



Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής και Απόδοση

Χερουβείμ Ευγενία
MSc, PhD Εργοφυσιολογία

Αθήνα 2022

ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Email: echerouv@phed.uoa.gr

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής

Λειτουργία



Εφαρμογή
Υπερατμοσφαιρικής
Πίεσης



Ενδομυϊκής Πίεσης

Συνέπεια

Μυϊκής Αιματικής Ροής

Μυϊκής Μεταφοράς
Οξυγόνου

Μυϊκής Οξυγόνωσης

Φλεβικής Αιματικής
Ροής

Συσσώρευση Αίματος

Crenshaw et al 1988; Iida et al 2007; Takano et al 2005; Manini and Clark 2009; Larkin et al 2012; Pope et al 2013; Hunt et al 2016; Corvino et al 2017; Mouser et al 2017a,b, 2018; Reis et al 2019

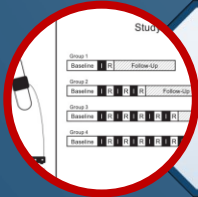
Εφαρμογές Απόφραξης Μυϊκής Αιματικής Ροής



Μυϊκή Ενδυνάμωση



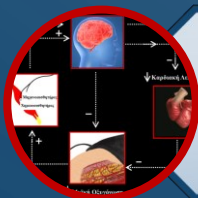
Αερόβια Άσκηση



**Διαλειμματική Απόφραξη Αιματικής Ροής
& Βελτίωση Απόδοσης**



Κλινικές Εφαρμογές

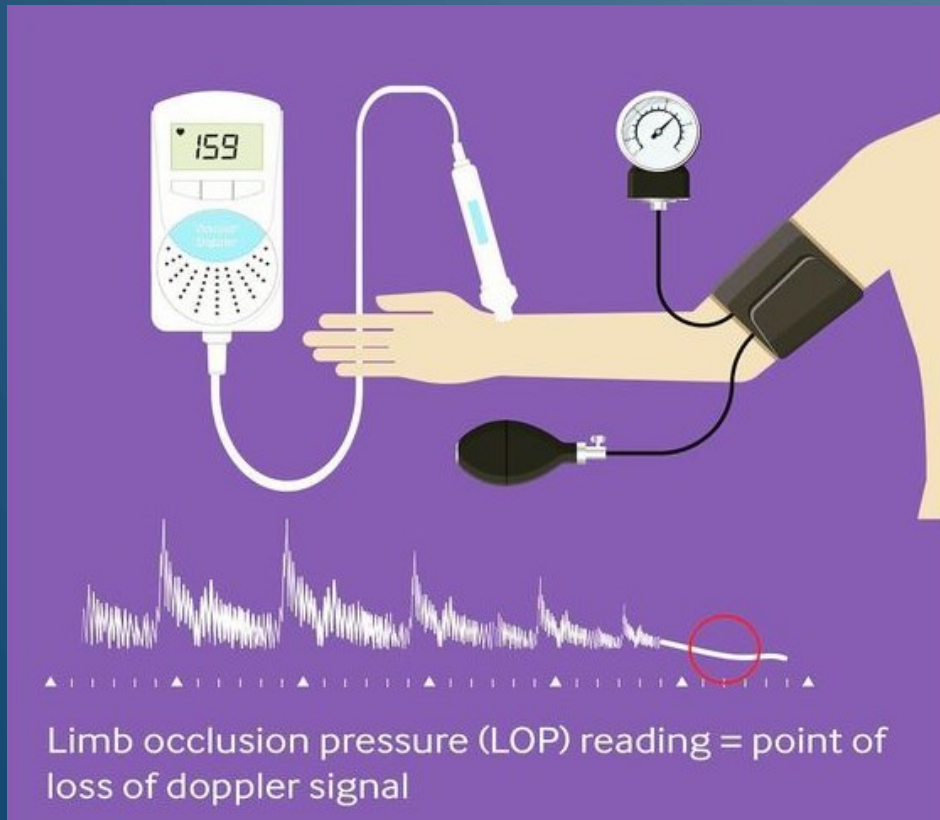


**Ερευνητικό Μοντέλο Προσδιορισμού
Περιοριστικών Παραγόντων Απόδοσης**

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής

Προσδιορισμός Αρτηριακής Πίεσης Απόφραξης (AOP)

- Δοκιμασία προοδευτικά αυξανόμενης πίεσης μέχρι την επίτευξη της πλήρης αρτηριακής απόφραξης (αρχική πίεση 50 mmHg, προοδευτική αύξηση κατά 10-40 mmHg)



Φλεβική Απόφραξη: 40-80% AOP
Αρτηριακή Απόφραξη: 100% AOP



Crenshaw et al 1988; Rossow et al 2012; Laurentino et al 2012b; Loenneke et al 2012a,b, 2013, 2014, 2015; Jessee et al 2016; Hunt et al 2016; Mousser et al 2017a,b, 2018 McEwen et al 2018; Patterson et al 2019

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής

Προσδιορισμός Αρτηριακής Πίεσης Απόφραξης

- Με εξίσωση πρόβλεψης λαμβάνοντας υπόψιν τα ατομικά χαρακτηριστικά του ατόμου

Άνω Άκρα

Arterial occlusion (mmHg) = $0.514 \text{ (SBP)} + 0.339 \text{ (DBP)} + 1.461 \text{ (Arm circumference)} + 17.236$

Arterial occlusion (mmHg) = $0.667 \text{ (SBP)} + 0.210 \text{ (DBP)} + 0.331 \text{ (MTH)} + 0.446 \text{ (FTH)} + 26.275$

SBP: Systolic Blood Pressure, DBP: Diastolic Blood Pressure,
MTH: Muscle Thickness, FTH: Fat Thickness

Κάτω Άκρα

Arterial occlusion (mmHg) = $5.893 \text{ (Thigh circumference)} + 0.734 \text{ (DBP)} + 0.912 \text{ (SBP)} - 220.046$

Κάτω Άκρα

Thigh circ. (cm)	Estimated arterial occlusion pressure (mmHg)
< 45–50	200
51–55	250
56–59	300
> 60	350

EXERCISE WITH BLOOD FLOW RESTRICTION: AN EVIDENCE-BASED APPROACH FOR ENHANCED MUSCULAR DEVELOPMENT

By Scott, Loenneke, Slattery & Dascombe, Sports Med 2015

Designed by ©YLM Sport Science



The addition of blood flow restriction to low-load resistance exercise enhances hypertrophic and strength responses



This novel training strategy has important implications for individuals who cannot train using heavy loads



Well-trained athletes can benefit from low-load blood flow restriction training, either as an independent training method, or more substantially in combination with traditional high-load resistance training



1 Ensure that the cuff width used is appropriate and the restrictive pressure is specific to each individual limb



2 Both single- and multijoint exercises can be prescribed for training programmes



3 Blood flow restriction training does not markedly increase muscle damage, brief periods of high training frequencies may be possible

4

- **LOW LOADS (20-40 % 1RM)**
- **SHORT INTER-SET REST PERIODS (30-60 S)**
- **RELATIVELY HIGH TRAINING VOLUMES (50-80 REPETITIONS PER EXERCISE)**

Blood flow restriction can be achieved by the application of an inflatable cuff or tourniquet around a limb (proximal to the muscles being trained), which limits blood delivery to and from contracting muscles



Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Μυϊκή Ενδυνάμωση

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Μυϊκή Ενδυνάμωση

Ποιοτικά & Ποσοτικά Χαρακτηριστικά Άσκησης

Μη Αθλητές

Frequency	2–3 times a week (> 3 weeks) or 1–2 times per day (1–3 weeks)
Load	<u>20–40% 1RM</u>
Restriction time	5–10 min per exercise (reperfusion between exercises)
Type	Small and large muscle groups (arms and legs/uni or bilateral)
Sets	2–4
Cuff	5 (small), 10 or 12 (medium), 17 or 18 cm (large)
Repetitions Pressure	(75 reps) – 30 × 15 × 15 × 15, or sets to failure 40–80% AOP
Rest between sets	30–60 s
Restriction form	Continuous or intermittent
Execution speed	1–2 s (concentric and eccentric)
Execution	Until concentric failure or when planned rep scheme is completed

Takarada et al., 2000b; Burgomaster et al., 2003; Moore et al., 2004; Abe et al 2005; Yasuda et al 2006, 2010a,b, 2011a,b, 2012; Madarambe et al 2008; Fujita et al 2008; Yasuda et al 2011; Nielsen et al 2012; Rossow et al 2012; Ozaki et al 2013; Loenneke et al 2016; May et al 2017; Ogasawara et al 2013; Farup et al 2015; Colomer-Poveda et al 2017; Hill et al 2018, 2019; Patterson et al 2019 Pignanelli et al 2021

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Μυϊκή Ενδυνάμωση

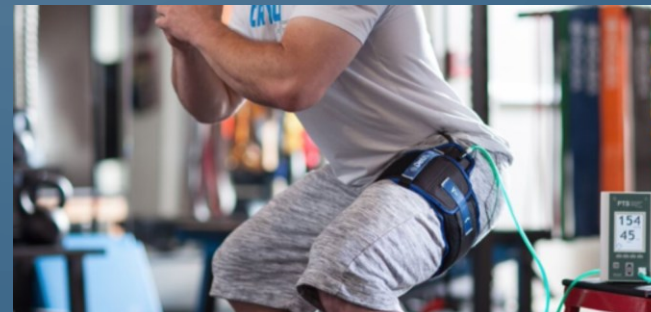
Μη Αθλητές



✓ Αύξηση της μυϊκής υπερτροφίας και δύναμης έχει αναφερθεί εκτεταμένα σε νεαρά και ηλικιωμένα υγιή άτομα.

Θετική Επίδραση

- ✓ Μέγιστη Ισομετρική Δύναμη (~6-42%)
- ✓ Μέγιστη Ροπή Δύναμης (~13-20%)
- ✓ Μέγιστη Ισοτονική Δύναμη (~7-18%)
- ✓ Ρυθμός Εφαρμογής Δύναμης (~9-20%)
- ✓ Εγκάρσια Επιφάνεια Μυός (~3.5-22.6%)
- ✓ Εγκάρσια Επιφάνεια Μυός-Οστού (~2.5-3.5%)

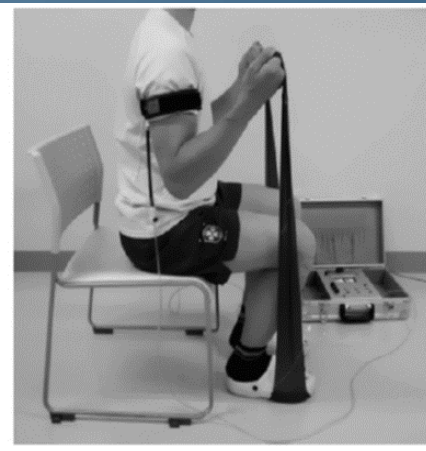
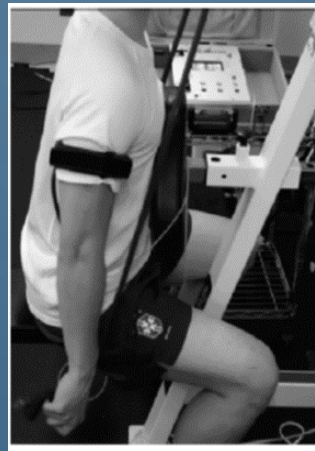


Takarada et al 2000b; Burgomaster et al 2003; Moore et al 2004; Abe et al 2005; Fujita et al 2008; Loenneke et al 2010b; Laurentino et al 2012; Nielsen et al 2012; Farup et al 2015; Jenkins et al 2016; Colomer-Poveda et al 2017; Hill et al 2018, 2019a,b; Bjornsen et al. 2019; Kourabbaslou et al 2022

