάρωσης. Οι ασθενείς της A.B.+BFR φορούσαν ελαστικές περιχειρίδες περιορισμού ροής αίματος στο πιο

πλησιέστερο τμήμα του κάθε ποδιού με σταθερά προσδιορισμένη απόφραξη αίματος, καθ'όλη τη διάρκεια της βάρδιας περιλαμβανομένου και του διαλείμματος⁶⁶.

Ο περιορισμός ροής αίματος της A.B.+BFR ήταν σε ποσοστό 60% (πίνακας 3.2) της πίεσης που προκαλεί ολική απόφραξη της ροής των αγγείων της κνημιαίας αρτηρίας⁶². Για να εξοικειωθούν οι ασθενείς με το ποσοστό απόφραξης αίματος, αρχικά η πίεση ορίστηκε στα 120mmHg για 30δευτ. και στην συνέχεια αποσυμπιέστηκε για 10 δευτ. Έπειτα αυξήθηκε κατά 20mmHg για 30 δευτ., αποσυμπιέστηκε για 10δευτ. και συμπιέστηκε ξανά. Η διαδικασία επαναλήφθηκε μέχρι να επιτευχθεί η τελική πίεση απόφραξης που είχε οριστεί για τον κάθε ασθενή¹³⁶. Αμέσως μετά την τελευταία περίοδο βάρδιας, οι ελαστικές περιχειρίδες αποσυμπιέστηκαν ώστε να επανέλθει η φυσιολογική ροή του αίματος των ασθενών.



Διάγραμμα 3.1 Συμμετέχοντες: ■ A.B.+BFR, ■ A.B., ■ O.E

Κωδικός Συμμετέχοντα A.B.+BFR	Ολική Απόφραξη (mmHg)	60% της Ολικής Απόφραξης (mmHg)
1	216	130
2	233	140
3	283	170
4	316	190

Πίνακας 3.2 Περιορισμός ροής αίματος συμμετοχόντων A.B.+BFR.

3.3.3 Προσδιορισμός ποσοστού αγγειακής πίεσης απόφραξης

Για τον υπολογισμό του ποσοστού πίεσης αγγειακής απόφραξης, οι ασθενείς στην δεύτερη επίσκεψη εξοικείωσης ξεκουράστηκαν αρχικά σε ύπτια θέση για 10 λεπτά¹⁰⁰. Στην συνέχεια, τοποθετήθηκαν οι ελαστικές περιχειρίδες (The Occlusion Cuff Elite[®]) πλάτους 85x7εκ, ενώ παράλληλα τοποθετήθηκε αγγειακός ανιχνευτής Doppler (Edan[®] SD3 Series Ultrasonic Pocket Doppler) στην οπίσθια κνημιαία αρτηρία¹³⁷. Η πίεση των ελαστικών περιχειρίδων αυξήθηκε σταδιακά μέχρι να διακοπεί ο ακουστικός παλμός της κνημιαίας αρτηρίας προκαλώντας ολική απόφραξη ροής, ώστε να υπολογιστεί το ποσοστό απόφραξης.

3.4 Πειραματικός σχεδιασμός

3.4.1 Ανεξάρτητες μεταβλητές

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν:

- Η Πειραματική Συνθήκη η οποία είχε τρία επίπεδα:
 - i) Πρόγραμμα βάρδισης με περιορισμό ροής αίματος (Άσκηση Βάρδισης+BFR)
 - ii) Πρόγραμμα βάρδισης (Άσκηση Βάρδισης)
 - iii) Ομάδα Ελέγχου
- Ο Χρόνος ο οποίος είχε δύο επίπεδα
 - i) Baseline (Pre test)
 - ii) Post test

3.4.2 Εξαρτημένες μεταβλητές

- Κύριες (primary outcome variables): Δοκιμασίες λειτουργικής ικανότητας 10MWT, BBS, 6MWT, αποκατάσταση καρδιακών παλμών στο 1^ο λεπτό αμέσως μετά το 6MWT, 3MBW, 25FWT και οι απαντήσεις στην κλίμακα WHODAS 2.0.
- Δευτερεύουσες (secondary outcome variables): Οι απαντήσεις στις κλίμακες MFIS, WHOQOL και η Αρτηριακή πίεση ηρεμίας.

3.5 Στατιστική ανάλυση

Χρησιμοποιήθηκε το Στατιστικό Πακέτο των Κοινωνικών Επιστημών (SPSS Version 18). Αξιολογήθηκε η αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου, ως προς τις εξαρτημένες μεταβλητές, με mixed 3X2 two way ANOVAs. T tests για εξαρτημένα δείγματα χρησιμοποιήθηκαν για post hoc comparisons. Οι intraclass reliability coefficients αξιολόγησαν την αξιοπιστία των μετρήσεων και χρησιμοποιήθηκε το .05 επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας για όλες τις παραπάνω αναλύσεις¹³⁸.

3.6 Στατιστικές υποθέσεις

1. Η απόσταση της δοκιμασίας λειτουργικής ικανότητας 6MWT της A.B.+BFR θα αυξηθεί περισσότερο σε σχέση με την A.B., ενώ η απόσταση της O.E. θα μείνει σταθερή.
2. Ο χρόνος επίτευξης της δοκιμασίας λειτουργικής ικανότητας 10MWT της A.B.+BFR θα μειωθεί περισσότερο σε σχέση με την A.B., ενώ ο χρόνος της O.E. θα μείνει σταθερός.
3. Ο χρόνος επίτευξης της δοκιμασίας λειτουργικής ικανότητας 3MBW της A.B.+BFR θα μειωθεί περισσότερο σε σχέση με την A.B., ενώ ο χρόνος της O.E. θα μείνει σταθερός.
4. Ο χρόνος επίτευξης της δοκιμασίας λειτουργικής ικανότητας 25FWT της A.B.+BFR θα μειωθεί περισσότερο σε σχέση με την A.B., ενώ ο

χρόνος της Ο.Ε. θα μείνει σταθερός.

5. Το αποτέλεσμα της δοκιμασίας λειτουργικής ικανότητας BBS της Α.Β.+BFR θα είναι υψηλότερο σε σχέση με την Α.Β., ενώ το αποτέλεσμα της Ο.Ε. θα μείνει σταθερό.
6. Το αποτέλεσμα του ερωτηματολογίου κλίμακας κόπωσης MFIS της Α.Β.+BFR θα είναι χαμηλότερο σε σχέση με την Α.Β., ενώ το αποτέλεσμα της Ο.Ε. θα μείνει σταθερό.
7. Το αποτέλεσμα του ερωτηματολογίου κλίμακας κόπωσης WHODAS 2.0 της Α.Β.+BFR θα είναι χαμηλότερο σε σχέση με την Α.Β., ενώ το αποτέλεσμα της Ο.Ε. θα μείνει σταθερό.
8. Το αποτέλεσμα του ερωτηματολογίου κλίμακας κόπωσης WHOQOL της Α.Β.+BFR θα είναι υψηλότερο σε σχέση με την Α.Β., ενώ το αποτέλεσμα της Ο.Ε. θα μείνει σταθερό.
9. Η αρτηριακή πίεση ηρεμίας της Α.Β.+BFR θα είναι χαμηλότερο σε σχέση με την Α.Β., ενώ η αρτηριακή πίεση ηρεμίας της Ο.Ε. θα μείνει σταθερή.
10. Η αποκατάσταση καρδιακών παλμών στο 1^ο λεπτό αμέσως μετά το 6MWT της Α.Β.+BFR θα είναι ταχύτερη σε σχέση με την Α.Β., ενώ η αποκατάσταση καρδιακών παλμών της Ο.Ε. θα μείνει σταθερή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Συνολικά προσεγγίστηκαν 21 ασθενείς με ΠΣ για την διεκπεραίωση της μελέτης. Οι 7 ασθενείς επέλεξαν να μην συμμετάσχουν στην έρευνα και ο ένας δεν πληρούσε τα κριτήρια επιλογής. Στην έρευνα παρέμειναν 13 άτομα τα οποία ολοκλήρωσαν το πρόγραμμα χωρίς καμία αρνητική επίπτωση.

4.1 Αξιοπιστία μετρήσεων *Intraclass*

Αξιολογήθηκε αρχικά η αξιοπιστία των μετρήσεων, με συντελεστές *Intraclass*. Χρησιμοποιήθηκαν τα κριτήρια με συντελεστή < .50 χαμηλό (poor), .50 έως .75 αποδεκτό (moderate), .75 - .90 καλό (good) και > .90 άριστο (excellent)¹³⁹. Τα αποτελέσματα έδωσαν άριστους συντελεστές για τις περισσότερες μετρήσεις και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 4.1).

Μεταβλητή	Intraclass Reliability Coefficients
10MWT	0.991
6MWT	0.990
HRdiff	0.515
3MBWT	0.977
25FWT	0.974
BBS	0.999
MFIS	0.952
WHOQOL D1	0.973
WHOQOL D2	0.868
WHOQOL D3	0.983
WHOQOL D4	0.956
SPB	0.947
DPB	0.915

Πίνακας 4.1 Αξιοπιστία μετρήσεων με συντελεστές *Intraclass Reliability Coefficients*

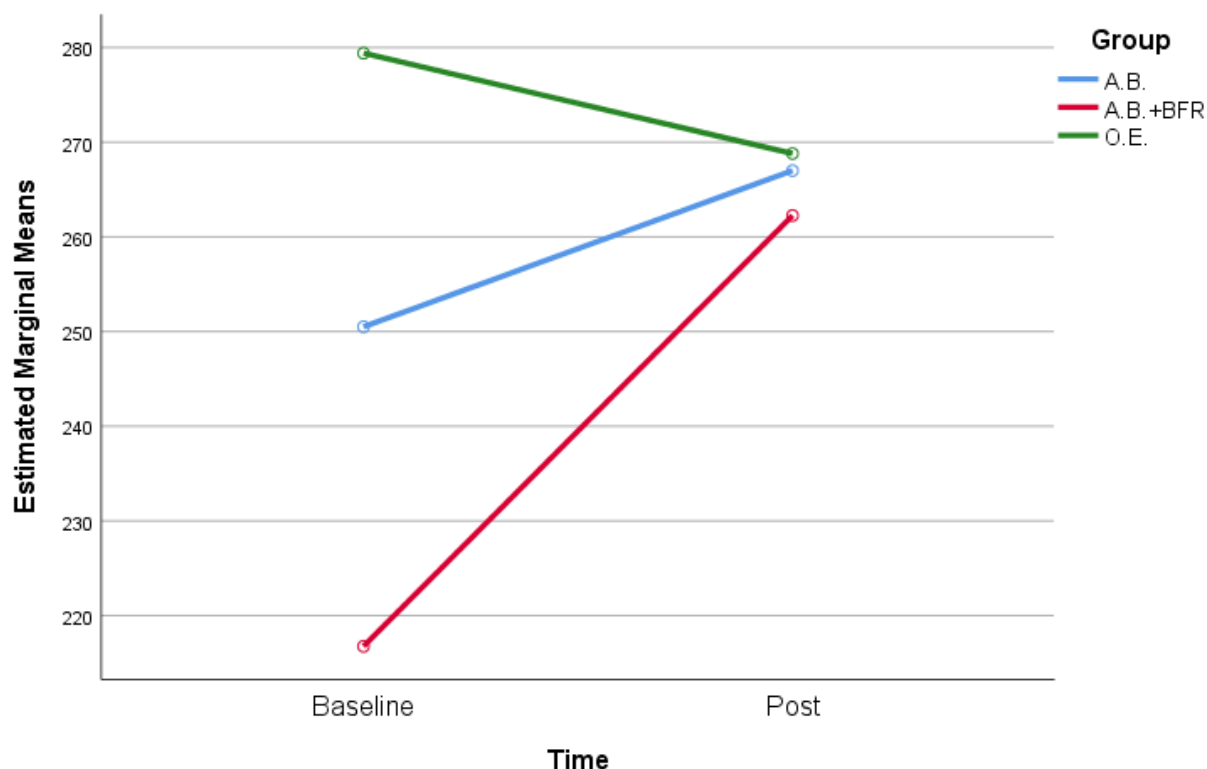
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, για τις κύριες (primary outcome variables) και δευτερεύουσες (secondary outcome variables) εξαρτημένες μεταβλητές που μετρήθηκαν.