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Μυϊκή Ενδυνάμωση

Βελτίωση Μυϊκής Δύναμης και Μυϊκής Υπερτροφίας

Μη Αθλητές



Προγράμματος Μυϊκής
Ενδυνάμωσης Χαμηλής
Έντασης Με BFR

Προγράμματος Μυϊκής
Ενδυνάμωσης Χαμηλής
Έντασης Χωρίς BFR

Μεγαλύτερο
Όφελος

Προγράμματος Μυϊκής
Ενδυνάμωσης Υψηλής
Έντασης Χωρίς BFR

Παρόμοιο
Όφελος

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Μυϊκή Ενδυνάμωση

Μυϊκή Υπερτροφία

- ✓ Εγκάρσια Επιφάνεια Μυός (~6.6-12.3%)
- ✓ Εγκάρσια Επιφάνεια Μυός-Οστού (~4.5%)
- ✓ Μυϊκή Περιφέρεια Ορθού Μηριαίου (0.8-2.1 mm, 2.8-5.9%), Οπίσθιου Μηριαίου (1.2-2.4 mm, 4.5%), Στήθους (3%), Βραχίονα (2.27%)

ΔΥΝΑΜΗ

- ✓ Μέγιστη Ισομετρική Δύναμη (10.2-11.0%)
- ✓ 1 RM Πιέσεις Στήθους (5.4 ± 2.6 Kg, 7.06%)
- ✓ 1 RM Πιέσεις Ποδιών (9.6%)
- ✓ 1 RM Βαθύ Κάθισμα (7.8 ± 2.1 kg, 8-12.89%)
- ✓ 3 RM Βαθύ Κάθισμα (12.3%)
- ✓ Μέγιστη Δύναμη Ροπής Εκτεινόντων (11-30%) και Καμπτήρων (23.8%) Γόνατος
- ✓ Ρυθμός Ανάπτυξης Δύναμης (RFD, 6.0 (1.7-10.2) $\text{kN} \cdot \text{sec}^{-1}$)

Αθλητές

Αθλητική Απόδοση

- ✓ Χρόνος Σπριντ 5 m (-16.3%)
- ✓ Χρόνος Σπριντ 10 m (-3.3%)
- ✓ Χρόνος 100 m (-0.38 sec)
- ✓ Χρόνος Agility Test 505 (-9.0%)
- ✓ Χρόνος FSPT Test (-11.0%)
- ✓ Wingate Test (2.5%)
- ✓ Κάθετο Άλμα (4.8%)
- ✓ Αντοχή στο Βαθύ Κάθισμα (21.2%)

Takarada et al 2002; Abe et al 2005; Sakuraba et al 2009; Park et al 2010; Yamanaka et al 2012; Manimmanakom et al 2013; Cook et al 2014; Luebbbers et al 2014; Behringer et al 2016; Scott et al 2016; Paton et al 2017; Amani-Shalamzari et al 2019; Held et al 2019; Bowman et al 2019

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Μυϊκή Ενδυνάμωση

Μυϊκή Δύναμη

Πιέσεις Στήθους

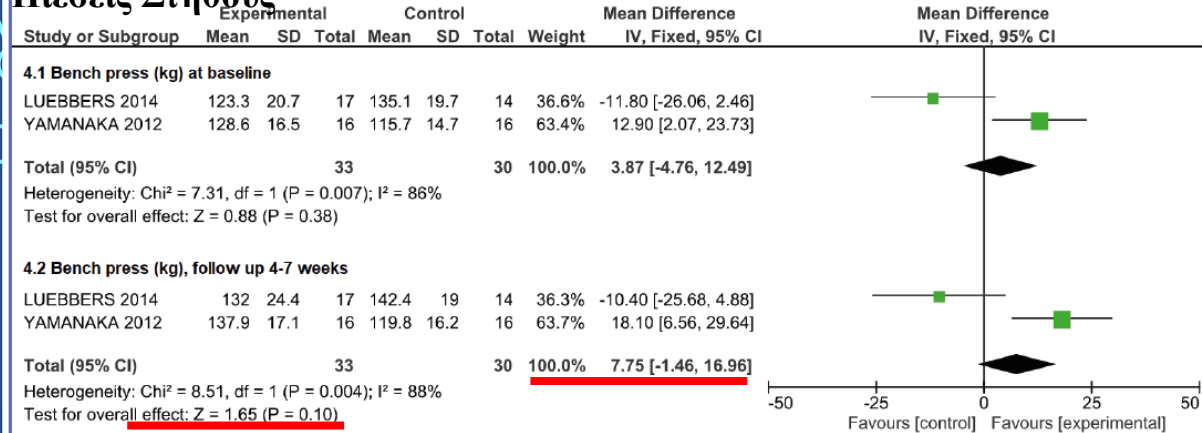
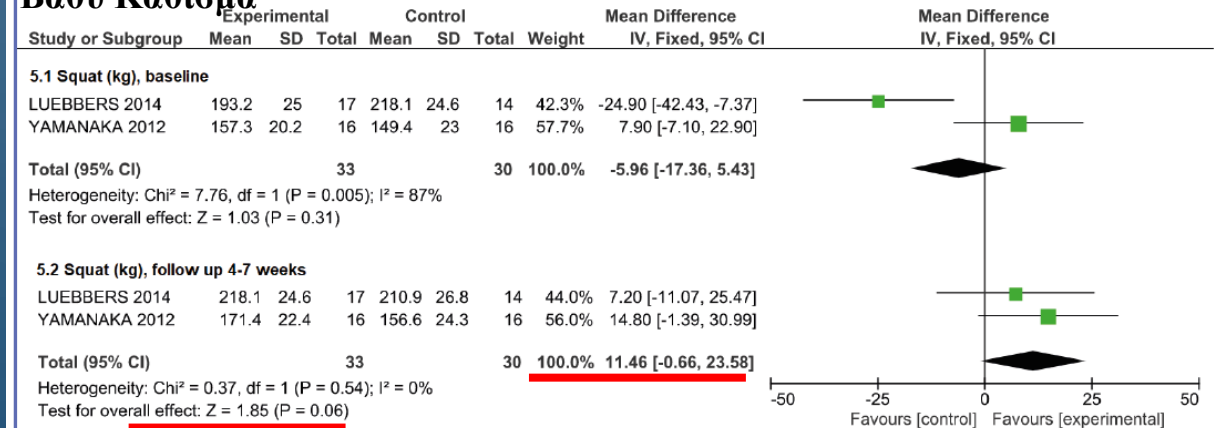


Figure 4. Comparison of exercise protocol + BFR vs. exercise protocol concerning outcome 2: Bench press (kg).

- ✓ Μέγεθος Περιμερίδας: 3-13 cm
- ✓ Πίεση Απόφραξης: 160-230 mmHg
- ✓ Διάρκεια Προγράμματος: 3-8 εβδομάδες
- ✓ Εβδομαδιαία Συχνότητα: 2-6 φορές / εβδομάδα

- ✓ Συνολικά: 7 / 14 έρευνες
- ✓ Συμμετέχοντες: 187 άτομα
- ✓ Νεαροί Αθλητές: 19-30 ετών
- ✓ Αθλήματα: Ποδόσφαιρο, Κωπηλασία, Καλαθοσφαίριση, Ράγκμπι, Ποδόσφαιρο Σάλας, Κλασικό Αθλητισμό

Βαθύ Κάθισμα



Flocco & Galeoto 2021

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Μυϊκή Ενδυνάμωση

Μυϊκή Υπερτροφία

Καμιά σημαντική επίδραση

Περίμετρος Μηρού

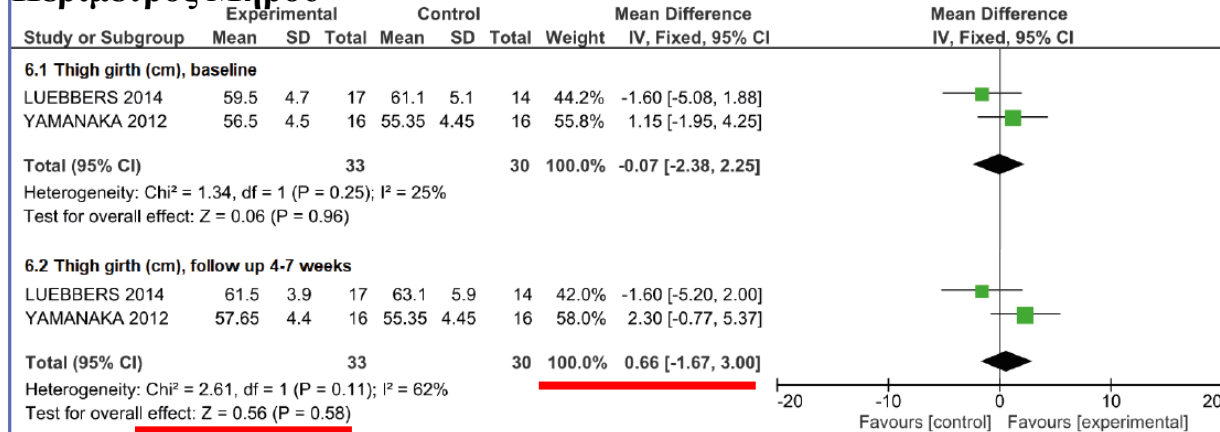


Figure 6. Comparison of exercise protocol + BFR vs. exercise protocol concerning outcome 4: Thigh Girth (cm).



Flocco & Galeoto 2021

Περίμετρος Στήθους

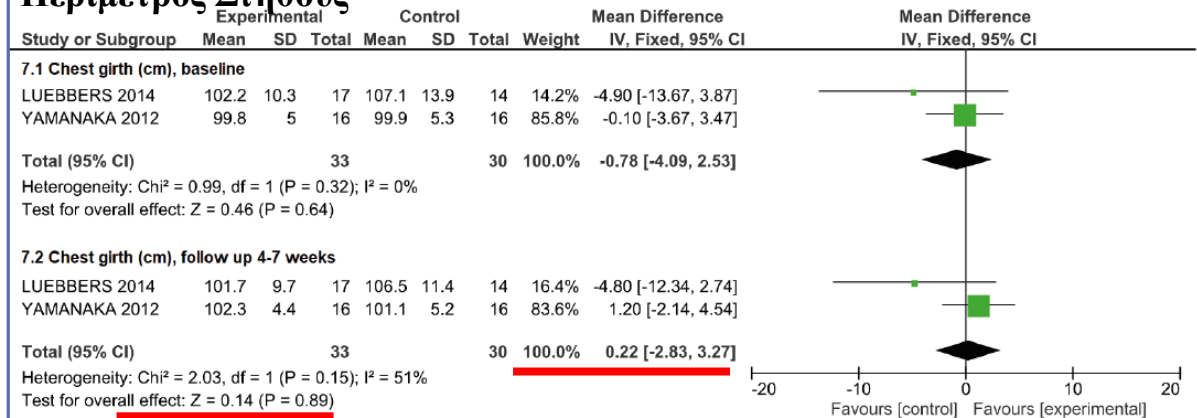
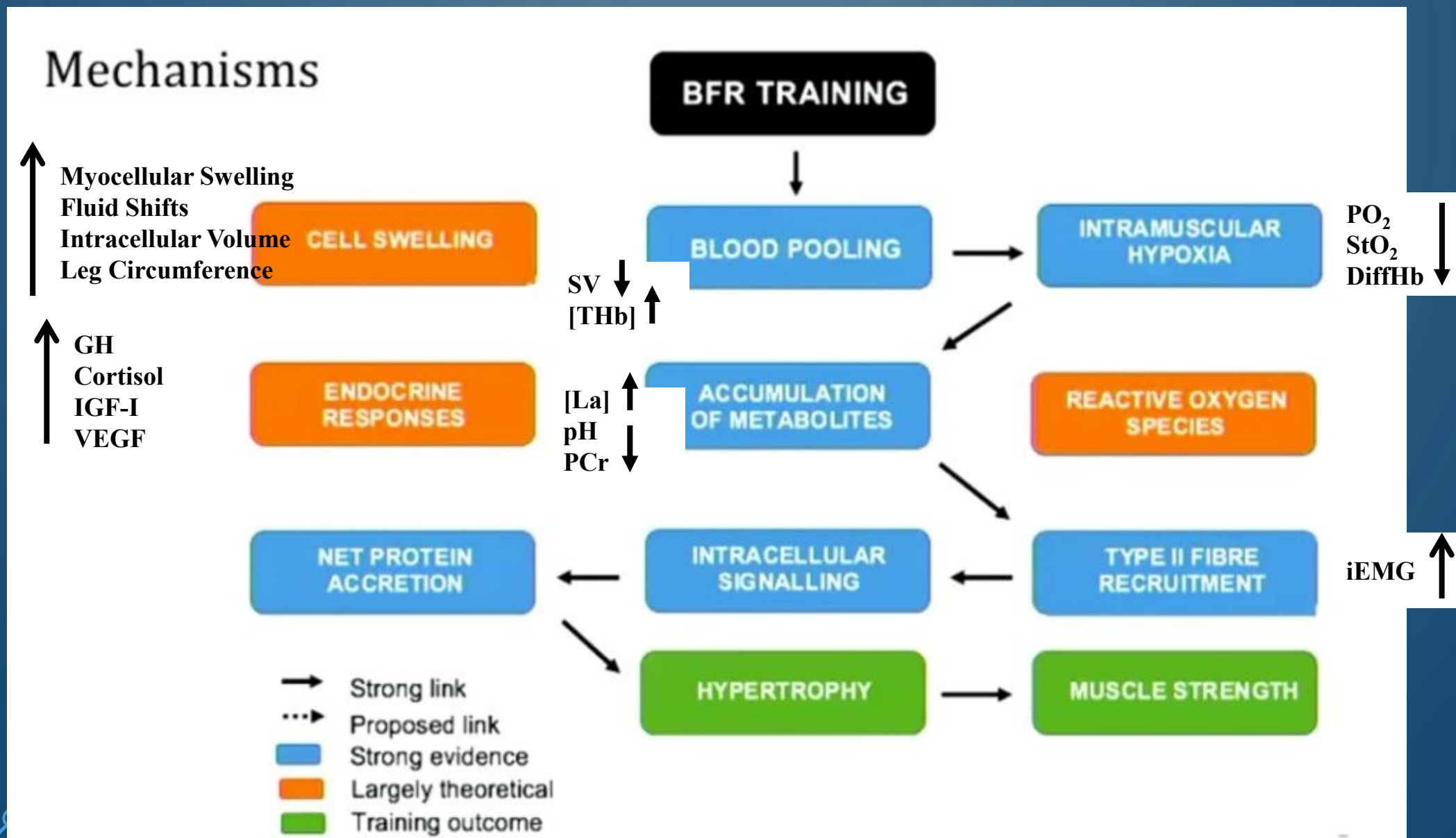


Figure 7. Comparison of exercise protocol + BFR vs. exercise protocol concerning outcome 5: Chest Girth (cm).

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Μυϊκή Ενδυνάμωση

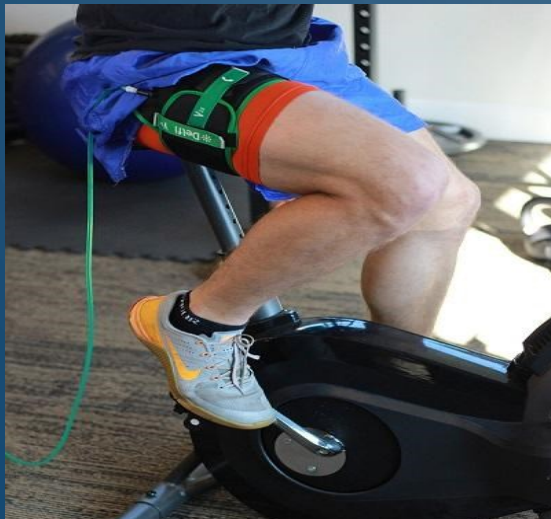




Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Αερόβια Ικανότητα

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Αερόβια Ικανότητα

Θετική Επίδραση



- ✓ Μυϊκή Δύναμη (7-38%) και Υπερτροφίας (3-7%)
- ✓ Λειτουργική Ικανότητα – Ηλικιωμένα Άτομα
- ✓ Αερόβια Ικανότητα – VO_{2max} (3.66-20.6%)
- ✓ Χρόνος Άσκησης (15.4%) και Κορυφαία Παραγόμενη Ισχύς (6-15%)
- ✓ Μέγιστη Δρομική Ταχύτητα (3.6-4.2%)
- ✓ Δρομική Οικονομία (7%)
- ✓ Μυϊκή Αιματική Ροή (16-20%), Μεταφορά O_2 (12-23%) & Διαχυτική Ικανότητα (12-25%) κατά την Υπομέγιστη Άσκηση
- ✓ Διαμέτρου Μηριαίας Αρτηρίας (4%)

Abe et al., 2006, 2010a,b; Park et al 2010; Sakamaki et al., 2011; Ozaki et al., 2011a,b; de Olivera et al 2015; Taylor et al 2016; De Oliveira et al., 2016; Behringer et al 2017; Clarkson et al., 2017a; Conceição et al., 2019; Slys et al., 2016; Paton et al 2017; Bennett et al 2018; Amani et al 2018, 2019a,b, 2020; Mitchell et al 2019; Patterson et al., 2019; Christiansen et al 2019a,b, 2020a,b, 2021; Elgammal et al 2020; Magno et al 2020; Chua et al 2022

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Αερόβια Ικανότητα

Χαρακτηριστικά Απόφραξης Αιματικής Ροής

Μέγεθος Περιμηρίδας:
5-18 cm πλάτος

Πίεση Απόφραξης:
60-220 mmHg

Τρόπος Απόφραξης:
Συνεχόμενα ή διαλειμματικά

Διάρκεια Απόφραξης: 15-30 min

Χαρακτηριστικά Αερόβιας Άσκησης

Ένταση Άσκησης:
20-90% $\text{VO}_{2\text{max}}$ ή/και PPO

Εβδομαδιαία Συχνότητα:
2-12 συνεδρίες / εβδομάδα

Διάρκεια Άσκησης / Συνεδρία:
15-40 min

Συνολική Διάρκεια Προγράμματος:
2-24 wks

Αρχικό Επίπεδο:
32-60 ml/kg/min

Περιορισμός Μυϊκής Αιματικής Ροής & Αερόβια Ικανότητα

Sport Sciences for Health

<https://doi.org/10.1007/s11332-022-00944-x>

2022

REVIEW



Effects of blood flow restriction training on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis

Paolo Flocco¹ · Laura Bernabei^{1,2}

Συνολικά: 12 έρευνες

Συμμετέχοντες: 422 άτομα

Κριτήριο: Αξιολόγηση
VO₂max

3.1 - VO₂max, trained or physically active subjects

ABE 2010	47.3	8.6	9	41.2	8.4	10	8.5%	6.10 [-1.56, 13.76]
AMANI 2018	56.6	7.74	10	54.88	5.68	9	13.5%	1.72 [-4.34, 7.78]
DE OLIVEIRA 2015	50.2	7.7	10	44.8	4.7	7	14.2%	5.40 [-0.51, 11.31]
HELD 2019	69.7	9.4	16	64.9	8.6	15	12.4%	4.80 [-1.54, 11.14]
PARK 2010	54.5	4.2	7	46.8	2.4	5	35.2%	7.70 [3.94, 11.46]
PATON 2017	49	7.1	8	48.4	3.6	8	16.3%	0.60 [-4.92, 6.12]
Subtotal (95% CI)			60			54	100.0%	4.92 [2.69, 7.14]

Heterogeneity: Chi² = 5.65, df = 5 (P = 0.34); I² = 11%

Test for overall effect: Z = 4.32 (P < 0.0001)

3.2 - VO₂max, untrained or physically inactive subjects

CONCEIÇÃO 2018	38.4	6.8	10	40	5.9	10	10.4%	-1.60 [-7.18, 3.98]
FERREIRA 2019	30.4	2.8	14	28.8	3.2	12	59.6%	1.60 [-0.73, 3.93]
KERAMIDAS 2011	36	3.1	10	36.4	4.3	10	30.0%	-0.40 [-3.69, 2.89]
Subtotal (95% CI)			34			32	100.0%	0.67 [-1.13, 2.47]

Heterogeneity: Chi² = 1.66, df = 2 (P = 0.44); I² = 0%

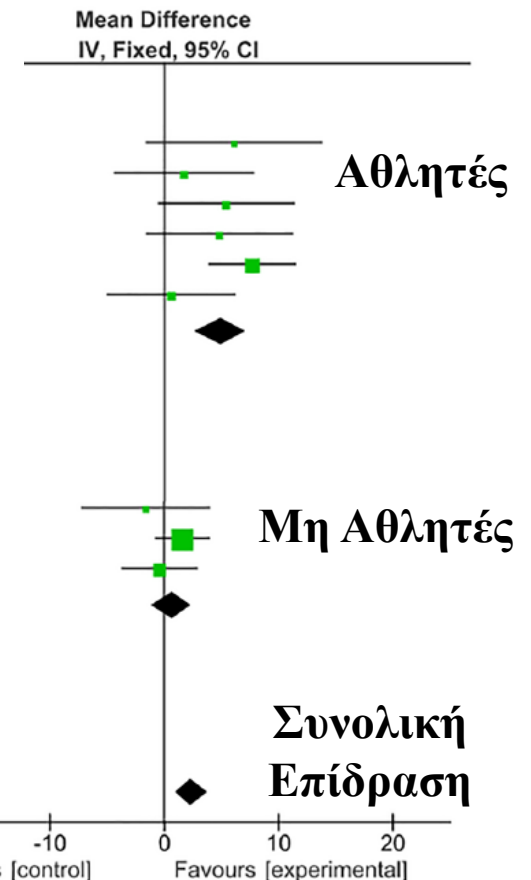
Test for overall effect: Z = 0.73 (P = 0.47)

3.3 - Total sample analysis

Total (95% CI)			94			86	100.0%	2.34 [0.94, 3.74]
-----------------------	--	--	-----------	--	--	-----------	---------------	--------------------------

Heterogeneity: Chi² = 15.76, df = 8 (P = 0.05); I² = 49%

Test for overall effect: Z = 3.28 (P = 0.001)



Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Αερόβια Ικανότητα

Chronic Effects of BFR + HIIT vs HIIT

Legends

- ☑ – Significantly greater improvements vs CON
- Ⓜ – Some evidence of greater improvements vs CON
- – No or limited evidence available

7 Έρευνες – 180 Συμμετέχοντες – Αθλητές και Μη Αθλητές



Maximal
Intensities



Mixed
Intensities



Submaximal
Intensities

BFR + SIT

BFR + RST

BFR + SSG

BFR + ST

BFR + LT

*In submaximal SIT

Aerobic



↑ $\dot{V}O_{2max}$

↑Maximal Aerobic Function

↑Exercise Economy



—

—

—



—

—

—



—

Anaerobic



↑PPO

↑MPO

↑Sprint Speed

—

—



—

—

—

—



—

—



—

—

—

—

Muscular



↑Strength and Power

↑Hypertrophy

↑Endurance

↑Activation



—



—

—

—

—

—

—

—

—



—

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Αερόβια Ικανότητα

Scand J Med Sci Sports 2015: ••: ••–••
doi: 10.1111/sms.12540

© 2015 John Wiley & Sons A/S.
Published by John Wiley & Sons Ltd

SCANDINAVIAN JOURNAL OF
MEDICINE & SCIENCE
IN SPORTS

Short-term low-intensity blood flow restricted interval training improves both aerobic fitness and muscle strength