4.2 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης

4.2.1 Κύριες εξαρτημένες μεταβλητές

6MWT

Βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου ως προς την επίδοση στη δοκιμασία βάρδισης 6MWT ($F=10.930$, $p=0.003$, $\eta^2=0.686$). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 4.1. Οι post hoc αναλύσεις αξιολόγησαν τις διαφορές, ανάμεσα στην αρχική και την τελική μέτρηση, για κάθε ομάδα ξεχωριστά. Αναφορικά με την A.B. βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο μετρήσεις ($t=-6.059$, $p=0.009$). Στην A.B.+BFR βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο μετρήσεις ($t=-3.23$, $p=0.048$). Τέλος, για την O.E., δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο μετρήσεις ($t=1.748$, $p=0.155$).



Σχήμα 4.1 Αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου ως προς την επίδοση 6MWT.

6MWT HRdiff

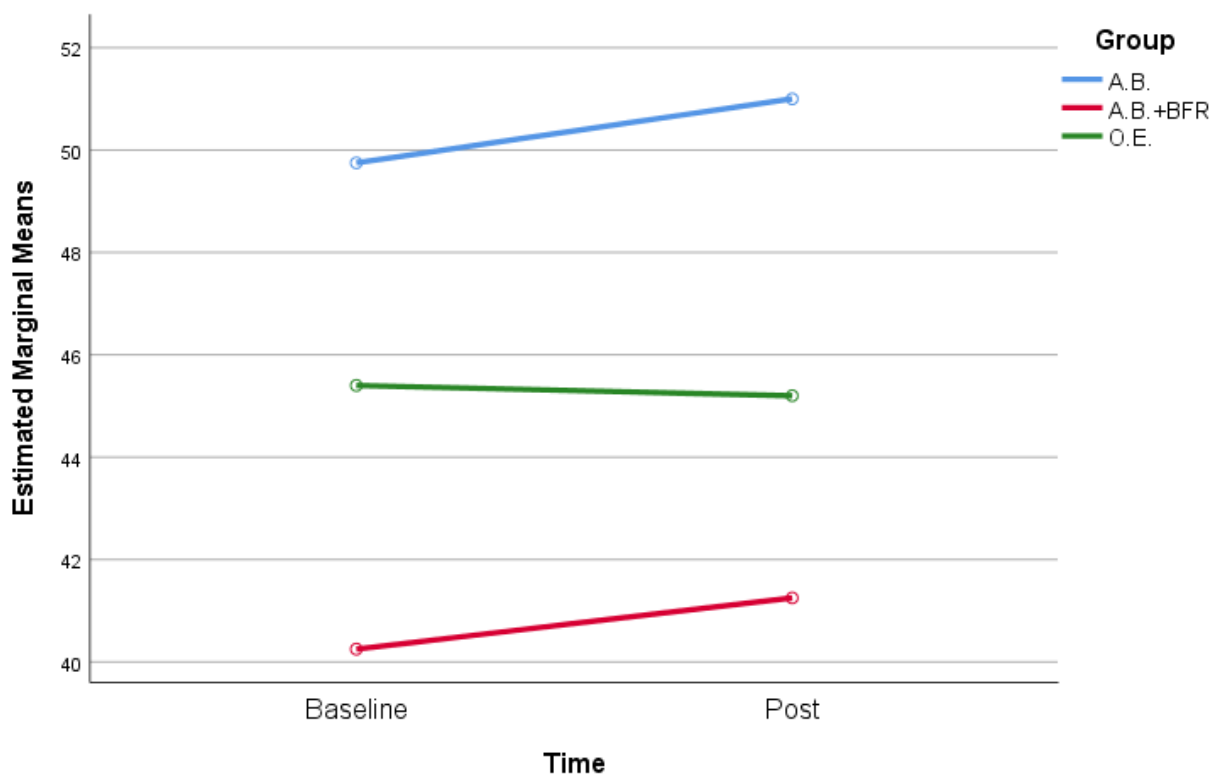
Δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την αποκατάσταση καρδιακών παλμών στο 1^ο λεπτό αμέσως μετά τη δοκιμασία βάδισης 6MWT ($F=0.864$, $p=0.451$, $\eta^2=0.147$). Επιπλέον δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση του χρόνου ($F=0.512$, $p=0.491$, $\eta^2=0.049$), ούτε και της πειραματικής συνθήκης ($F=2.692$, $p=0.116$, $\eta^2=0.350$) ξεχωριστά, αναφορικά με την αποκατάσταση καρδιακών παλμών στο 1^ο λεπτό αμέσως μετά τη δοκιμασία 6MWT.

10MWT

Δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την επίδοση στη δοκιμασία βάδισης 10MWT ($F=0.722$, $p=0.510$, $\eta^2=0.126$). Επιπλέον δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση του χρόνου ($F=0.949$, $p=0.353$, $\eta^2=0.087$), ούτε και της πειραματικής συνθήκης ($F=0.326$, $p=0.729$, $\eta^2=0.061$) ξεχωριστά, αναφορικά με την επίδοση στη δοκιμασία 10MWT.

BBS

Βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την επίδοση στη δοκιμασία BBS ($F=4.979$, $p=0.032$, $\eta^2=0.499$). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 4.2. Στις post hoc αναλύσεις, αναφορικά με την A.B. συνθήκη ($t=-2.611$, $p=0.080$) και την A.B.+BFR συνθήκη ($t=-2.449$, $p=0.092$), οι διαφορές ανάμεσα στις δύο μετρήσεις πλησίασαν το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας. Τέλος, για την O.E., δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο μετρήσεις ($t=1$, $p=0.349$).



Σχήμα 4.2 Αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου ως προς την επίδοση BBS.

3MBW

Δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την επίδοση στη δοκιμασία βάδισης 3MBW ($F=1.719$, $p=0.228$, $\eta^2=0.256$). Επιπλέον δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση του χρόνου ($F=1.306$, $p=0.280$, $\eta^2=0.115$), ούτε και της πειραματικής συνθήκης ($F=0.480$, $p=0.632$, $\eta^2=0.088$) ξεχωριστά, αναφορικά με την επίδοση στη δοκιμασία 3MBW.

25FWT

Δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την επίδοση στη δοκιμασία βάδισης 25FWT ($F=0.922$, $p=0.405$, $\eta^2=0.165$). Επιπλέον δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση του χρόνου ($F=0.661$, $p=0.435$, $\eta^2=0.062$), ούτε και της πειραματικής συνθήκης ($F=0.271$, $p=0.768$, $\eta^2=0.051$) ξεχωριστά, αναφορικά με την επίδοση στη δοκιμασία 25FWT.

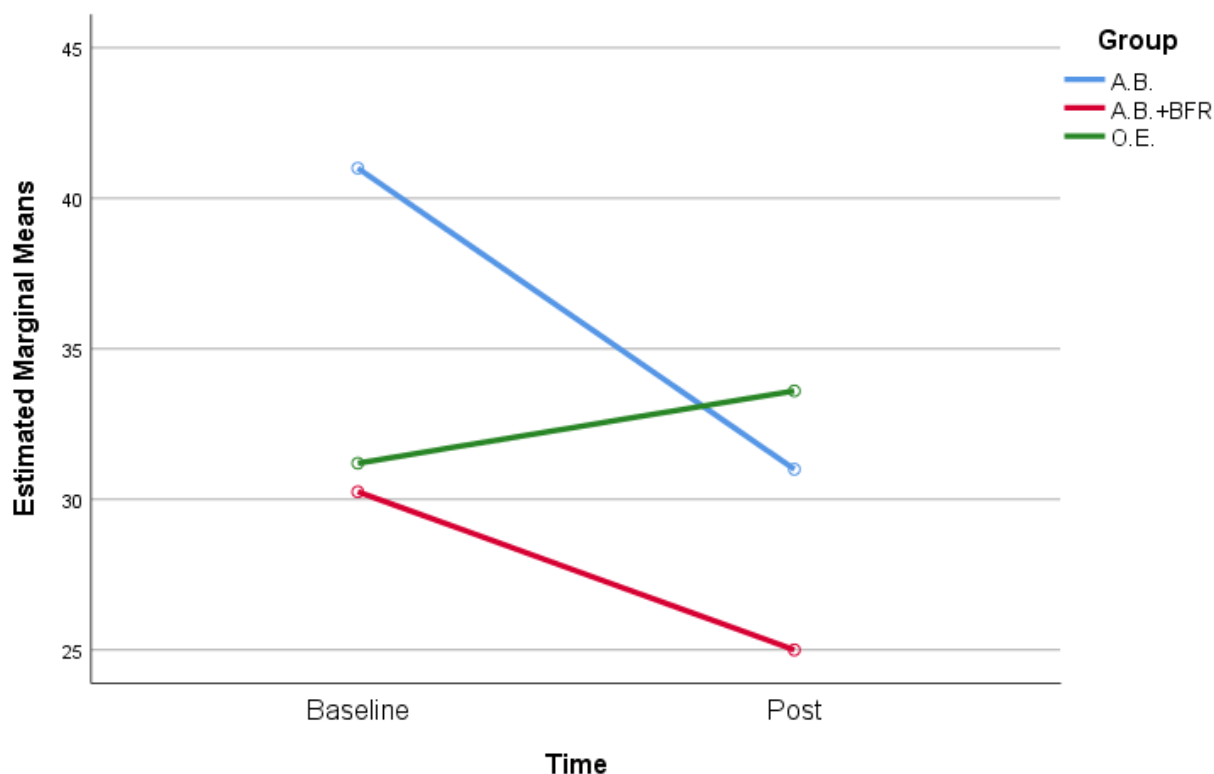
WHODAS

Δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την αξιολόγηση της λειτουργικότητας με την κλίμακα WHODAS 2.0 ($F=0.260$, $p=0.776$, $\eta^2=0.049$). Επιπλέον δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση του χρόνου ($F=0.104$, $p=0.753$, $\eta^2=0.010$), ούτε και της πειραματικής συνθήκης ($F=0.151$, $p=0.862$, $\eta^2=0.029$) ξεχωριστά, αναφορικά με το WHODAS 2.0.

4.2.2 Δευτερεύουσες εξαρτημένες μεταβλητές

MFIS

Βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την επίδοση στο ερωτηματολόγιο MFIS ($F=5.243$, $p=0.028$, $\eta^2=0.512$). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 4.3. Οι post hoc αναλύσεις για την ομάδα A.B. δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο μετρήσεις ($t=2.245$, $p=0.110$). Στην A.B.+BFR αντίθετα βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο μετρήσεις ($t=4.2$, $p=0.025$). Τέλος, για την O.E., δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο μετρήσεις ($t=-1.191$, $p=0.299$) αντίστοιχα.



Σχήμα 4.3 Αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου ως προς την επίδοση MFIS.

WHOQOLD1

Δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την κλίμακα WHOQOLD1 ($F=2.322$, $p=0.148$, $\eta^2=0.317$). Αντίθετα, βρέθηκε σημαντική επίδραση του χρόνου ($F=5.144$, $p=0.047$, $\eta^2=0.340$) αναφορικά με το WHOQOLD1. Τέλος, δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση της πειραματικής συνθήκης ($F=0.230$, $p=0.799$, $\eta^2=0.044$), αναφορικά με τις απαντήσεις στην κλίμακα WHOQOLD1.

WHOQOLD2

Δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την κλίμακα WHOQOLD2 ($F=1.640$, $p=0.242$, $\eta^2=0.247$). Επιπλέον δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση του χρόνου ($F=0.331$, $p=0.578$, $\eta^2=0.032$), ούτε και της πειραματικής συνθήκης ($F=1.640$, $p=0.242$, $\eta^2=0.247$), αναφορικά με την WHOQOLD2.

WHOQOLD3

Δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με τις απαντήσεις στην κλίμακα WHOQOLD3 ($F=1.255$, $p=0.326$, $\eta^2=0.201$). Επιπλέον δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση του χρόνου ($F=1.634$, $p=0.230$, $\eta^2=0.140$), ούτε και της πειραματικής συνθήκης ($F=1.255$, $p=0.326$, $\eta^2=0.201$), αναφορικά με την κλίμακα WHOQOLD3.

WHOQOLD4

Δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την κλίμακα WHOQOLD4 ($F=0.822$, $p=0.467$, $\eta^2=0.141$). Επιπλέον δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση του χρόνου ($F=0.992$, $p=0.343$, $\eta^2=0.090$), ούτε και της πειραματικής συνθήκης ($F=0.822$, $p=0.467$, $\eta^2=0.141$), αναφορικά με την κλίμακα WHOQOLD4.