M. F. M. de Oliveira^{1,2,3}, F. Caputo², R. B. Corvino², B. S. Denadai^{1,3}



37 Νεαρά Υγιή Άτομα

VO_{2max}: ~ 45 ml/kg/min

Διαλειμματική Αερόβια Άσκηση

4 εβδομάδες – 3 φορές / εβδομάδα

Διαλειμματική Εφαρμογή BFR (140-200 mmHg)

Table 2. Description of training

Parameters	HIT	HIT + BFR	BFR	LOW
Exercise protocol	2 sets (5–8 repeats × 120-s, 60-s rest between repetitions)		Between sets: 3min @30%P _{max} + 2min passive rest	
Total session time (s)	1200–1920			
Exercise intensity	~102%P _{MAX} (~236 W)	~66%P _{MAX} (~138 W)*	30% P _{MAX} (~66 W)*†	
Perceived exertion	7.6 ± 1.4	5.1 ± 1.4	7.3 ± 1.4	1.3 ± 0.5*†‡
Peak [La] (mM)	10.1 ± 2†	9.1 ± 1.9†	5.3 ± 1.7*†	1.6 ± 0.4*†‡
Peak HR (%HR _{max})	96 ± 2.9†‡	84 ± 8.6*†	70 ± 9.2*†	60 ± 5.1*†‡
Peak VO ₂ (%VO _{2max})	98 ± 6†	70 ± 6.5*†	42 ± 4.7*†	45 ± 2.4*†
Session volume (kJ)	284–454	165–264	83–133	
Training volume (kJ)	4424	2583	1300	

Perceived exertion, [La], Peak HR and Peak VO₂ represent the mean of averaging exercise values obtained during the first and 12th training session. Rating of perceived exertion measured by 0 to 10 scale.

*Significantly different from HIT.

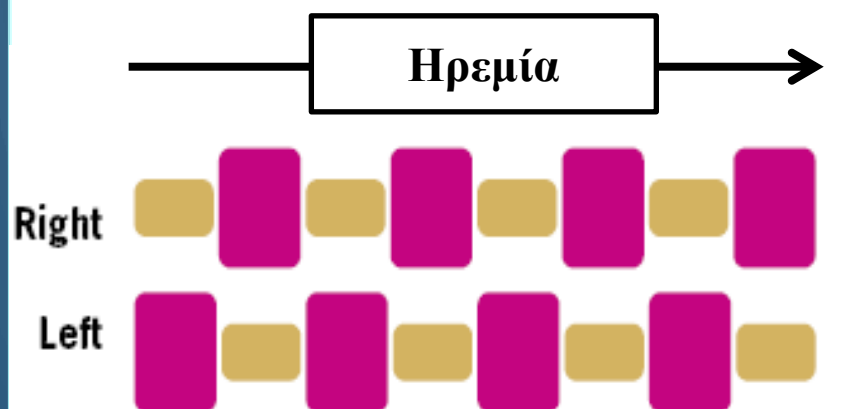
†Significantly different from BFR.

‡Significantly different from HIT + BFR ($P < 0.05$).

BFR, low-intensity interval training with blood flow restriction; HIT, high-intensity interval training; HR, heart rate; LOW, low-intensity interval training without blood flow restriction; VO_{2max}, maximal oxygen uptake.

~340%

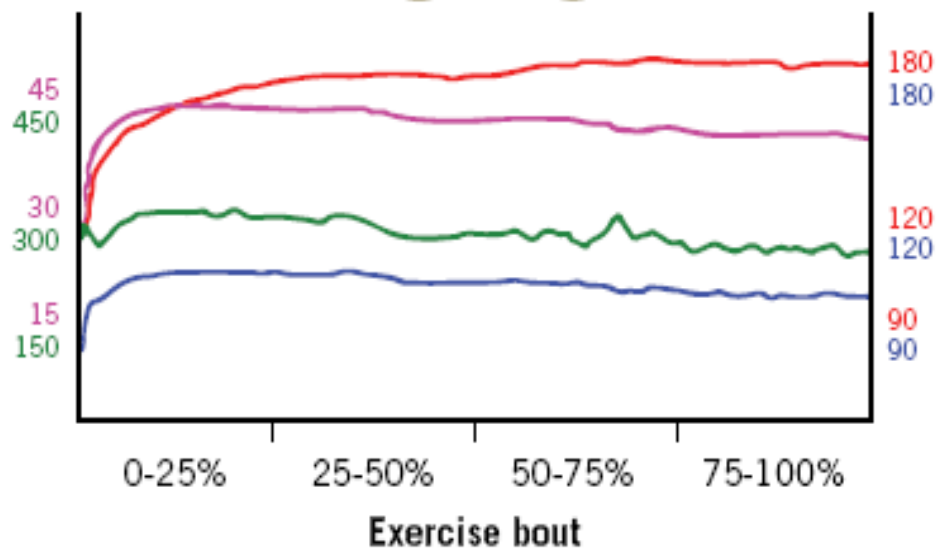
Διαλειμματική Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Απόδοση



Yellow square: Occlusion 200-300 mmHg
Pink square: Unrestricted blood flow (0 mmHg)

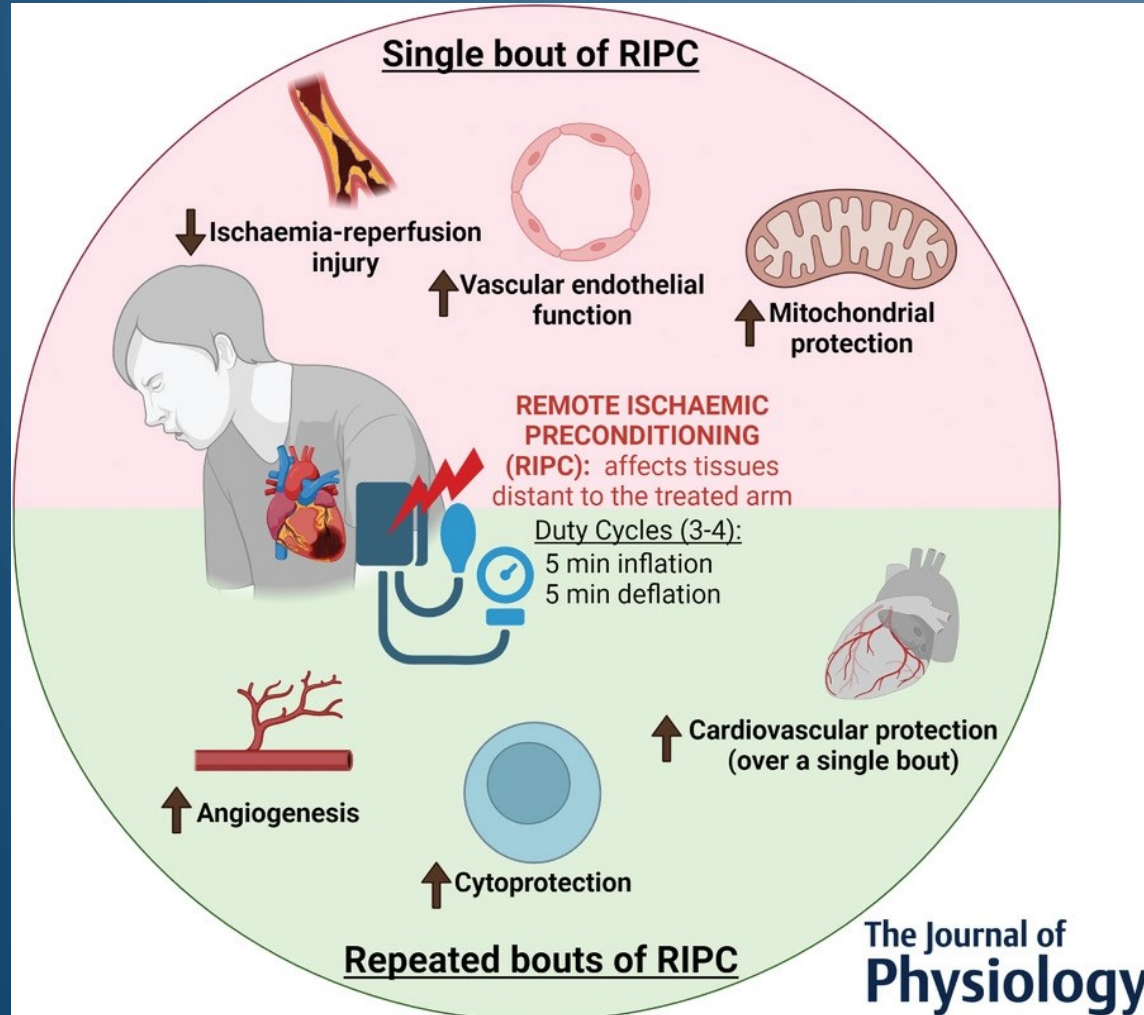
2-4 κύκλοι
Διάρκειας:
3-5 min

Speed (km/h)
Power (W)
HR (BPM)
Cadence (RPM)