SPB

Δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την SPB ($F=2.183$, $p=0.163$, $\eta^2=0.304$). Επιπλέον δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση του χρόνου ($F=1.352$, $p=0.272$, $\eta^2=0.119$) και της πειραματικής συνθήκης ($F=0.021$, $p=0.979$, $\eta^2=0.04$) ξεχωριστά, αναφορικά με την SPB.

DPB

Δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικής συνθήκης και χρόνου αναφορικά με την DPB ($F=0.756$, $p=0.494$, $\eta^2=0.131$). Επιπλέον δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση του χρόνου ($F=3.3$, $p=0.099$, $\eta^2=0.248$), ούτε και της πειραματικής συνθήκης ($F=1.151$, $p=0.355$, $\eta^2=0.187$) ξεχωριστά, αναφορικά με την DPB.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης, ήταν να διερευνηθεί η επίδραση ενός προγράμματος βάρδιας με BFR στη λειτουργικότητα των ασθενών με ΠΣ. Το δείγμα αποτελούταν από έναν πληθυσμό ασθενών με κατά μέσο όρο μέτρια κλίμακα EDSS και εφαρμόστηκε παρεμβατικό πρόγραμμα διαλειμματικής βάρδιας υπό πλήρη επίβλεψη, με ή χωρίς BFR.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων, ωστόσο η εξέταση των μέσων τιμών έδειξε πως υπάρχει διαφορά μεταξύ των αρχικών και των τελικών μετρήσεων. Επιβεβαιώνοντας τις ερευνητικές υποθέσεις που ήταν οι εξής:

- Οι ασθενείς που θα ακολουθήσουν το πρόγραμμα βάρδιας με BFR θα βελτιώσουν τη λειτουργικότητα περισσότερο, σε συγκριτικά με τους ασθενείς που θα ακολουθήσουν απλά το πρόγραμμα βάρδιας.
- Οι ασθενείς της ομάδας ελέγχου δεν θα έχουν βελτίωση στη λειτουργικότητα

Οι ασθενείς με ΠΣ που ακολούθησαν πρόγραμμα βάρδιας με ή χωρίς BFR, παρουσίασαν βελτίωση και η διαφορά ήταν σημαντική μεταξύ των μετρήσεων, πριν και μετά την παρέμβαση, στις κύριες εξαρτημένες μεταβλητές 6MWT και BBS. Ενώ στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφορά. Επιπρόσθετα, και οι δύο ομάδες άσκησης ασθενών με ΠΣ παρουσίασαν βελτίωση στις κατά μέσο όρο τιμές μετά την παρέμβαση, σε όλες τις λειτουργικές δοκιμασίες. Ακόμη, ο χρόνος βάρδιας μειώθηκε μετά την παρέμβαση στα λειτουργικά τεστ 10MWT, 3MBWT και 25FWT. Η απόσταση στο 6MWT που διένυσαν οι ασθενείς της ομάδας άσκησης αυξήθηκε και τα αποτελέσματα της δοκιμασίας BBS βελτιώθηκαν. Αξίζει να σημειωθεί πως, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του δείκτη κόπωσης MFIS και μείωση στις κατά μέσο όρο τιμές του δείκτη λειτουργικότητας WHODAS, αποκλειστικά στο γκρουπ που ακολούθησε βάρδια με BFR. Τέλος, δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφορά στα γκρουπ άσκησης, ούτε και στην ομάδα ελέγχου στον δείκτη ποιότητας ζωής WHOQOL.

Συγκεκριμένα, στις ομάδες άσκησης παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της απόστασης βάρδιας στην δοκιμασία 6MWT και σημαντική βελτίωση της απόδοσης στην δοκιμασία BBS, όπως και βελτίωση στις κατά μέσο όρο τιμές των λειτουργικών τεστ, ενώ στην ομάδα ελέγχου

που δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά. Έτσι, φαίνεται πως οι ασθενείς επωφελήθηκαν από το πρόγραμμα βάδισης, με ή χωρίς BFR, βελτιώνοντας την ισορροπία και την λειτουργικότητά τους. Αυτά τα ευρήματα συμφωνούν με αντίστοιχες προηγούμενες μελέτες με παρέμβαση προγράμματος βάδισης σε ασθενής με ΠΣ^{25,28,29,44-46}. Ωστόσο, παρόλο που βρέθηκε βελτίωση μεταξύ των αποτελεσμάτων πριν και μετά την παρέμβαση, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών βάδισης.

5.1 Αντιστοιχίες με προγράμματα βάδισης σε ασθενείς με Πολλαπλή Σκλήρυνση

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν πως η άσκηση βάδισης μπορεί να προκαλέσει βελτιώσεις σε ασθενείς με ΠΣ στην λειτουργικότητα, την ισορροπία και την κόπωση. Αντίστοιχα, πολλές έρευνες έχουν διαπιστώσει θετικές συνέπειες από την εφαρμογή ενός προγράμματος βάδισης σε ασθενής με ΠΣ, με διαφορετικά ερευνητικά πρωτόκολλα.

Σε συμφωνία με την παρούσα μελέτη βρίσκεται η έρευνα του Pilutti και συνεργατών (2011), που εντόπισαν αύξηση στην ταχύτητα της βάδισης των ασθενών με ΠΣ, έπειτα από πρόγραμμα βάδισης σε διάδρομο με υποστήριξη βάρους⁴⁵. Αντίθετα, εντόπισαν σημαντική βελτίωση και στους δείκτες ποιότητας ζωής, ενώ στην παρούσα μελέτη ο δείκτης WHOQOL δεν παρουσίασε κάποια σημαντική διαφορά, ούτε και στην κατά μέσο όρο τιμή πριν και μετά την παρέμβαση. Η διαφωνία αυτή οφείλεται πιθανότατα στην διάρκεια της παρέμβασης, η οποία ήταν 12 εβδομάδες σε σύγκριση με την παρούσα μελέτη όπου οι ασθενείς ακολούθησαν πρόγραμμα άσκησης διάρκειας 6 εβδομάδων. Επίσης, η χρονική περίοδος που διευθετήθηκε η έρευνα, με την έξαρση της πανδημίας Covid-19, πιθανότατα επηρέασε την σταθερότητα του δείκτη WHOQOL.

Ο Van Den Berg και συνεργάτες (2006), όπως και ο Peruzzi και συνεργάτες (2016), σε συμφωνία με την παρούσα μελέτη, βρήκαν αύξηση στην ταχύτητα, έπειτα από παρέμβαση με πρόγραμμα βάδισης σε ασθενείς με ΠΣ σε διάδρομο^{25,44}. Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα συμφωνούν με την έρευνα του Newman και συνεργατών (2007), οι οποίοι βρήκαν αύξηση στην αυτοεπιλεγμένη ταχύτητα βάδισης²⁹. Η αύξηση της ταχύτητας βάδισης όπως και η αυξημένη αντοχή είναι κλινικά σημαντικές, καθώς συνδέονται με αυξημένη λειτουργικότητα και αυτονομία²⁹.

Σχετικά με την διάρκεια της άσκησης, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης σε σύγκριση με άλλες έρευνες έχουν διαφορές στα πρωτόκολλα βάδισης. Ο Peruzzi και συνεργάτες (2016), εφάρμοσαν 3 περιόδους βάδισης διάρκειας 10 λεπτών με διάλειμμα 5 λεπτών σε συμφωνία με την παρούσα μελέτη, με διαφορά την αύξηση στην ταχύτητα στο 10% άνα εβδομάδα²⁵. Η ένταση της βάδισης υπολογίστηκε στο 80% της ταχύτητας των ασθενών

στην δοκιμασία 10MWT, άρα μετά από 4 εβδομάδες προγράμματος η τελική ταχύτητα ήταν στο 120% της βάδισης. Ενώ στην παρούσα μελέτη, η ταχύτητα υπολογίστηκε στο 80% της ταχύτητας των ασθενών στην δοκιμασία 6MWT και παρέμεινε σταθερή μέχρι το τέλος της παρέμβασης. Στην έρευνα του Peruzzi και συνεργατών (2016), συμμετείχαν ασθενείς με χαμηλότερη κλίμακα EDSS και μικρότερη τυπική απόκλιση²⁵. Άρα η λειτουργικότητα τους και η ικανότητα τους για αύξηση της ταχύτητας ήταν υψηλότερη. Ο Newman και συνεργάτες (2007), όπως και ο Van Den Berg και συνεργάτες (2006), είχαν κοινή συνολική διάρκεια βάδισης 30 λεπτών με την παρούσα μελέτη, αλλά οι ίδιοι ασθενείς επέλεξαν όποτε και αν χρειαστούν μέχρι και 3 διαλείμματα^{29,44}.

Σχετικά με την συχνότητα της άσκησης βάδισης, σε 3 μέρες ανά εβδομάδα, η παρούσα μελέτη βρίσκεται σε συμφωνία με την έρευνα των Peruzzi και συνεργατών (2016), Pilutti και συνεργατών (2011) και Van Den Berg και συνεργατών (2006)^{25,44,45}. Οι παραπάνω έρευνες παρόλο που είχαν κοινή συχνότητα άσκησης με την παρούσα μελέτη, βρήκαν σημαντικές βελτιώσεις στους ασθενείς, στην ταχύτητα, την αντοχή και την ποιότητα ζωής. Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται πιθανότατα στην διάρκεια των παραπάνω ερευνών και στο μέγεθος δείγματος σε σύγκριση με την παρούσα μελέτη, αλλά και στις χρονικές συγκυρίες που αναφέρονται παραπάνω.

5.2 Αντιστοιχίες με προγράμματα βάδισης με χρήση BFR σε ασθενείς με Πολλαπλή Σκλήρυνση

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν πως η άσκηση βάδισης με χρήση BFR μπορεί να προκαλέσει βελτιώσεις στην λειτουργικότητα, την ισορροπία και την κόπωση σε ασθενείς με ΠΣ. Από την αναζήτηση στην βιβλιογραφία, βρέθηκαν μόνο 2 μελέτες με παρεμβατικό πρόγραμμα άσκησης βάδισης με χρήση BFR σε ασθενείς με ΠΣ.

Η παρούσα μελέτη, συμφωνεί με την έρευνα των Darvishi και συνεργατών (2017), που εντόπισαν σημαντική βελτίωση στην ισορροπία των ασθενών με ΠΣ στην δοκιμασία BBS, πριν και μετά την παρέμβαση, έπειτα από παρεμβατικό πρόγραμμα αερόβιας άσκησης με BFR¹⁴⁰. Οι Darvishi και συνεργάτες, σε συμφωνία με την παρούσα μελέτη δεν εντόπισαν σημαντική διαφορά στην ισορροπία, μεταξύ του γκρουπ βάδισης με και χωρίς BFR¹⁴⁰. Σε συμφωνία με την παρούσα μελέτη, βρίσκεται και η έρευνα των Lamberti και συνεργατών (2020), που εφάρμοσαν παρεμβατικό πρόγραμμα αργής βάδισης με BFR, σε προχωρημένο στάδιο ασθενών με ΠΣ¹⁴¹. Οι Lamberti και συνεργάτες, βρήκαν σημαντική αύξηση στην ταχύτητα των ασθενών πριν και μετά την παρέμβαση, η οποία αξιολογήθηκε με το λειτουργικό τεστ 25FWT¹⁴¹. Παράλληλα, σε συμφωνία με την παρούσα έρευνα, δεν βρήκαν κάποια

σημαντική διαφορά στον δείκτη ποιότητα ζωής¹⁴¹. Ακόμη, οι Lamberti και συνεργάτες, σε συμφωνία με την παρούσα έρευνα, εντόπισαν βελτίωση στις δοκιμασίες 6MWT, MFIS και BBS, στους ασθενείς που ακολούθησαν πρόγραμμα βάρδισης με και χωρίς BFR, χωρίς σημαντική διαφορά μεταξύ τους¹⁴¹. Καταλήγοντας, πως η βάρδιση με χρήση BFR στα κάτω άκρα, βελτιώνει την ταχύτητα βάρδισης, με μικρότερο φορτίο και ισχυρότερο κλινικό όφελος σε σχέση με την απλή βάρδιση¹⁴¹.