Διαλειμματική Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Απόδοση

Κλινική Εφαρμογή



Αθλητική Εφαρμογή

Βελτίωση Μεταβολικής Αποδοτικότητας

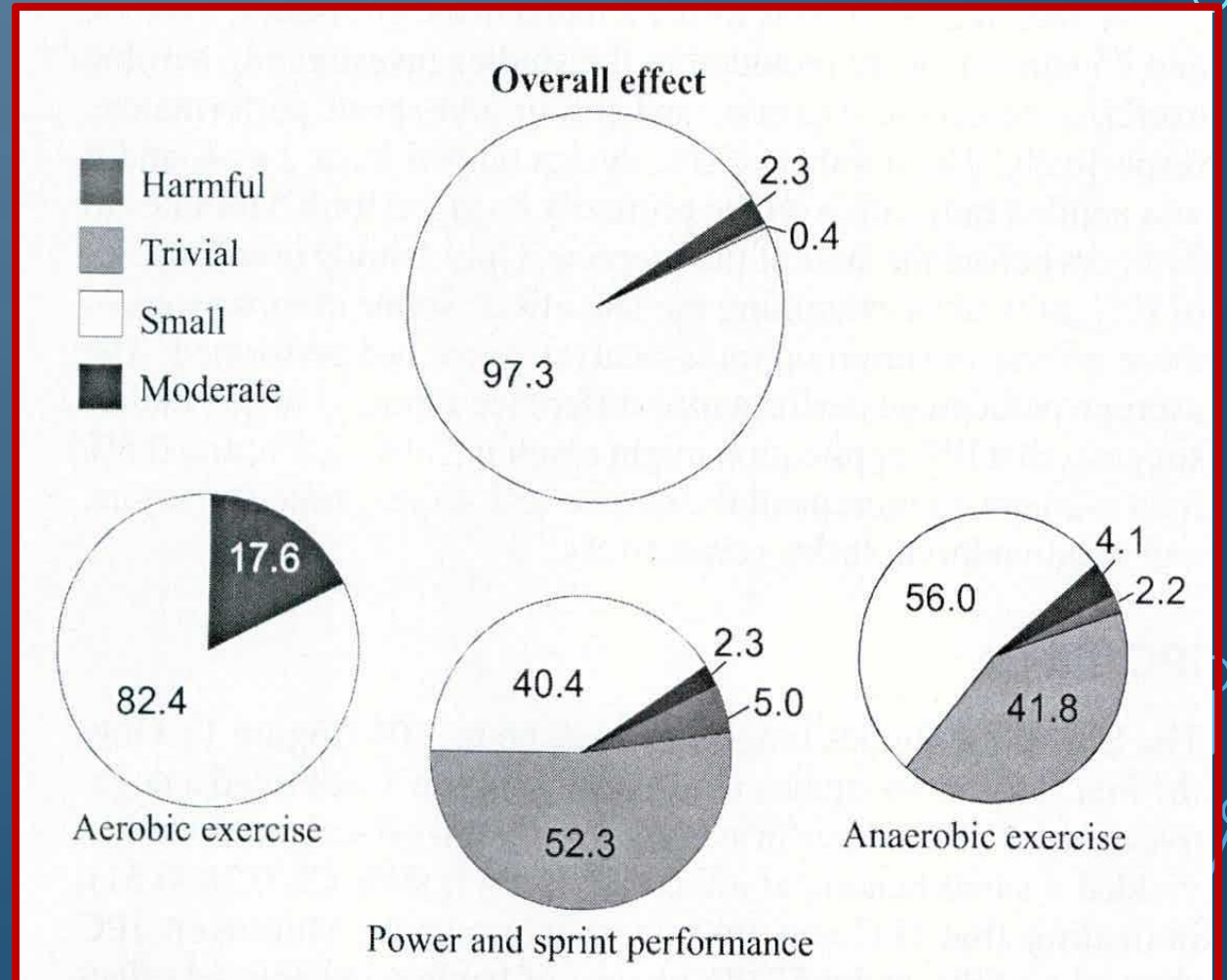
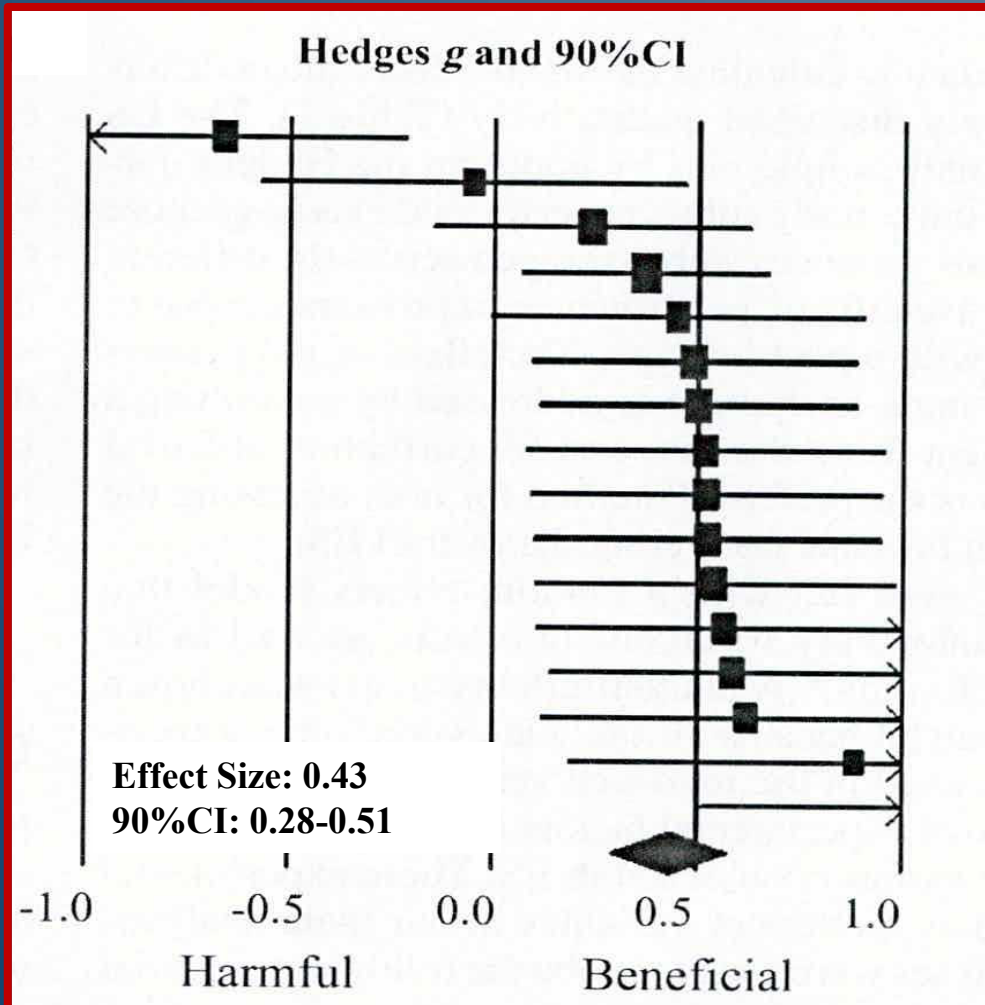
- ✓ Περιορίζει την εξάντληση ATP, μυϊκού γλυκογόνου & την παραγωγή La
- ✓ Μιτοχονδριακή Αποδοτικότητα ↑
- ✓ Κινητικότητα VO_2 ↑
- ✓ Ενεργοποίηση των αισθητικών μυϊκών ινών τύπου III/IV ↓

Βελτίωση Αιματικής Ροής

- ✓ Μυϊκής Αιματικής Ροής ↑
- ✓ Μυϊκής Οξυγόνωσης (StO_2) ↑
- ✓ Διατήρηση Ενδοθηλιακής & Μικροαγγειακής Λειτουργίας

Διαλειμματική Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Απόδοση

- ✓ 16 Έρευνες
- ✓ 234 Συμμετέχοντες



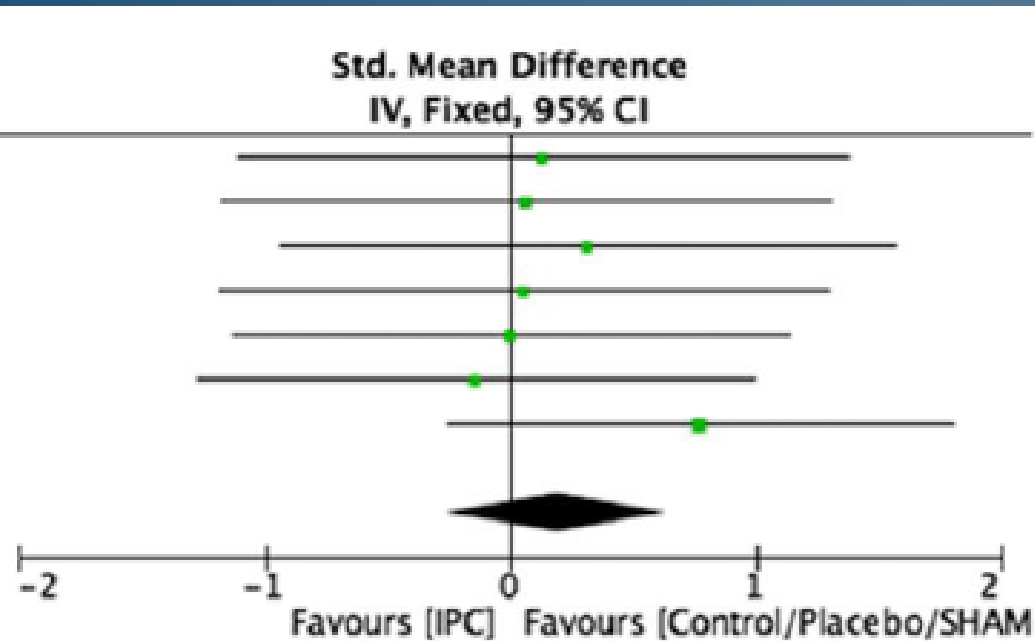
Διαλειμματική Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Απόδοση

✓ 45 Έρευνες

✓ Smallest Worthwhile Change

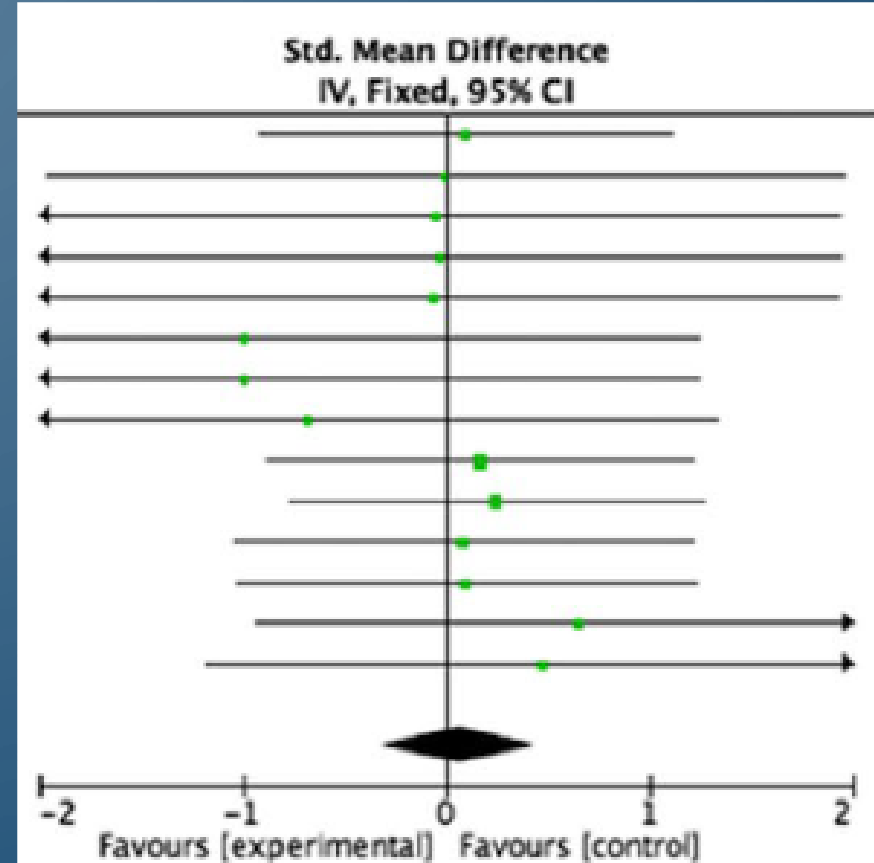
Αλτική Ικανότητα

Παραγόμενη Ισχύς



Effect Size: 0.19 (-0.25-0.64)

Overall Effects: $Z=0.85$, $P=0.239$

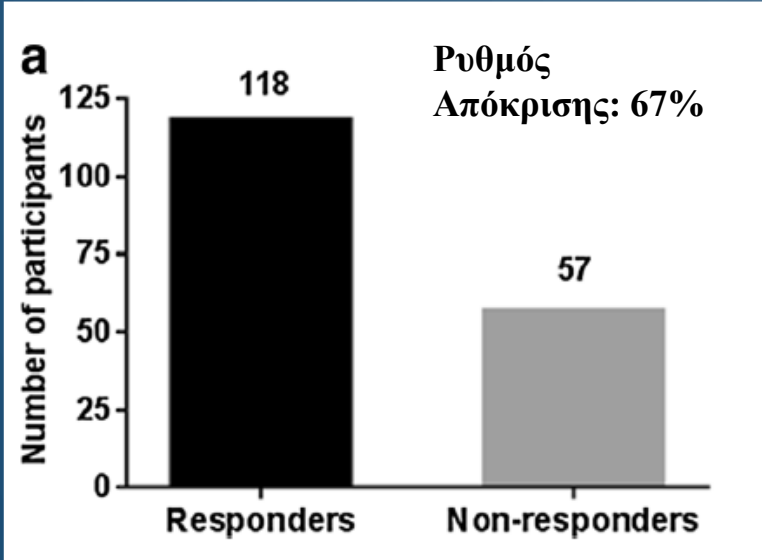


Effect Size: 0.06 (-0.32-0.45)

Overall Effects: $Z=0.33$, $P=0.74$

Διαλειμματική Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Απόδοση

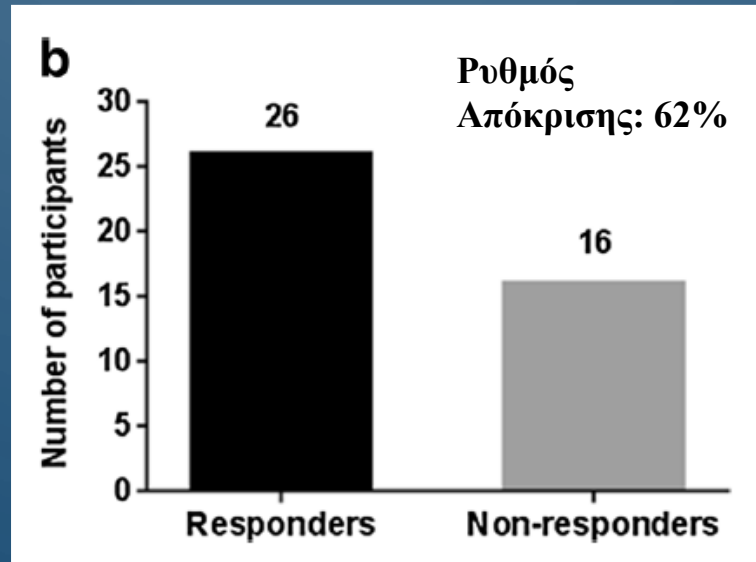
Δοκιμασία Απόδοσης



Δοκιμασίες Διάρκειας 10-75 sec

Ρυθμός Απόκρισης: 74%

Αερόβια Ικανότητα (VO_{2max})



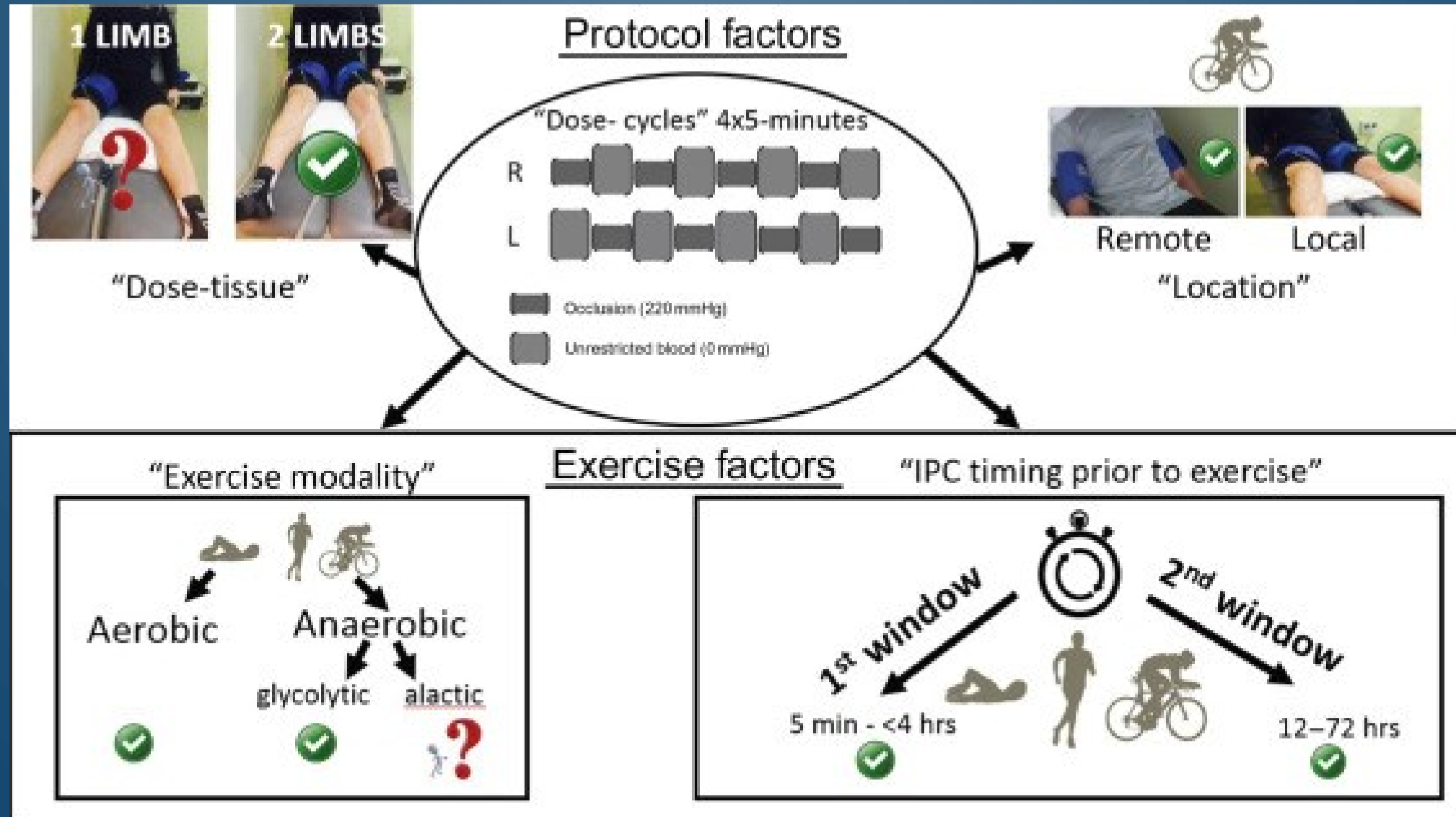
Δοκιμασίες Διάρκειας >75 sec

Ρυθμός Απόκρισης: 70%

- ✓ 21 Έρευνες
- ✓ 374 Συμμετέχοντες

Incognito et al 2016

Διαλειμματική Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Απόδοση





DOES BLOOD FLOW RESTRICTION (BFR) THERAPY ENHANCE REHABILITATION



INTRODUCTION

For decades, athletes with blood flow restriction therapy increase muscle strength and mass with minimal loading. As blood flow restriction therapy gains popularity, more clinical experts and researchers are exploring how it can be used for rehabilitation.

Blood Flow Restriction Therapy is the brief, intermittent, and safe occlusion of arterial and venous blood flow using a specialized device while at rest or exercising. Using this technique, a person can exercise with significantly less resistance and still achieve significant gains in muscle strength, size, and stamina.



History - Invented in Japan in 1966 as KAATSU Training (KA means "additional" and ATSU "pressure") In the U.S., the military and professional sports were among the first to adopt the practice



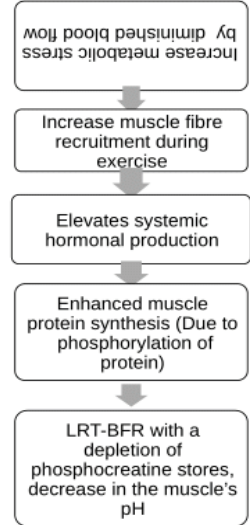
Contraindications :H/o of DVT, Pregnancy, Varicose veins , HTN, Cardiac Disease, Rhabdomyolysis

Precautions : Subcutaneous hemorrhage , Numbness ,DOMS, "Feeling Cold"

ADVANTAGES

- **Light weights** - less risk of muscle strain or joint injury
- **Light loads** - less soreness and quicker recovery
- **Portability** - strength training can be done anywhere
- **Movements specific** – movements can be practiced resulting in functional strength gains

OUTCOME MECHANISM



Blood Flow Restriction Training Guidelines

Exercise	Load / Speed	Reps / Duration	Sets	Frequency
Resistance Training	10-30% of 1RM	15, 30, fatigue	3-4	2-3 x a week
Walking	45% of HRR	15-20 mins	2	5-6 x a week
Cycling	40% of VO2 max	20 mins	1	3-4 x a week

(1RM: one repetition maximum; HRR: heart rate reserve)

Benefits of BFR

- A. Diminish atrophy and loss of strength from disuse and non-weight bearing after injuries
- B. Increase strength, hypertrophy with only 30% load
- C. Improve muscle endurance in 1/3 the time
- D. Improve muscle protein synthesis in the elderly
- E. Improve strength and hypertrophy after surgery
- F. Increase growth hormone responses which increases collagen synthesis
- G. Important for tissue regeneration after injury

Potential Applications in Clinical Practice

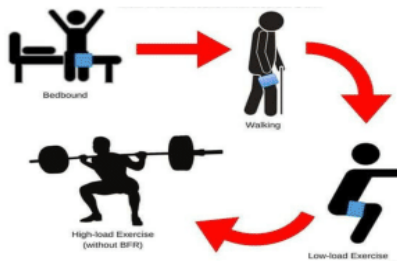
- 1) Non operative subjects
- 2) Post operative subjects
- 3) Normal (sports, fitness)
- 4) Geriatrics population

Over view

BFR is most commonly in patients recovering from:

- ✓ Fractures (don't heal properly)
- ✓ ACL injuries other
- ✓ sprains/strains
- ✓ Rotator cuff injuries
- ✓ Achilles tendon injuries
- ✓ Patellofemoral pain
- ✓ Total Joint Replacements
- ✓ Symptomatic Joint Arthritis

CONCLUSION BFR is beneficial in increasing muscle strength and mass in numerous populations. But we still need more research on the physiologic mechanisms and protocols and future research studies would involve higher numbers of participants.



Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Κλινική Εφαρμογή

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής

Μυοσκελετικές Παθήσεις

Μυοσκελετικοί
Τραυματισμοί

Ορθοπαιδικά Προβλήματα

Χρόνοι Τραυματισμοί

Ηλικιωμένα Άτομα

Μυϊκή Ατροφία

Σαρκοπενία

Οστεοπόρωση

Χρόνιες Παθήσεις

Καρδιακές Παθήσεις
Χρόνια Καρδιακή
Ανεπάρκεια

Χρόνια Νεφρική
Ανεπάρκεια

Αρτηριακή Υπέρταση

Επιζήσαντες Καρκίνου

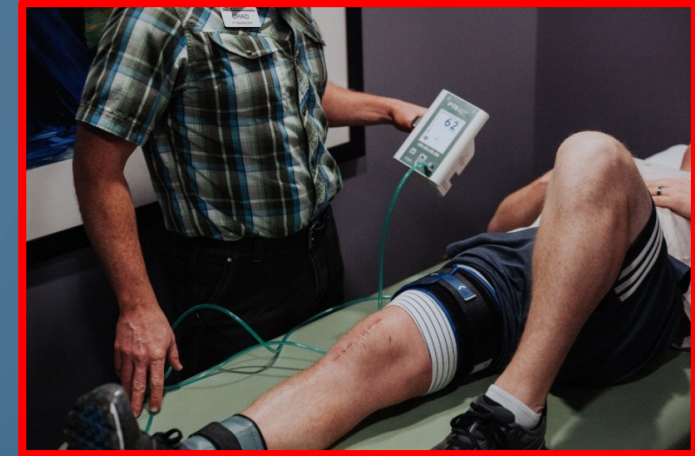
Επιζήσαντες
Εγκεφαλικού

Σκλήρυνση Κατά
Πλάκας

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Κλινική Εφαρμογή

Παθητική Εφαρμογή (Ηρεμία - IPC)

Πρώιμη Κινητοποίηση & Αποκατάσταση



Θετική Επίδραση

- ✓ Περιορισμός Μυϊκής Ατροφίας
- ✓ Περιορισμός Απώλειας Μυϊκής Δύναμης
- ✓ Βελτίωση Μυϊκής Αντοχής
- ✓ Βελτίωση Μυϊκής Δύναμης & Μάζας
- ✓ Ταχύτερη Επιστροφής στις Αθλητικές Δραστηριότητες