Συγκριτικά με το παρών πρωτόκολλο χρήσης της μεθόδου BFR στους ασθενείς με ΠΣ, οι Lamberti και συνεργάτες σε κάθε διάλειμμα ανάμεσα στις περιόδους βάρδισης αποσυμπίζαν τις περιχειρίδες¹⁴¹. Αντίθετα, οι Darvishi και συνεργάτες σε συμφωνία με την παρούσα έρευνα διατήρησαν σταθερή την απόφραξη αίματος σε όλη την διάρκεια της παρέμβασης¹⁴⁰. Επίσης, σε αντίθεση με την παρούσα έρευνα το ποσοστό απόφραξης αίματος στις παραπάνω έρευνες δεν μετρήθηκε με την χρήση αγγειακού ανιχνευτή Doppler. Οι Darvishi και συνεργάτες, όρισαν την συμπίεση των περιχειρίδων στις 150-160mmHg¹⁴⁰., ενώ οι Lamberti και συνεργάτες υπολόγισαν την συμπίεση βάση του 30% της συστολικής πίεσης των ασθενών¹⁴¹. Ωστόσο, οι παραπάνω μέθοδοι απόφραξης αιματικής ροής δεν θεωρούνται έγκυροι, καθώς δεν προκαλούν ακριβή ποσοστιαία απόφραξη και δεν είναι εξατομικευμένοι¹³⁷.

5.3 Αντιστοιχίες με προγράμματα βάρδισης με χρήση BFR σε ηλικιωμένους και παρεμφερείς χρόνιες ασθένειες.

Καθώς βρέθηκαν μόνο 2 μελέτες με παρεμβατικό πρόγραμμα άσκησης βάρδισης με χρήση BFR σε ασθενείς με ΠΣ, θα χρησιμοποιηθούν έρευνες από άλλες παρεμφερείς χρόνιες ασθένειες, νευροεκφυλιστικές ασθένειες και ηλικιωμένους πληθυσμούς. Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα των παραπάνω ομάδων που έχουν καταγραφεί στην βιβλιογραφία, είναι κοινά με των ασθενών με ΠΣ^{140,141}. Όπως μειωμένη λειτουργικότητα, περιορισμοί στην ισορροπία, κίνδυνος πτώσης, μυϊκή αδυναμία, χαμηλή ανοχή στην άσκηση και χαμηλούς δείκτες ποιότητα ζωής^{68,69,75,142,143}. Οι μόνες έρευνες σε παρεμφερείς πληθυσμούς και ηλικιωμένους που βρέθηκαν παρουσιάζονται παρακάτω, πολύ πιθανόν ο αριθμός των ερευνών να είναι περιορισμένος καθώς η μέθοδος BFR αποτελεί μια καινοτομία που δεν έχει εισαχθεί ακόμη στην κλινική πράξη.

Η παρούσα μελέτη, έρχεται σε συμφωνία με την έρευνα του Matthew και συνεργατών (2017), οι οποίοι εντόπισαν αύξηση της απόστασης του 6MWT που διένυσαν ηλικιωμένοι (60-80χρ), μετά από παρέμβαση άσκησης βάρδισης σταθερής ταχύτητας (4 κλμ/ώρα) με BFR⁷⁵. Συγκεκριμένα, η βελτίωση στο 6MWT ήταν μεγαλύτερη στο γκρουπ που χρησιμοποίησε μέθοδο BFR, σε σχέση με το γκρουπ που εκτέλεσε αποκλειστικά βάρδιση, βελτιώνοντας

σημαντικότερα την αερόβια τους ικανότητα⁷⁵. Οι Ferreira και συνεργάτες (2016), μετά από μια συνεδρία βάρδιας σε ηλικιωμένους (μέση τιμή 63.8χρ) στο 40% της VO₂max, εντόπισαν μικρότερο καρδιαγγειακό στρες και μείωση στην συστολική πίεση 10 λεπτά μετά την άσκηση, σε σχέση με την πίεση ηρεμίας⁷⁶. Σε αντίθεση με την παρούσα έρευνα δεν εντοπίστηκε διαφορά μεταξύ της συστολικής πίεσης ηρεμίας μετά την συνολική παρέμβαση. Η αντίθεση οφείλεται αρχικά στο γεγονός ότι η μέτρηση έγινε αμέσως μετά την βάρδια, όπου η αποσυμπίεση των ελαστικών περιχειρίδων προκαλεί αγγειοδιαστολή. Κάτα δεύτερον, η παρούσα έρευνα δεν είχε αρκετά υψηλή ένταση ώστε να προκαλέσει κεντρικές αιμοδυναμικές προσαρμογές.

Σε συμφωνία με την παρούσα μελέτη, έρχεται και η έρευνα του Douris και συνεργατών (2018), οι οποίοι εφάρμοσαν πρόγραμμα άσκησης βάρδιας με BFR σε ασθενή με νόσο Parkinson¹⁴⁴. Ο ασθενής παρουσίασε βελτίωση στο 6MWT, όπως και σε όλα τα λειτουργικά τεστ (Timed Up and Go και 30-Second Chair Stand) επειφέροντας βελτιώσεις στην λειτουργικότητα¹⁴⁴. Αξίζει να σημειωθεί πως υπήρξε και μείωση στην νευρολογική διαταραχή «Σύνδρομο Ανήσυχων Άκρων»¹⁴⁴, η οποία αποτελεί κοινό σύνδρομο σε ασθενείς με ΠΣ¹⁴⁵.

5.4 Περιορισμοί

Τα αποτελέσματα της έρευνας υπόκεινται σε περιορισμούς και δεν είναι δυνατή η γενίκευσή τους. Αρχικά, το μέγεθος δείγματος N=13 ήταν περιορισμένο και ο διαχωρισμός του σε 3 ομάδες μειώνει περισσότερο την αντιπροσωπευτικότητα του. Επίσης, η μέθοδος δειγματοληψίας ήταν εθελοντική, άρα οι ασθενείς με ΠΣ είχαν ήδη κίνητρα, ήταν ευαισθητοποιημένοι και υποστήριζαν τους σκοπούς της έρευνας. Η επιλογή του δείγματος δεν ήταν τυχαία, καθώς επιλέχθηκε με βάση την προσβασιμότητα του ερευνητή στους ασθενείς με ΠΣ. Ακόμη, δεν υπήρχε τυφλοποίηση στην διαδικασία συλλογής δεδομένων των μετρήσεων πριν (pre) και μετά (post) την παρεμβατική διαδικασία, αλλά και στην εφαρμογή του ερευνητικού πρωτοκόλλου. Επιπρόσθετα, παρ' όλη την συνεχή επικοινωνία ανάμεσα στον ερευνητή και τους ασθενείς, δεν μπορεί να πιστοποιηθεί με ασφάλεια αν κάποιος/α ασθενής είχε υποτροπή κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας. Επίσης, η αξιοπιστία της μεταβλητής HRdiff με τιμή 0.515 ήταν χαμηλή. Αντίθετα, στις υπόλοιπες μεταβλητές οι τιμές της αξιοπιστίας ήταν από καλή έως εξαιρετική¹³⁹. Τέλος, δεν πραγματοποιήθηκε μέτρηση επαναξιολόγησης (follow-up) μετά το παρεμβατικό πρόγραμμα.

Εκτός από τους παραπάνω περιορισμούς, πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν και οι περιορισμοί της τρέχουσας συγκυρίας που επηρέασαν πιθανά τα αποτελέσματα. Η έρευνα

πραγματοποιήθηκε κατά την διάρκεια της έξαρσης της επιδημίας Covid-19, μια συγκυρία η οποία βρίσκει τους ασθενείς με ΠΣ, όπως και συνολικά τα άτομα με αναπηρία, αντιμέτωπους με πρόσθετα πολυάριθμα εμπόδια στην καθημερινότητά τους. Η έλλειψη μέτρων προστασίας, η αύξηση της κοινωνικής απομόνωσης, η δυσκολία πρόσβασης σε πληροφορίες για τη δημόσια υγεία, όπως και η διαρκής έκθεση σε κίνδυνο λόγω της κατάστασης της υγείας τους, επιδείνωσε ενδεχόμενα την ψυχική και σωματική τους υγεία. Συμπερασματικά, στους ασθενείς με ΠΣ όπως και στα άτομα με αναπηρία στην Ελλάδα, η περιθωριοποίηση και ο κοινωνικός αποκλεισμός λόγω της πανδημίας αποτέλεσαν πιθανούς παράγοντες που επηρέασαν άμεσα την λειτουργικότητα και την ποιότητα ζωής τους γενικότερα.

5.5 Προτάσεις για κλινική εφαρμογή και μελλοντικές έρευνες

Από την παρούσα μελέτη φάνηκε ότι το πρόγραμμα βάρδισης με και χωρίς χρήση BFR επιδρά θετικά στην ισορροπία, στην λειτουργικότητα και μειώνει την κόπωση ασθενών με ΠΣ. Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να φανούν χρήσιμα στην βελτίωση της λειτουργικότητας και της ποιότητας ζωής, όπως και της μείωσης της κόπωσης των ασθενών με ΠΣ. Το πρόγραμμα μπορεί να αξιοποιηθεί από ασθενείς με ΠΣ σε περίοδο πρόληψης, συντήρησης ή αποκατάστασης μετά από σύσταση γιατρού, σε κέντρο αποκατάστασης, νοσοκομείο και στο σπίτι του ασθενή.

Σε μελλοντικές έρευνες θα είναι χρήσιμη η επανάληψη της παρούσας μελέτης με μεγαλύτερο δείγμα και με μέτρηση επαναξιολόγησης (follow-up). Επιπρόσθετα, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε ασθενείς με μεγαλύτερο εύρος στην κλίμακα EDSS (διευρυμένης κλίμακας αναπηρίας), με τυχαιοποίηση των ασθενών, καθώς και τυφλοποίηση του ερευνητή για την προαγωγή της εσωτερικής εγκυρότητας. Οι μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να διερευνήσουν την επίδραση της χρήσης της μεθόδου BFR σε βάρδιση με πρωτόκολλα χρόνιας εφαρμογής, ώστε να αξιολογηθούν τα μακροχρόνια οφέλη της σε ασθενείς με ΠΣ.

5.6 Επίλογος

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης, ήταν να διερευνηθεί η επίδραση ενός προγράμματος βάρδισης με BFR στη λειτουργικότητα των ασθενών με ΠΣ. Στο πρωτόκολλο άσκησης οι ασθενείς εκτέλεσαν 3 περιόδους βάρδισης διάρκειας 10 λεπτών, με διάλλειμμα 5 λεπτά και ταχύτητα βάρδισης στο 80% της ταχύτητας τους στο λειτουργικό τεστ 6MWT. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 6 εβδομάδες με συχνότητα 3 συνεδρίες την εβδομάδα και το γκρουπ που

εκτέλεσε άσκηση βάδισης με BFR είχε ρυθμισμένες τις περιχειρίδες σε ποσοστό απόφραξης στο 60% της ολικής απόφραξης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η χρήση της μεθόδου BFR στην βάδιση δείχνει να έχει θετικές επιδράσεις στην λειτουργικότητα σε ασθενείς με ΠΣ καθώς υπήρξε βελτίωση μεταξύ των γκρουπ, άλλα όχι τόσο μεγάλη ώστε να αναδειχθεί η σημαντικότητα. Επιπρόσθετα, οι ασθενείς ήταν ικανοί να εκτελέσουν τις περιόδους βάδισης με χρήση BFR χωρίς καμία αρνητική επίπτωση. Τέλος, πρέπει να ενθαρρυνθούν περισσότερες μελέτες και να συγκριθούν με διαφορετικά πρωτόκολλα στον χώρο ώστε να διερευνηθούν εκτενέστερα οι φυσιολογικές επιδράσεις, οι μηχανισμοί και τα μακροχρόνια οφέλη της χρήσης της μεθόδου BFR σε ασθενείς με ΠΣ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Noonan CW, Williamson DM, Henry JP, et al. The prevalence of multiple sclerosis in 3 US communities. *Preventing Chronic Disease*. 2010;7(1).
2. Miljković D, Spasojević I. Multiple Sclerosis: Molecular Mechanisms and Therapeutic Opportunities. *Antioxidants and Redox Signaling*. 2013;19(18):2286-2334. doi:10.1089/ars.2012.5068
3. Goverman J. Autoimmune T cell responses in the central nervous system. *Bone*. 2008;23(1):1-7. doi:10.1038/jid.2014.371
4. Constantinescu CS, Gran B. The essential role of T cells in multiple sclerosis: A reappraisal. *Biomedical Journal*. 2014;37(2):34-40. doi:10.4103/2319-4170.128746
5. van der Kamp W, de Noordhout AM, Thompson PD, Rothwell JC, Day BL, Marsden CD. Correlation of phasic muscle strength and corticomotoneuron conduction time in multiple sclerosis. *Annals of Neurology*. 1991;29(1):6-12. doi:10.1002/ana.410290104
6. Learmonth YC, Motl RW. Physical activity and exercise training in multiple sclerosis: A review and content analysis of qualitative research identifying perceived determinants and consequences. *Disability and Rehabilitation*. 2016;38(13):1227-1242. doi:10.3109/09638288.2015.1077397
7. Multiple Sclerosis Society N. Who Gets MS? : National Multiple Sclerosis Society. Published online 2016.
8. Orton SM, Herrera BM, Yee IM, et al. Sex ratio of multiple sclerosis in Canada: a longitudinal study. *Lancet Neurology*. 2006;5(11):932-936. doi:10.1016/S1474-4422(06)70581-6
9. Ehrman J, Gordon P, Visich P, Keteyian S. Clinical Exercise Physiology. Published online 2019.
10. Nortwevdt MW, Riise T, Myht KM, Nyland HI. Quality of life and its assessment in multiple sclerosis: integrating physical and psychological components of wellbeing. *Neurology*. 1999;53(1098):103.
11. Bamer AM, Johnson KL, Amtmann D, Kraft GH. Prevalence of sleep problems in individuals with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*. 2008;14(8):1127-1130. doi:10.1177/1352458508092807
12. Hudson M, Steele R, Taillefer S, et al. Quality of life in systemic sclerosis: Psychometric properties of the World Health Organization Disability Assessment Schedule II. *Arthritis Care and Research*. 2008;59(2):270-278. doi:10.1002/art.23343
13. Glad SB, Nyland H, Aarseth JH, Riise T, Myhr KM. How long can you keep working with benign multiple sclerosis? *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 2011;82(1):78-82. doi:10.1136/jnnp.2010.210732

14. Janssens ACJW, van Doorn PA, de Boer JB, et al. Anxiety and depression influence the relation between disability status and quality of life in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*. 2003;9(4):397-403. doi:10.1191/1352458503ms930oa
15. Ford H, Trigwell P, Johnson M. The nature of fatigue in multiple sclerosis. *Journal of Psychosomatic Research*. 1998;45(1):33-38. doi:10.1016/S0022-3999(98)00004-X
16. Ritvo PG, Fischer JS, Miller DM, Andrews H, Paty DW, LaRocca NG. *MSQLI Multiple Sclerosis Quality of Life Inventory: A User's Manual Developed by: The Consortium of Multiple Sclerosis Centers Health Services Research Subcommittee*.
17. Buoite Stella A, Morelli ME, Giudici F, Sartori A, Manganotti P, di Prampero PE. Comfortable walking speed and energy cost of locomotion in patients with multiple sclerosis. *European Journal of Applied Physiology*. Published online 2020. doi:10.1007/s00421-019-04295-3
18. Franceschini M, Rampello A, Bovolenta F, Aiello M, Tzani P, Chetta A. Cost of walking, exertional dyspnoea and fatigue in individuals with multiple sclerosis not requiring assistive devices. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2010;42(8):719-723. doi:10.2340/16501977-0600
19. Kerling A, Keweloh K, Tegtbur U, et al. Physical capacity and quality of life in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation*. 2014;35(1):97-104. doi:10.3233/NRE-141099
20. Ng A v., Miller RG, Gelinas D, Kent-Braun JA. Functional relationships of central and peripheral muscle alterations in multiple sclerosis. *Muscle and Nerve*. 2004;29(6):843-852. doi:10.1002/mus.20038
21. Dossi DE, Chaves H, Heck ES, et al. Effects of systolic blood pressure on brain integrity in multiple sclerosis. *Frontiers in Neurology*. 2018;9(JUN). doi:10.3389/fneur.2018.00487
22. Wens I, Dalgas U, Vandenameele F, Krekels M, Grevendonk L, Eijnde B. Multiple Sclerosis Affects Skeletal Muscle Characteristics. *PLoS ONE*. 2014;9(9):e108158. doi:10.1371/journal.pone.0108158.t002
23. Ponichtera-Mulcare JA, Mathews T, Barrett PJ, Gupta SC. Change in aerobic fitness of patients with multiple sclerosis during a 6-month training program. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*. 1997;7(3-4):265-272. doi:10.1080/15438629709512089
24. Heine M, van de Port I, Rietberg MB, van Wegen EEH, Kwakkel G. Exercise therapy for fatigue in multiple sclerosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2015;2015(9). doi:10.1002/14651858.CD009956.pub2
25. Peruzzi A, Zarbo IR, Cereatti A, della Croce U, Mirelman A. An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis. *Disability and Rehabilitation*. 2017;39(15):1557-1563. doi:10.1080/09638288.2016.1224935
26. Willingham TB, Melbourn J, Moldavskiy M, McCully KK, Backus D. Effects of treadmill training on muscle oxidative capacity and endurance in people with multiple sclerosis with significant walking limitations. *International Journal of MS Care*. 2019;21(4):166-172. doi:10.7224/1537-2073.2018-021

27. Halabchi F, Alizadeh Z, Sahraian MA, Abolhasani M. Exercise prescription for patients with multiple sclerosis; potential benefits and practical recommendations. *BMC Neurology*. 2017;17(1). doi:10.1186/s12883-017-0960-9
28. Ensari I, Sandroff BM, Motl RW. Intensity of treadmill walking exercise on acute mood symptoms in persons with multiple sclerosis. *Anxiety, Stress and Coping*. 2017;30(1):15-25. doi:10.1080/10615806.2016.1146710
29. Newman MA, Dawes H, van den Berg M, Wade DT, Burridge J, Izadi H. Can aerobic treadmill training reduce the effort of walking and fatigue in people with multiple sclerosis: A pilot study. *Multiple Sclerosis*. 2007;13(1):113-119. doi:10.1177/1352458506071169
30. Slawta J, Mccubbin J, Wilcox AR, Fox SD, Nalle DJ, Anderson G. Coronary heart disease risk between active and inactive women with multiple sclerosis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2002;34(6):905-912. doi:10.1097/00005768-200206000-00001
31. Medina-Perez C, de Souza-Teixeira F, Fernandez-Gonzalo R, de Paz-Fernandez JA. Effects of a resistance training program and subsequent detraining on muscle strength and muscle power in multiple sclerosis patients. *NeuroRehabilitation*. 2014;34(3):523-530. doi:10.3233/NRE-141062
32. White LJ, McCoy SC, Castellano V, et al. Resistance training improves strength and functional capacity in persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*. 2004;10(6):668-674. doi:10.1191/1352458504ms1088oa
33. Kjølhede T, Vissing K, de Place L, et al. Neuromuscular adaptations to long-term progressive resistance training translates to improved functional capacity for people with multiple sclerosis and is maintained at follow-up. *Multiple Sclerosis Journal*. 2015;21(5):599-611. doi:10.1177/1352458514549402
34. White LJ, Dressendorfer RH. Exercise and multiple sclerosis. *Sports Medicine*. 2004;34(15):1077-1100. doi:10.2165/00007256-200434150-00005
35. Huisinga JM, Filipi ML, Stergiou N. Supervised resistance training results in changes in postural control in patients with multiple sclerosis. *Motor Control*. 2012;16(1):50-63. doi:10.1123/mcj.16.1.50
36. Wens I, Hansen D, Verboven K, et al. Impact of 24 weeks of resistance and endurance exercise on glucose tolerance in persons with multiple sclerosis. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2015;94(10):838-847. doi:10.1097/PHM.0000000000000257
37. Keller JL, Fritz N, Chiang CC, et al. Adapted resistance training improves strength in eight weeks in individuals with multiple sclerosis. *Journal of Visualized Experiments*. 2016;2016(107):1-10. doi:10.3791/53449
38. Sosnoff JJ, Finlayson M, McAuley E, Morrison S, Motl RW. Home-based exercise program and fall-risk reduction in older adults with multiple sclerosis: Phase 1 randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2014;28(3):254-263. doi:10.1177/0269215513501092
39. Riebe D, Ehrman J, Liguori G, Magal M. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription.*; 2018.

40. Motl RW, McAuley E, Snook EM. Physical activity and multiple sclerosis: A meta-analysis. *Multiple Sclerosis*. 2005;11(4):459-463. doi:10.1191/1352458505ms1188oa
41. Chiu C, Bishop M, Pionke JJ, Strauser D, Santens RL. Barriers to the accessibility and continuity of health-care services in people with multiple sclerosis. *International Journal of MS Care*. 2017;19(6):313-322. doi:10.7224/1537-2073.2016-016
42. Weikert M, Dlugonski D, Balantrapu S, Motl RW. Most Common Types of Physical Activity Self-Selected by People with Multiple Sclerosis. *International Journal of MS Care*. 2011;13(1):16-20. doi:10.7224/1537-2073-13.1.16
43. Ashe M, Miller W, Eng J, Noreau L. Older adults, chronic disease and leisure-time physical activity. *Gerontology*. 2009;55(1):64-72.
<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed9&NEWS=N&AN=2009066128>
44. van den Berg M, Dawes H, Wade DT, et al. Treadmill training for individuals with multiple sclerosis: A pilot randomised trial. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 2006;77(4):531-533. doi:10.1136/jnnp.2005.064410
45. Pilutti LA, Lelli DA, Paulseth JE, et al. Effects of 12 weeks of supported treadmill training on functional ability and quality of life in progressive multiple sclerosis: A pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2011;92(1):31-36.
doi:10.1016/j.apmr.2010.08.027
46. Gervasoni E, Cattaneo D, Jonsdottir J. Effect of treadmill training on fatigue in multiple sclerosis: A pilot study. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2014;37(1):54-60. doi:10.1097/MRR.0000000000000034
47. Marshall SJ, Levy SS, Tudor-Locke CE, et al. Translating Physical Activity Recommendations into a Pedometer-Based Step Goal. 3000 Steps in 30 Minutes. *American Journal of Preventive Medicine*. 2009;36(5):410-415.
doi:10.1016/j.amepre.2009.01.021
48. Tudor-Locke C, Sisson SB, Collova T, Lee SM, Swan PD. *Pedometer-Determined Step Count Guidelines for Classifying Walking Intensity in a Young Ostensibly Healthy Population Pedometer-Determined Step Count • 667.*; 2005. www.nrcresearchpress.com
49. Frevel D, Mäurer M. Exercise and multiple sclerosis. *Aktuelle Neurologie*. 2012;39(5):248-253. doi:10.1055/s-0032-1311614
50. Dalgas U, Stenager E, Ingemann-Hansen T. Multiple sclerosis and physical exercise: Recommendations for the application of resistance-, endurance- and combined training. *Multiple Sclerosis*. 2008;14(1):35-53. doi:10.1177/1352458507079445
51. Tudor-Locke C, Sisson SB, Collova T, Lee SM, Swan PD. Pedometer-determined step count guidelines for classifying walking intensity in a young ostensibly healthy population. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 2005;30(6):666-676.
doi:10.1139/h05-147
52. Marshall SJ, Levy SS, Tudor-Locke CE, et al. Translating Physical Activity Recommendations into a Pedometer-Based Step Goal. 3000 Steps in 30 Minutes. *American Journal of Preventive Medicine*. 2009;36(5):410-415.
doi:10.1016/j.amepre.2009.01.021