Takarada et al 2000b; Ohta et al 2003; Kubota et al., 2008, 2011; Cook et al 2010; Loenneke et al 2012b; Loenneke & Pujol 2011; Yasuda et al 2014; Segal et al 2015; Hylden et al 2015; Tennent et al 2016; Giles et al 2017; Franz et al 2018; Barbalho et al 2018; Barber-Westin et al 2018; Patterson et al 2019; Erickson et al 2019; Hughes et al 2019; Bowman et al 2020; Tomohiro et al 2021; Robert et al 2022; McGinniss et al 2022

vol. XX • no. X

SPORTS HEALTH

2022

Robert A. Jack II, MD,[†] Bradley S. Lambert, PhD,[†] Corbin A. Hedt, DPT,[†]
Domenica Delgado, BS,[†] Haley Goble, MHA,[†] and Patrick C. McCulloch, MD^{*,†}

- Reps: 1x30; 3x15 (~30%1RM); 30 Seconds of Rest Between Sets**

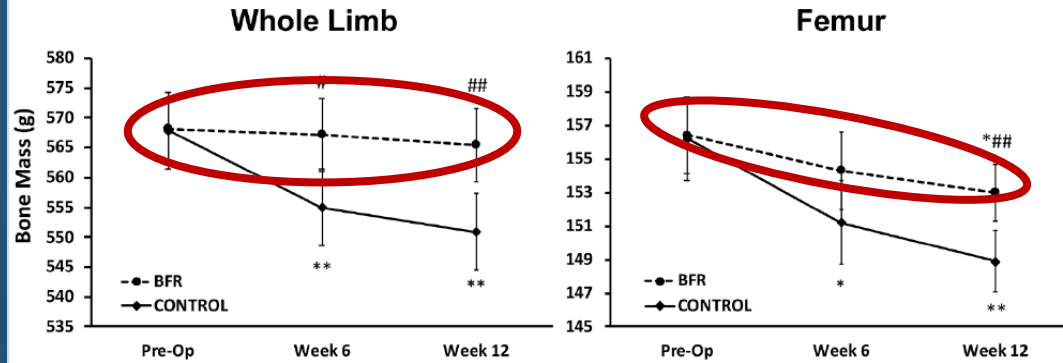


Weeks 2-12 of Rehabilitation

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Quadiceps Contractions										
	Closed-chain Knee Extensions									
		Bilateral Leg Press								
				Single Leg Press						
				Single Leg Hamstring Curl						
					Ball Squats					
							Split Lunges			
									Box Step-ups	

Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Κλινική Εφαρμογή

Bone Mass



	BFR	CON	BFR	CON
%Δ	-0.25% ±0.72	-2.11% ±0.47	-0.55% ±0.66	-2.58% ±0.64
Δ g	-1.08 ±4.67	-12.87 ±3.02	-2.87 ±4.16	-16.95 ±4.32

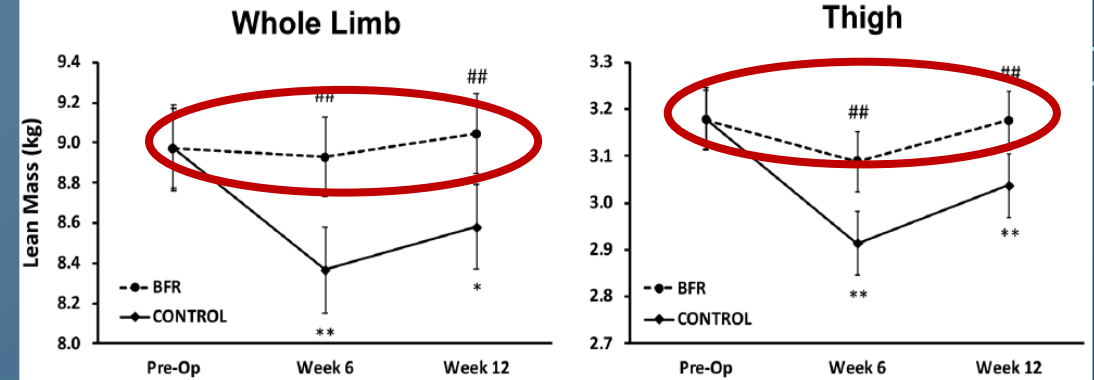
* Vs Pre, # between groups

a

	BFR	CON	BFR	CON
%Δ	-1.28% ±0.72	-2.75% ±1.64	-2.26% ±0.62	-4.44% ±1.00
Δ g	-2.08 ±1.16	-5.07 ±2.45	-3.47 ±0.95	-7.38 ±1.71

b

Lean Mass



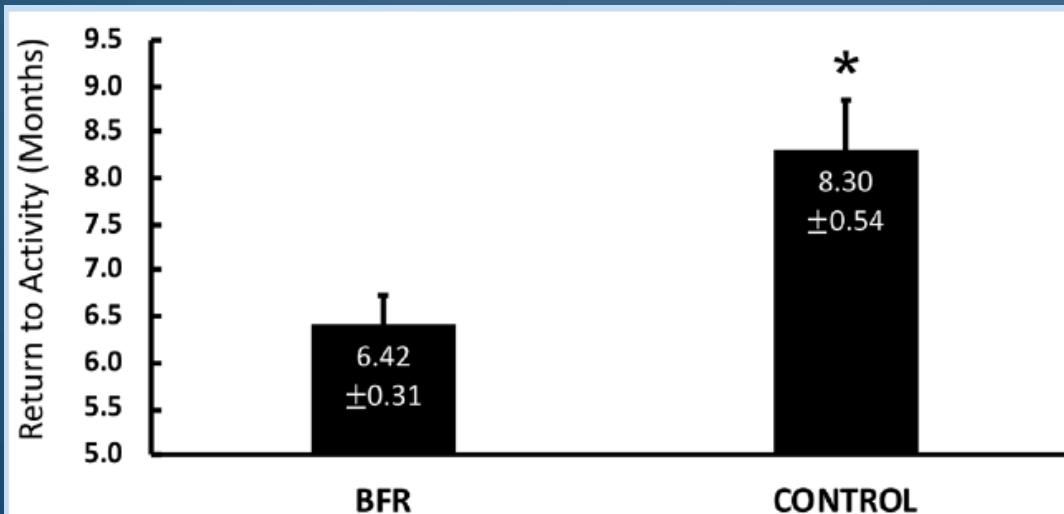
	BFR	CON	BFR	CON
%Δ	-0.69% ±0.98	-6.64% ±1.86	0.74% ±1.12	-4.67% ±1.58
Δ kg	-0.04 ±0.08	-0.61 ±0.19	0.07 ±0.10	-0.39 ±0.15

* Vs Pre, # between groups

a

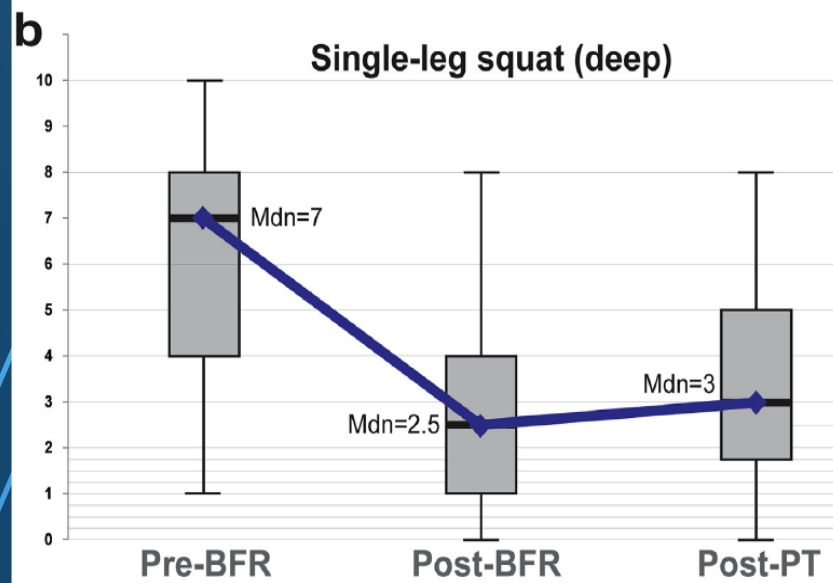
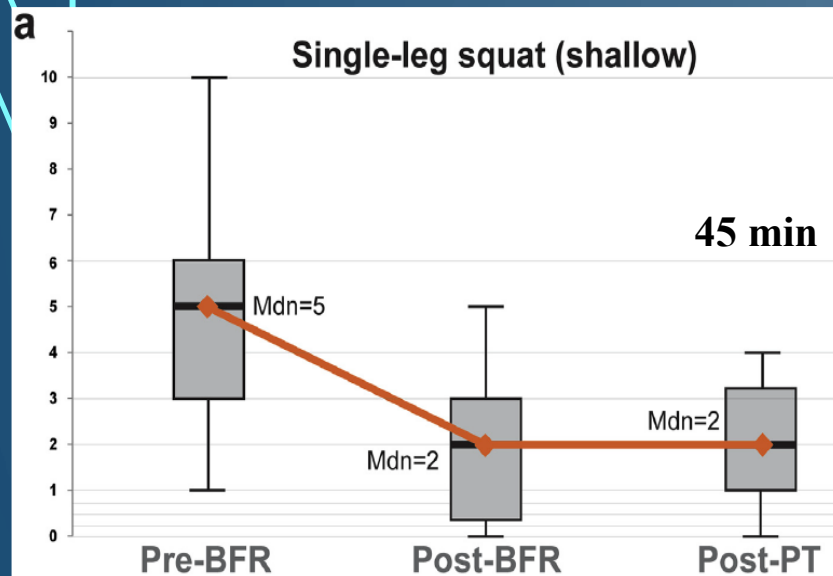
	BFR	CON	BFR	CON
%Δ	-3.07% ±1.00	-7.84% ±1.50	-0.28% ±1.08	-4.37% ±1.39
Δ kg	-0.09 ±0.03	-0.27 ±0.06	0.00 ±0.03	-0.14 ±0.05