53. Abel M, Hannon J, Mullineaux D, Beighle A. Determination of step rate thresholds corresponding to physical activity intensity classifications in adults. *Journal of Physical Activity and Health*. 2011;8(1):45-51. doi:10.1123/jpah.8.1.45
54. Rowe DA, Welk GJ, Heil DP, et al. Stride rate recommendations for moderate-intensity walking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011;43(2):312-318. doi:10.1249/MSS.0b013e3181e9d99a
55. Morrison S, Colberg SR, Parson HK, et al. Walking-Induced Fatigue Leads to Increased Falls Risk in Older Adults. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2016;17(5):402-409. doi:10.1016/j.jamda.2015.12.013
56. Opara JA, Małeckı A, Małeckı E, Socha T. Motor assessment in parkinson's disease. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2017;24(3):411-415. doi:10.5604/12321966.1232774
57. Pearson M, Dieberg G, Smart N. Exercise as a Therapy for Improvement of Walking Ability in Adults With Multiple Sclerosis: A Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2015;96(7):1339-1348.e7. doi:10.1016/j.apmr.2015.02.011
58. Motl RW, Smith DC, Elliott J, Weikert M, Dlugonski D, Sosnoff JJ. Combined training improves walking mobility in persons with significant disability from multiple sclerosis: A pilot study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2012;36(1):32-37. doi:10.1097/NPT.0b013e3182477c92
59. Grazioli E, Tranchita E, Borriello G, Cerulli C, Minganti C, Parisi A. *The Effects of Concurrent Resistance and Aerobic Exercise Training on Functional Status in Patients with Multiple Sclerosis.*; 2019. www.acsm-csmr.org
60. Cameron MH, Fitzpatrick M, Overs S, Murchison C, Manning J, Whitham R. Dalfampridine improves walking speed, walking endurance, and community participation in veterans with multiple sclerosis: A longitudinal cohort study. *Multiple Sclerosis Journal*. 2014;20(6):733-738. doi:10.1177/1352458513507356
61. Renzi CP, Tanaka H, Sugawara J. Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2010;42(4):726-732. doi:10.1249/MSS.0b013e3181bdb454
62. Junior AF, Schamne JC, Perandini LAB, Chimin P, Okuno NM. Effects of Walking Training with Restricted Blood Flow on HR and HRV Kinetics and HRV Recovery. *International Journal of Sports Medicine*. 2019;40(9):585-591. doi:10.1055/a-0942-7479
63. Mendonca G v., Vaz JR, Pezarat-Correia P, Fernhall B. Effects of Walking with Blood Flow Restriction on Excess Post-exercise Oxygen Consumption. *International Journal of Sports Medicine*. 2015;36(3):0-7. doi:10.1055/s-0034-1395508
64. Sakamaki M, Bemben MG, Abe T. Legs and trunk muscle hypertrophy following walk training with restricted leg muscle blood flow. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2011;10(2):338-340.
65. Park S, Kim JK, Choi HM, Kim HG, Beekley MD, Nho H. Increase in maximal oxygen uptake following 2-week walk training with blood flow occlusion in athletes. *European Journal of Applied Physiology*. 2010;109(4):591-600. doi:10.1007/s00421-010-1377-y

66. Abe T, Kearns CF, Sato Y. 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*. 2006;100(5):1460-1466. doi:10.1152/jappphysiol.01267.2005
67. Pinto RR, Karabulut M, Poton R, Polito MD. Acute resistance exercise with blood flow restriction in elderly hypertensive women: Haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2018;38(1):17-24. doi:10.1111/cpf.12376
68. Barili A, Corralo V da S, Cardoso AM, et al. Acute responses of hemodynamic and oxidative stress parameters to aerobic exercise with blood flow restriction in hypertensive elderly women. *Molecular Biology Reports*. 2018;45(5):1099-1109. doi:10.1007/s11033-018-4261-1
69. Cook SB, LaRoche DP, Villa MR, Barile H, Manini TM. Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Experimental Gerontology*. 2017;99:138-145. doi:10.1016/j.exger.2017.10.004
70. Harper S, Roberts L, Layne A, et al. Blood-Flow Restriction Resistance Exercise for Older Adults with Knee Osteoarthritis: A Pilot Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical Medicine*. 2019;8(2):265. doi:10.3390/jcm8020265
71. Amani-Shalamzari S, Rajabi S, Rajabi H, et al. Effects of blood flow restriction and exercise intensity on aerobic, anaerobic, and muscle strength adaptations in physically active collegiate women. *Frontiers in Physiology*. 2019;10(JUN):1-9. doi:10.3389/fphys.2019.00810
72. Blood P, Restriction F. How can personalized tourniquet systems accelerate rehabilitation of wounded warriors, professional athletes and orthopaedic patients? Department of Electrical and Computer Engineering , University of British Columbia , Vancouver BC , Canada Western Cli. 2016;(May).
73. Kilgas MA, Lytle LLM, Drum SN, Elmer SJ. Exercise with Blood Flow Restriction to Improve Quadriceps Function Long after ACL Reconstruction. *International Journal of Sports Medicine*. 2019;40(10):650-656. doi:10.1055/a-0961-1434
74. Groennebaek T, Jespersen NR, Jakobsgaard JE, et al. Skeletal Muscle Mitochondrial Protein Synthesis and Respiration Increase With Low-Load Blood Flow Restricted as Well as High-Load Resistance Training. *Frontiers in Physiology*. 2018;9. doi:10.3389/fphys.2018.01796
75. Clarkson MJ, Conway L, Warmington SA. Blood flow restriction walking and physical function in older adults: A randomized control trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2017;20(12):1041-1046. doi:10.1016/j.jsams.2017.04.012
76. Ferreira MLV, Sardeli AV, Souza GV de, et al. Cardiac autonomic and haemodynamic recovery after a single session of aerobic exercise with and without blood flow restriction in older adults. *Journal of Sports Sciences*. 2017;35(24):2412-2420. doi:10.1080/02640414.2016.1271139
77. Staunton CA, May AK, Brandner CR, Warmington SA. Haemodynamics of aerobic and resistance blood flow restriction exercise in young and older adults. *European Journal of Applied Physiology*. 2015;115(11):2293-2302. doi:10.1007/s00421-015-3213-x

78. Vieira P, Chiappa G, Umpierre D, Stein R, Ribeiro J. Hemodynamic Responses to Resistance Exercise with Restricted Blood Flow in Young and Older Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Published online 2013:2288-2294.
79. Hayes HA, Gappmaier E, Lastayo PC. Effects of high-intensity resistance training on strength, mobility, balance, and fatigue in individuals with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2011;35(1):2-10. doi:10.1097/NPT.0b013e31820b5a9d
80. Tarakci E, Yeldan I, Huseyinsinoglu BE, Zenginler Y, Eraksoy M. Group exercise training for balance, functional status, spasticity, fatigue and quality of life in multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2013;27(9):813-822. doi:10.1177/0269215513481047
81. Hamilton F, Rochester L, Paul L, Rafferty D, O'Leary CP, Evans JJ. Walking and talking: An investigation of cognitive-motor dual tasking in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*. 2009;15(10):1215-1227. doi:10.1177/1352458509106712
82. Becker H, Stuijbergen A. *What Makes It So Hard? Barriers to Health Promotion Experienced by People With Multiple Sclerosis and Polio*. Vol 27.; 1700.
83. Elsworth C, Helen D, Sackley C, Soundy A. A study of perceived facilitators to physical activity in neurological conditions.
84. Borkoles E, Nicholls AR, Bell K, Butterly R, Polman RCJ. The lived experiences of people diagnosed with multiple sclerosis in relation to exercise. *Psychology and Health*. 2008;23(4):427-441. doi:10.1080/14768320701205309
85. Vanner EA, Block P, Christodoulou CC, Horowitz BP, Krupp LB. Pilot study exploring quality of life and barriers to leisure-time physical activity in persons with moderate to severe multiple sclerosis. *Disability and Health Journal*. 2008;1(1):58-65. doi:10.1016/j.dhjo.2007.11.001
86. Rimmer JH, Riley B, Wang E, Rauworth A, Jurkowski J. Physical activity participation among persons with disabilities: Barriers and facilitators. *American Journal of Preventive Medicine*. 2004;26(5):419-425. doi:10.1016/j.amepre.2004.02.002
87. O'hara L, de Souza LH. *A Delphi Study of Self-Care in a Community Population of People with Multiple Sclerosis*. Vol 14.; 2000.
88. Vanwye WR, Weatherholt AM, Mikesky AE. Blood Flow Restriction Training: Implementation into Clinical Practice. *International journal of exercise science*. 10(5):649-654. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28966705><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5609669>
89. Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bemben MG. Low intensity blood flow restriction training: A meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*. 2012;112(5):1849-1859. doi:10.1007/s00421-011-2167-x
90. de Oliveira MFM, Caputo F, Corvino RB, Denadai BS. Short-term low-intensity blood flow restricted interval training improves both aerobic fitness and muscle strength. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2016;26(9):1017-1025. doi:10.1111/sms.12540

91. Takano H, Morita T, Iida H, et al. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European Journal of Applied Physiology*. 2005;95(1):65-73. doi:10.1007/s00421-005-1389-1
92. Peyrard A, Willis SJ, Place N, Millet GP, Borrani F, Rupp T. Neuromuscular evaluation of arm-cycling repeated sprints under hypoxia and/or blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*. 2019;119(7):1533-1545. doi:10.1007/s00421-019-04143-4
93. Petrick HL, Pignanelli C, Barbeau PA, et al. Blood flow restricted resistance exercise and reductions in oxygen tension attenuate mitochondrial H₂O₂ emission rates in human skeletal muscle. *Journal of Physiology*. 2019;0:1-13. doi:10.1113/JP277765
94. Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: Implications for blood flow restricted exercise. *European Journal of Applied Physiology*. 2012;112(8):2903-2912. doi:10.1007/s00421-011-2266-8
95. Corvino RB, Rossiter HB, Loch T, Martins JC, Caputo F. Physiological responses to interval endurance exercise at different levels of blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*. 2017;117(1):39-52. doi:10.1007/s00421-016-3497-5
96. Fatela P, Mendonca G v., Veloso AP, Avela J, Mil-Homens P. Blood Flow Restriction Alters Motor Unit Behavior during Resistance Exercise. *International Journal of Sports Medicine*. 2019;40(9):601-608. doi:10.1055/a-0888-8816
97. Paton CD, Addis SM, Taylor LA. The effects of muscle blood flow restriction during running training on measures of aerobic capacity and run time to exhaustion. *European Journal of Applied Physiology*. 2017;117(12):2579-2585. doi:10.1007/s00421-017-3745-3
98. Kumagai K, Kurobe K, Zhong H, et al. Cardiovascular drift during low intensity exercise with leg blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*. 2012;99(4):392-399. doi:10.1556/APhysiol.99.2012.4.3
99. Abe T, Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Thiebaud RS, Bemben MG. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: A brief review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2012;32(4):247-252. doi:10.1111/j.1475-097X.2012.01126.x
100. de Souza Pfeiffer P, Cirilo-Sousa MS, dos Santos HH. Effects of Different Percentages of Blood Flow Restriction on Energy Expenditure. *International Journal of Sports Medicine*. 2019;40(3):186-190. doi:10.1055/a-0828-8295
101. Fatela P, Reis JF, Mendonca G v., et al. Acute neuromuscular adaptations in response to low-intensity blood-flow restricted exercise and high-intensity resistance exercise: Are there any differences? *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2018;32(4):902-910. doi:10.1519/JSC.0000000000002022
102. Salvador AF, Schubert KR, Cruz RS de O, et al. Bilateral muscle strength symmetry and performance are improved following walk training with restricted blood flow in an elite paralympic sprint runner: Case study. *Physical Therapy in Sport*. 2016;20:1-6. doi:10.1016/j.ptsp.2015.10.004

103. Hughes L, Patterson SD. The effect of blood flow restriction exercise on exercise-induced hypoalgesia and 2 endogenous opioid and endocannabinoid mechanisms of pain modulation. Published online 2020.
104. DePhillipo NN, Kennedy MI, Aman ZS, Bernhardson AS, O'Brien L, LaPrade RF. Blood Flow Restriction Therapy After Knee Surgery: Indications, Safety Considerations, and Postoperative Protocol. *Arthroscopy Techniques*. 2018;7(10):e1037-e1043. doi:10.1016/j.eats.2018.06.010
105. Wilkinson BG, Donnenwerth JJ, Peterson AR. *Use of Blood Flow Restriction Training for Postoperative Rehabilitation.*; 2019. www.acsm-csmr.org
106. Formiga MF, Fay R, Hutchinson S, et al. Effect of aerobic exercise training with and without blood flow restriction on aerobic capacity in healthy young adults: a systematic review with meta-analysis. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2020;15(2):175-187. doi:10.26603/ijsp20200175
107. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology*. 2000;88(1):61-65. doi:10.1152/jappl.2000.88.1.61
108. Strijdom H, Friedrich SO, Hattingh S, Chamane N, Lochner A. Hypoxia-induced regulation of nitric oxide synthase in cardiac endothelial cells and myocytes and the role of the PI3-K/PKB pathway. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 2009;321(1-2):23-35. doi:10.1007/s11010-008-9906-2
109. S A, P Gaspar A, Degens H, DNJ de Matos L. The effects of blood flow restriction exercise on vascular function in the elderly: A systematic review. *Integrative Clinical Medicine*. 2019;3(1). doi:10.15761/icm.1000140
110. Larkin KA, MacNeil RG, Dirain M, Sandesara B, Manini TM, Buford TW. Blood flow restriction enhances post-resistance exercise angiogenic gene expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2012;44(11):2077-2083. doi:10.1249/MSS.0b013e3182625928
111. Takano H, Morita T, Iida H, et al. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European Journal of Applied Physiology*. 2005;95(1):65-73. doi:10.1007/s00421-005-1389-1
112. Thum T, Tsikas D, Frölich JC, Borlak J. Growth hormone induces eNOS expression and nitric oxide release in a cultured human endothelial cell line. *FEBS Letters*. 2003;555(3):567-571. doi:10.1016/S0014-5793(03)01356-5
113. Madarame H, Sasaki K, Ishii N. Endocrine responses to upper - And lower-limb resistance exercises with blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*. 2010;97(2):192-200. doi:10.1556/APhysiol.97.2010.2.5
114. Spitz RW, Chatakondi RN, Bell ZW, et al. Blood Flow Restriction Exercise: Effects of Sex, Cuff Width, and Cuff Pressure on Perceived Lower Body Discomfort. *Perceptual and Motor Skills*. 2021;128(1):353-374. doi:10.1177/0031512520948295
115. Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T, Bemben MG. Blood flow restriction pressure recommendations: The hormesis hypothesis. *Medical Hypotheses*. 2014;82(5):623-626. doi:10.1016/j.mehy.2014.02.023

116. Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, et al. Blood flow restriction pressure recommendations: A tale of two cuffs. *Frontiers in Physiology*. 2013;4 SEP. doi:10.3389/fphys.2013.00249
117. Laurentino GC, Loenneke JP, Mouser JG, et al. *Validity of the Handheld Doppler to Determine Lower-Limb Blood Flow Restriction Pressure for Exercise Protocols*. www.nasca.com
118. Recommended practices for the use of the pneumatic tourniquet in the perioperative practice setting. *AORN Journal*. 2007;86(4):640-655. doi:10.1016/j.aorn.2007.09.004
119. Noordin S, McEwen JA, Kragh JF, Eisen A, Masri BA. Surgical tourniquets in orthopaedics. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. 2009;91(12):2958-2967. doi:10.2106/JBJS.I.00634
120. Nakajima T, Morita T, Sato Y. Key considerations when conducting KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2011;7(1):1-6. doi:10.3806/ijktr.7.1
121. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Exercise with Blood Flow Restriction: An Updated Evidence-Based Approach for Enhanced Muscular Development. *Sports Medicine*. 2015;45(3):313-325. doi:10.1007/s40279-014-0288-1
122. Ilett MJ, Rantalainen T, Keske MA, May AK, Warmington SA. The effects of restriction pressures on the acute responses to blood flow restriction exercise. *Frontiers in Physiology*. 2019;10(AUG):1-11. doi:10.3389/fphys.2019.01018
123. Nyakayiru J, Fuchs CJ, Trommelen J, et al. Blood Flow Restriction only Increases Myofibrillar Protein Synthesis with Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2019;51(6):1137-1145. doi:10.1249/MSS.0000000000001899
124. Bell ZW, Buckner SL, Jessee MB, et al. Moderately heavy exercise produces lower cardiovascular, RPE, and discomfort compared to lower load exercise with and without blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*. 2018;118(7):1473-1480. doi:10.1007/s00421-018-3877-0
125. Cook SB, Clark BC, Ploutz-Snyder LL. Effects of exercise load and blood-flow restriction on skeletal muscle function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2007;39(10):1708-1713. doi:10.1249/mss.0b013e31812383d6
126. Christiansen D, Eibye KH, Hostrup M, Bangsbo J. Blood flow-restricted training enhances thigh glucose uptake during exercise and muscle antioxidant function in humans. *Metabolism: Clinical and Experimental*. 2019;98:1-15. doi:10.1016/j.metabol.2019.06.003
127. Christiansen D, Eibye KH, Rasmussen V, et al. Cycling with blood flow restriction improves performance and muscle K⁺ regulation and alters the effect of anti-oxidant infusion in humans. *Journal of Physiology*. 2019;597(9):2421-2444. doi:10.1113/JP277657
128. Bjørnsen T, Wernbom M, Paulsen G, et al. High-frequency blood flow restricted resistance exercise results in acute and prolonged cellular stress more pronounced in type I than in type II fibers. *Journal of Applied Physiology*. Published online May 6, 2021:jappphysiol.00115.2020. doi:10.1152/jappphysiol.00115.2020

129. Murtagh EM, Murphy MH, Boone-Heinonen J. Walking: The first steps in cardiovascular disease prevention. *Current Opinion in Cardiology*. 2010;25(5):490-496. doi:10.1097/HCO.0b013e32833ce972
130. Mendonca G v., Vaz JR, Teixeira MS, Grácio T, Pezarat-Correia P. Metabolic cost of locomotion during treadmill walking with blood flow restriction. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2014;34(4):308-316. doi:10.1111/cpf.12098
131. Sugawara J, Tomoto T, Tanaka H. Impact of leg blood flow restriction during walking on central arterial hemodynamics. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. 2015;309(7):R732-R739. doi:10.1152/ajpregu.00095.2015
132. Korakakis V, Whiteley R, Giakas G. Low load resistance training with blood flow restriction decreases anterior knee pain more than resistance training alone. A pilot randomised controlled trial. *Physical Therapy in Sport*. 2018;34:121-128. doi:10.1016/j.ptsp.2018.09.007
133. Polman CH, Reingold SC, Banwell B, et al. Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2010 Revisions to the McDonald criteria. *Annals of Neurology*. 2011;69(2):292-302. doi:10.1002/ana.22366
134. Deckx N, Wens I, Nuyts AH, et al. 12 weeks of combined endurance and resistance training reduces innate markers of inflammation in a randomized controlled clinical trial in patients with multiple sclerosis. *Mediators of Inflammation*. 2016;2016. doi:10.1155/2016/6789276
135. Warburton, D., Jamnik, V. B et al. PARQPlus2019ImageVersion2. Published online 2018.
136. Renzi CP, Tanaka H, Sugawara J. Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2010;42(4):726-732. doi:10.1249/MSS.0b013e3181bdb454
137. Masri BA, Day B, Younger ASE, Jeyasurya J. Technique for Measuring Limb Occlusion Pressure that Facilitates Personalized Tourniquet Systems: A Randomized Trial. *Journal of Medical and Biological Engineering*. 2016;36(5):644-650. doi:10.1007/s40846-016-0173-5
138. Tabachnick & Fidell, Using Multivariate Statistics, 6th Edition | Pearson. Accessed June 27, 2021. <https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Tabachnick-Using-Multivariate-Statistics-6th-Edition/PGM332849.html>
139. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*. 2016;15(2):155-163. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012
140. Darvishi M, Rafiei M, Kellardeh BM, Keshavarz S. *Effect of Aerobic Training with Blood Flow Restricting on Static Balance, Lower Extremity Strength, and Thigh Hypertrophy in Females with Multiple Sclerosis*. Vol 3.; 2017. <http://jrhc.miau.ac.ir>
141. Lamberti N, Straudi S, Donadi M, Tanaka H, Basaglia N, Manfredini F. Effectiveness of blood flow-restricted slow walking on mobility in severe multiple sclerosis: A pilot randomized trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2020;30(10):1999-2009. doi:10.1111/sms.13764

142. Bangsbo J, Blackwell J, Boraxbekk CJ, et al. Copenhagen Consensus statement 2019: Physical activity and ageing. *British Journal of Sports Medicine*. 2019;53(14):856-858. doi:10.1136/bjsports-2018-100451
143. A S, JG N, BR R. Parkinson's disease. *Lancet (London, England)*. 2004;363(9423):1783-1793. doi:10.1016/S0140-6736(04)16305-8
144. Douris PC, D'Agostino N, Werner WG, Petrizzo J, DiFrancisco-Donoghue J. Blood flow restriction resistance training in a recreationally active person with Parkinson's disease. *Physiotherapy Theory and Practice*. Published online 2020. doi:10.1080/09593985.2020.1762812
145. Lebrato Hernández L, Prieto León M, Cerdá Fuentes NA, Uclés Sánchez AJ, Casado Chocán JL, Díaz Sánchez M. Restless legs syndrome in patients with multiple sclerosis: evaluation of risk factors and clinical impact. *Neurología (English Edition)*. Published online February 2021. doi:10.1016/J.NRLENG.2018.12.018
146. RM K, AL R. Quality of life: concept and definition. *COPD*. 2007;4(3):263-271. doi:10.1080/15412550701480356

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ (ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ)
ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Πίνακας εξαρτημένων μεταβλητών πριν και μετά την παρέμβαση

Εξαρτημένη Μεταβλητή	Ομάδα	Μέση Τιμή	Τοπική Απόκλιση
10MWT PRE	A.B.	6.93	±3.23
10MWT PRE	A.B.+BFR	14.3	±18.5
10MWT PRE	O.E.	14.1	±19.8
10MWT POST	A.B.	6.18	±2.5
10MWT POST	A.B.+BFR	12.4	±15.2
10MWT POST	O.E.	14.46	±17.91
6MWT PRE	A.B.	250.5	±125.73
6MWT PRE	A.B.+BFR	216.75	±140.72
6MWT PRE	O.E.	279.4	±181.82
6MWT POST	A.B.	267	±130.92
6MWT POST	A.B.+BFR	262.25	±157.4
6MWT POST	O.E.	268.8	±188.98
6MWT HRdiff PRE	A.B.	13.25	±9.91
6MWT HRdiff PRE	A.B.+BFR	20.75	±9.88
6MWT HRdiff PRE	O.E.	25	±9.95
6MWT HRdiff POST	A.B.	13	±8.64
6MWT HRdiff POST	A.B.+BFR	30.5	±14.98
6MWT HRdiff POST	O.E.	23.6	±10.88
3MBW PRE	A.B.	8.98	±8.11
3MBW PRE	A.B.+BFR	20.7	±29.58
3MBW PRE	O.E.	9.32	±9.74
3MBW POST	A.B.	7.53	±5.1
3MBW POST	A.B.+BFR	16.53	±22.39
3MBW POST	O.E.	10.68	±11.63
25FWT PRE	A.B.	8.96	±8.11
25FWT PRE	A.B.+BFR	20.08	±28.3
25FWT PRE	O.E.	17.22	±24.37
25FWT POST	A.B.	8.6	±4.17

25FWT POST	A.B.+BFR	15.35	±19.79
25FWT POST	O.E.	18.14	±22.85
BBS PRE	A.B.	49.75	±5.56
BBS PRE	A.B.+BFR	40.25	±21.64
BBS PRE	O.E.	45.4	±14.55
BBS POST	A.B.	51	±5.29
BBS POST	A.B.+BFR	41.25	±22.3
BBS POST	O.E.	45.2	±14.81
MFIS PRE	A.B.	41	±24.2
MFIS PRE	A.B.+BFR	30.25	±12.68
MFIS PRE	O.E.	31.2	±20.32
MFIS POST	A.B.	31	±17.17
MFIS POST	A.B.+BFR	25	±10.23
MFIS POST	O.E.	33.6	±22.14
WHOQOL D1 PRE	A.B.	51.75	±28.66
WHOQOL D1 PRE	A.B.+BFR	66	±15.9
WHOQOL D1 PRE	O.E.	62.6	±24.34
WHOQOL D1 POST	A.B.	61	±30.8
WHOQOL D1 POST	A.B.+BFR	69	±8.49
WHOQOL D1 POST	O.E.	62.6	±24.34
WHOQOL D2 PRE	A.B.	49.75	±31.46
WHOQOL D2 PRE	A.B.+BFR	76.5	±9
WHOQOL D2 PRE	O.E.	85.2	±10.52
WHOQOL D2 POST	A.B.	61	±23.93
WHOQOL D2 POST	A.B.+BFR	76.75	±9.39
WHOQOL D2 POST	O.E.	80.2	±15.2
WHOQOL D3 PRE	A.B.	48.5	±26.06
WHOQOL D3 PRE	A.B.+BFR	61	±44.44
WHOQOL D3 PRE	O.E.	83.8	±23.56
WHOQOL D3 POST	A.B.	56.5	±32.28
WHOQOL D3 POST	A.B.+BFR	59.5	±42.75
WHOQOL D3 POST	O.E.	86.4	±23.89
WHOQOL D4	A.B.	67.5	±23.45

PRE			
WHOQOL D4 PRE	A.B.+BFR	75.25	±13.43
WHOQOL D4 PRE	O.E.	81.4	±15.2
WHOQOL D4 POST	A.B.	66	±22.99
WHOQOL D4 POST	A.B.+BFR	80	±9.56
WHOQOL D4 POST	O.E.	84	±12.19
WHODAS 2.0 PRE	A.B.	22.03	±16.69
WHODAS 2.0 PRE	A.B.+BFR	33.15	±28.47
WHODAS 2.0 PRE	O.E.	22.92	±25.2
WHODAS 2.0 POST	A.B.	27.77	±21.29
WHODAS 2.0 POST	A.B.+BFR	30.39	±26.71
WHODAS 2.0 POST	O.E.	24.44	±26.03
SPB PRE	A.B.	115	±17.32
SPB PRE	A.B.+BFR	118.25	±10.72
SPB PRE	O.E.	114.4	±6.88
SPB POST	A.B.	119	±16.04
SPB POST	A.B.+BFR	116	±8
SPB POST	O.E.	117	±9.75
DPB PRE	A.B.	75	±10
DPB PRE	A.B.+BFR	82.5	±9.57
DPB PRE	O.E.	72.8	±6.38
DPB POST	A.B.	80	±14.14
DPB POST	A.B.+BFR	83	±5.72
DPB POST	O.E.	75.2	±6.72



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΡΓΟΣΠΡΟΜΕΤΡΙΑ, ΑΣΚΗΣΗ, ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Ονομάζομαι Μπρέγιαννης Κωσταντίνος και είμαι φοιτητής στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα Κλινική Εργοσπιρομετρία Άσκηση, Προηγμένη Τεχνολογία και Αποκατάσταση, του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Στο πλαίσιο των σπουδών μου διεξάγω μια πιλοτική έρευνα, η οποία εξετάζει την επίδραση ενός προσαρμοσμένου προγράμματος βάρδιας με περιορισμένη ροή αίματος στην λειτουργικότητα και την ποιότητα ζωής ασθενών με Πολλαπλή Σκλήρυνση. Η πολλαπλή σκλήρυνση όντας μια προοδευτικά υποτροπιάζουσα απομυελινωτική ασθένεια του κεντρικού νευρικού συστήματος, μπορεί να οδηγήσει από ελάχιστη μέχρι και βαριά σωματική αναπηρία.

Τα συμπτώματα της πολλαπλής σκλήρυνσης μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την καθημερινότητα του ασθενούς παρεμβαίνοντας ανασταλτικά σε αυτή. Η έντονη κόπωση, οι κινητικές βλάβες, οι συναισθηματικές διαταραχές και γενικότερα οι χαμηλότεροι δείκτες φυσικής κατάστασης, συμβάλλουν στη μείωση της λειτουργικότητας και ποιότητας ζωής του ασθενή. Η μειωμένη ικανότητα εκπλήρωσης καθημερινών δραστηριοτήτων, απειλώντας άμεσα την αυτονομία των ασθενών, δημιουργεί συνεχώς δυσκολίες και εμπόδια στην ζωή των ασθενών.

Η πολλαπλή σκλήρυνση μέχρι και σήμερα δεν έχει κάποια συγκεκριμένη θεραπεία. Οι φαρμακολογικές παρεμβάσεις επικεντρώνονται κυρίως στην μείωση των συμπτωμάτων (π.χ. σπαστικότητα) και στην επιβράδυνση του υποτροπιασμού της ασθένειας. Ωστόσο, μια πληθώρα παρεμβάσεων αποδεικνύει πως η αεροβική άσκηση όπως και η άσκηση με αντιστάσεις φαίνεται να έχουν πολλαπλά οφέλη σε ασθενείς με πολλαπλή σκλήρυνση. Επίσης, οι παρεμβάσεις με φυσική άσκηση δεν σχετίζονται με κανένα κίνδυνο υποτροπής της ασθένειας, ενώ παράλληλα βελτιώνουν τη λειτουργική ικανότητα και την ποιότητα ζωής των ασθενών.

Όμως, παρόλα τα οφέλη της άσκησης, το μεγαλύτερο ποσοστό των ασθενών ακολουθεί μια γενικότερα ανανεργή καθημερινότητα, αντικατοπτρίζοντας την αντιμετώπιση των φυσικών, κοινωνικών και οικονομικών εμποδίων. Όπως η αδυναμία πρόσβασης σε υγειονομική περίθαλψη και άσκηση. Η σημαντική πλειοψηφία των ασθενών με πολλαπλή σκλήρυνση αναφέρει την βάρδια ως την πιο συχνή μορφή αυτοεπιλεγμένης άσκησης. Καθώς αποτελεί μια απλή μορφή φυσικής δραστηριότητας που δεν απαιτεί κανένα εξειδικευμένο εξοπλισμό, όπως και πρόσβαση σε κέντρο φυσικής άσκησης ή συνεχής εκπαίδευση-επίβλεψη από τον θεραπευτή. Παράλληλα, η βάρδια συνδέεται με πολλαπλά οφέλη στην λειτουργικότητα και την ποιότητα ζωής των ασθενών με πολλαπλή σκλήρυνση.

Ωστόσο, η βάρδια όντας άσκηση χαμηλής έντασης, σε συνδυασμό με την μειωμένη φυσική ικανότητα και τους κινητικούς περιορισμούς των ασθενών με πολλαπλή σκλήρυνση, αδυνατεί να βελτιστοποιήσει την επίδρασή του στην φυσική κατάσταση και την λειτουργικότητα των ασθενών. Η αδυναμία αύξησης του όγκου άσκησης και της έντασης είναι ένας σημαντικός περιοριστικός παράγοντας στους ασθενείς με υψηλότερη κλίμακα αναπηρίας. Οι ίδιοι περιορισμοί στην ένταση, εμφανίζονται στα άτομα τρίτης ηλικίας και σε πληθυσμούς που παρουσιάζουν μειωμένη λειτουργικότητα.

Τα τελευταία έτη, ένα αυξανόμενο σύνολο ερευνών υποστηρίζει την μέθοδο περιορισμού ροής αίματος-Blood Flow Restriction (BFR) σε χαμηλής έντασης άσκηση, για την επίτευξη θετικών αποκρίσεων στη μυϊκή υπερτροφία, στην δύναμη και παρόμοιες φυσιολογικές καρδιαγγειακές προσαρμογές. Η μέθοδος BFR με αυτό τον τρόπο, καθιστά εφικτή την αύξηση έντασης της άσκησης σε μία χαμηλή έντασης άσκηση όπως η βάρδια, προσφέροντας ευεργετικά αποτελέσματα σε κλινικούς πληθυσμούς όπου η έλλειψη λειτουργικότητας είναι χαρακτηριστική.

Η παρούσα μελέτη λοιπόν, σχεδιάστηκε με στόχο να αξιολογήσει την επίδραση ενός προγράμματος βάρδιας με περιορισμό ροής αίματος, στη λειτουργικότητα και την ποιότητα ζωής ασθενών με πολλαπλή σκλήρυνση. Αρχικά, θα πραγματοποιηθούν μετρήσεις στο χώρο του σπιτιού σας, οι οποίες θα επαναληφθούν έπειτα από το τέλος της συνολικής παρέμβασης. Στην επόμενη επίσκεψη θα πραγματοποιηθεί εξοικείωση με την χρήση περιχειρίδων περιορισμού ροής αίματος. Το παρεμβατικό πρόγραμμα βάρδιας όπως και το παρεμβατικό πρόγραμμα βάρδιας με BFR θα είναι με πλήρη επίβλεψη. Η διάρκεια του προγράμματος θα είναι 6 εβδομάδες, με συχνότητα 3 συνεδρίες την εβδομάδα, διάρκειας 50-55 λεπτών.

Η συνεδρία συμπεριλαμβάνει:

1. Προθέρμανση: Λειτουργικές ασκήσεις διάρκειας 5 λεπτών
2. Άσκηση βάρδιας: 3 περιόδους βάρδιας διάρκειας 10 λεπτών με διάλειμμα 5 λεπτών
3. Αποθεραπεία: Στατικές διατάσεις και αναπνευστικές ασκήσεις χαλάρωσης διάρκειας 5 λεπτών

Όλες οι συνεδρίες θα πραγματοποιηθούν στο χώρο του σπιτιού σας, ώστε να υπάρχει άνεση και εξοικείωση με το χώρο. Επιπροσθέτως, μπορείτε να αποχωρήσετε όποτε θελήσετε από μια συνεδρία ή και από την ερευνητική διαδικασία συνολικά, οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

Σημειώστε, ότι τα δεδομένα από τη συμμετοχή και τις μετρήσεις σας είναι αυστηρά προσωπικά, δεν θα αναγράφονται πουθενά ονόματα ή και προσωπικά στοιχεία των συμμετεχόντων, και θα μπορείτε να επικοινωνείτε μαζί μου για οποιαδήποτε διευκρίνιση χρειαστεί, ανά πάσα στιγμή.

Σας ευχαριστώ εκ των προτέρων για την κατανόηση και την συμμετοχή σας.

Με εκτίμηση

Μπρέγιαννης Κωνσταντίνος

Τηλέφωνο Επικοινωνίας: 6980818470

Email: dinos-gr@hotmail.com

Δηλώνω υπεύθυνα ότι έλαβα σαφή γνώση του περιεχόμενου γραπτώς και προφορικώς και επιθυμώ με την ελεύθερη βούληση μου να υποβληθώ στο παρεμβατικό πρόγραμμα. Παράλληλα διατηρώ το δικαίωμα αποχώρησης μου από την διαδικασία όποτε θελήσω και κρίνω απαραίτητο.

Ημερομηνία://

Όνοματεπώνυμο:

Υπογραφή: _____

ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΡΩΝ

Βάδιση: Αποτελεί φυσική δραστηριότητα χαμηλής-μέτριας έντασης η οποία προσφέρει πολλαπλά οφέλη στην υγεία, την λειτουργικότητα και την ποιότητα ζωής.³⁹

Για τους σκοπούς της έρευνας η βάδιση αναφέρεται στη συστηματική διαλειμματική άσκηση χαμηλής-μέτριας έντασης για 6 εβδομάδες, 3 φορές άνα εβδομάδα και διάρκειας 50-55 λεπτών.

Περιορισμένη ροή αίματος (BFR): Η άσκηση με περιορισμένη ροή αίματος αναφέρεται όταν κατά την διάρκεια της, εφαρμόζονται περιχειρίδες στο ανώτατο σημείο των άνω ή των κάτω άκρων. Οι ειδικά κατασκευασμένες περιχειρίδες περιορίζουν ποσοστιαία την ροή του αίματος.⁸⁸

Για τους σκοπούς της έρευνας αποτελεί την χρήση περιορισμένης ροής αίματος σε ποσοστό 60% της ολικής απόφραξης του αίματος των κάτω άκρων, εφαρμοζόμενη σε άσκηση βάδισης.

Πολλαπλή Σκλήρυνση (ΠΣ): Είναι μια απομυελινωτική ασθένεια του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) που μπορεί να οδηγήσει από ελάχιστη μέχρι και βαριά σωματική αναπηρία.¹⁶

Για τους σκοπούς της έρευνας αποτελείται από 13 ασθενείς με ΠΣ που επιλέχθηκαν με δειγματοληψία ευκολίας.

Λειτουργικότητα (Functionality): Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO), η λειτουργικότητα αναφέρεται στην αντικειμενική απόδοση σε ένα συγκεκριμένο τομέα της ζωής (γνωσιακή λειτουργία, κινητικότητα, αυτοφροντίδα, συναναστροφές/κοινωνικές επαφές, δραστηριότητες ζωή,οικιακά, εργασία και συμμετοχή).¹⁶

Για τους σκοπούς της έρευνας η λειτουργικότητα αναφέρεται στις επιδόσεις των ασθενών με ΠΣ στις δοκιμασίες 10MWT, BBS, 6MWT, 3MBW, 25FWT, στην αποκατάσταση παλμών στο 1^ο λεπτό αμέσως μετά το 6MWT και στις απαντήσεις τους στην κλίμακα WHODAS 2.0.

Ποιότητα της Ζωής (Quality of Life): Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO), η ποιότητα της ζωής αναφέρεται στην αξιολόγηση της υποκειμενικής ευεξίας σε διάφορους τομείς της ζωής. Δηλαδή στο αίσθημα ικανοποίησης ενός ατόμου σε ένα συγκεκριμένο τομέα της ζωής.¹⁴⁶

Για τους σκοπούς της έρευνας η ποιότητα της ζωής αναφέρεται στις απαντήσεις των ασθενών με ΠΣ στην κλίμακα WHOQOL.

Κόπωση (Fatigue): Αποτελεί την οξεία εξασθένηση της απόδοσης που περιλαμβάνει τόσο την αύξηση της υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας που απαιτείται για την άσκηση μιας επιθυμητής δύναμης όσο και την ενδεχόμενη αδυναμία παραγωγής αυτής της δύναμης.¹⁶ Για τους σκοπούς της έρευνας η κόπωση αναφέρεται στις απαντήσεις των ασθενών με ΠΣ στην κλίμακα MFIS.