b



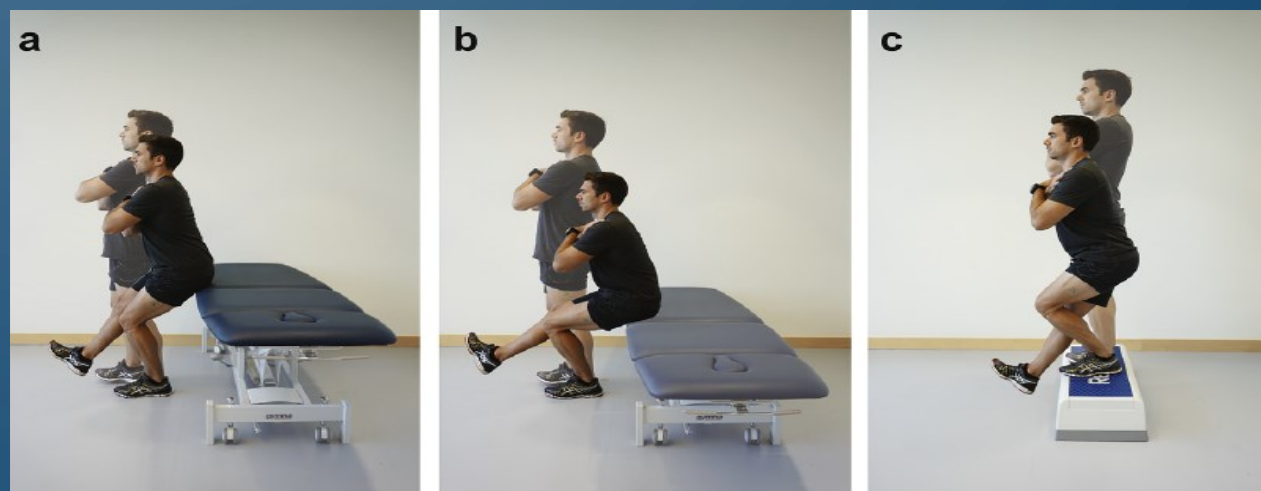
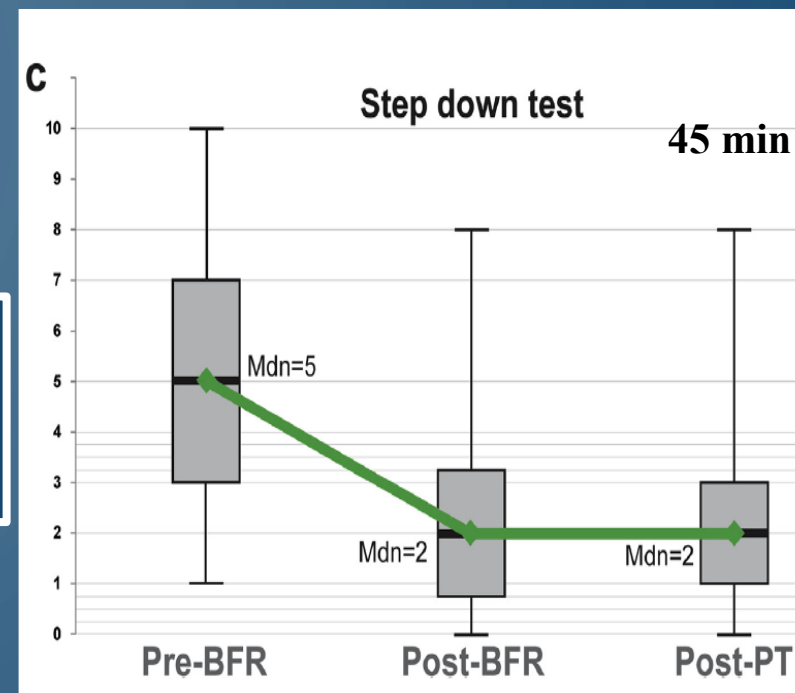
Sport	BFR N=12	CONTROL N=10
Soccer	2	2
Basketball	3	1
Football	2	1
Volleyball	1	
Lacrosse		1
Recreational Athlete	4	5

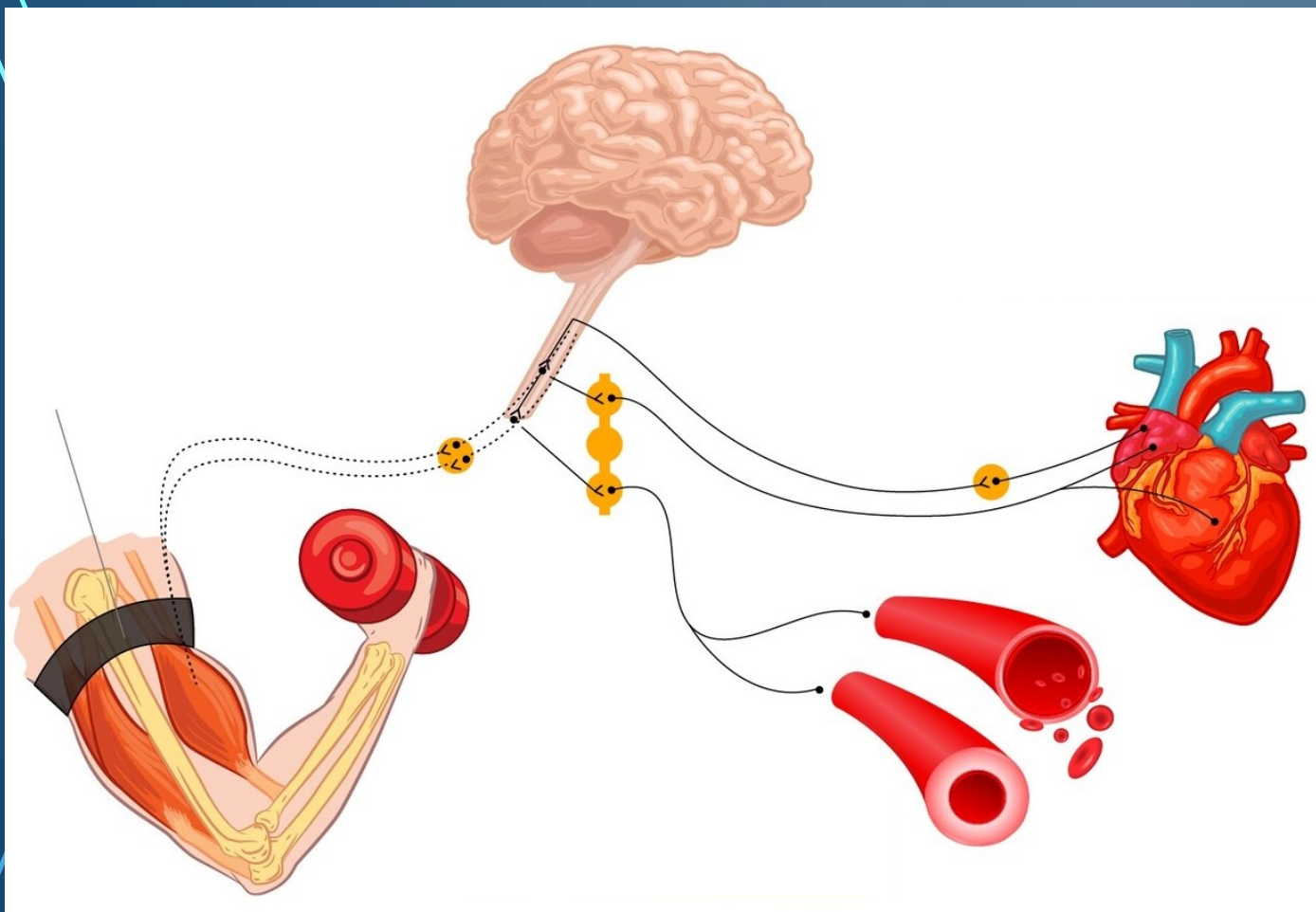
Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής & Κλινική Εφαρμογή



Η αίσθηση πόνου μειώθηκε
κατά 60%

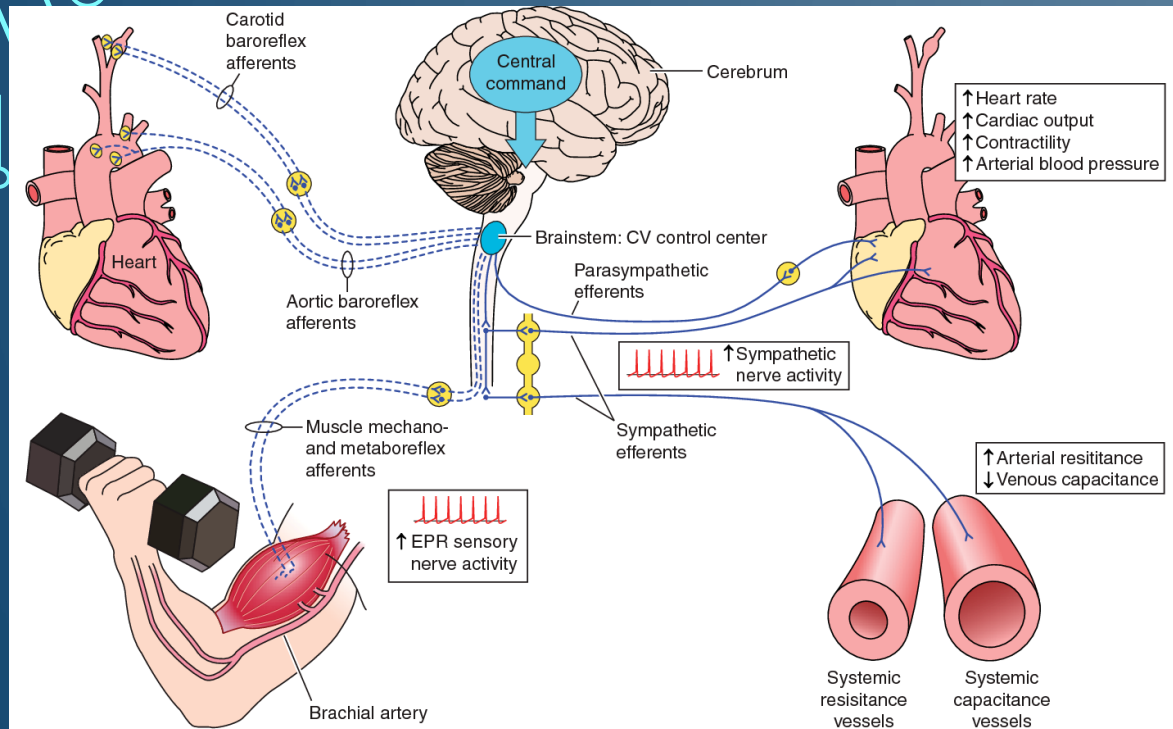
BFR @ 80% AOP
1 X εξάντληση έκταση γόνατος
3 X 15 με 30" διάλειμμα



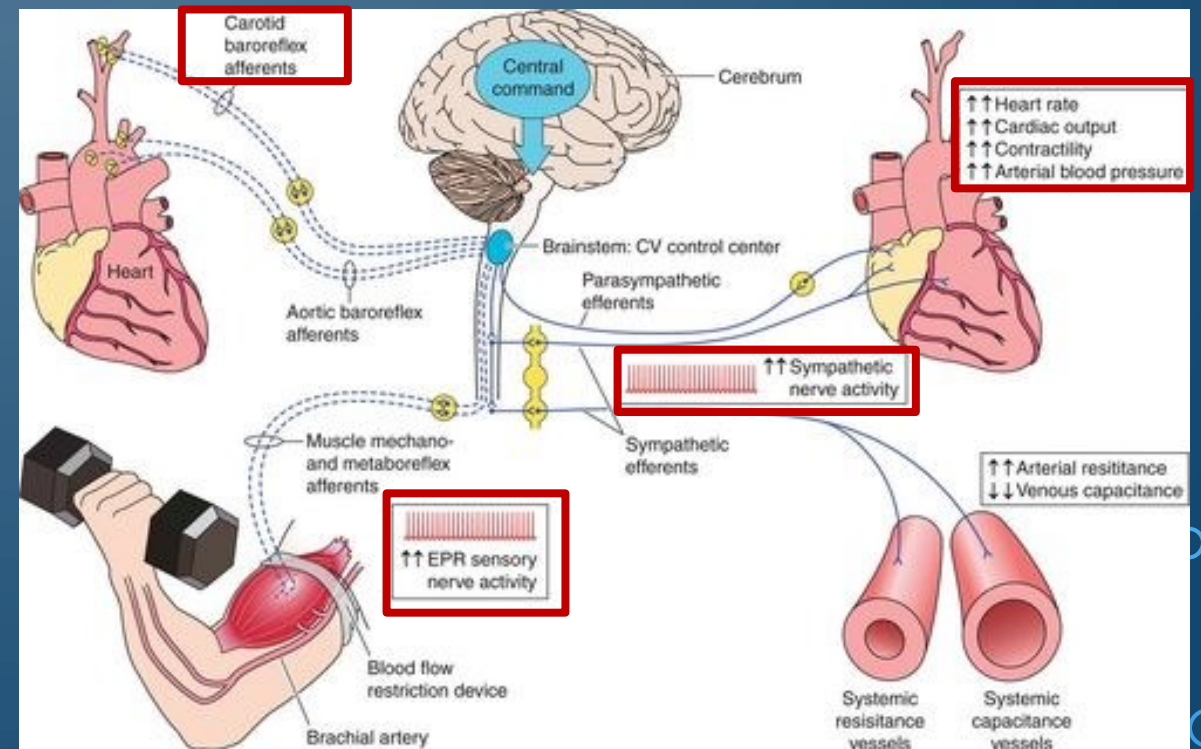


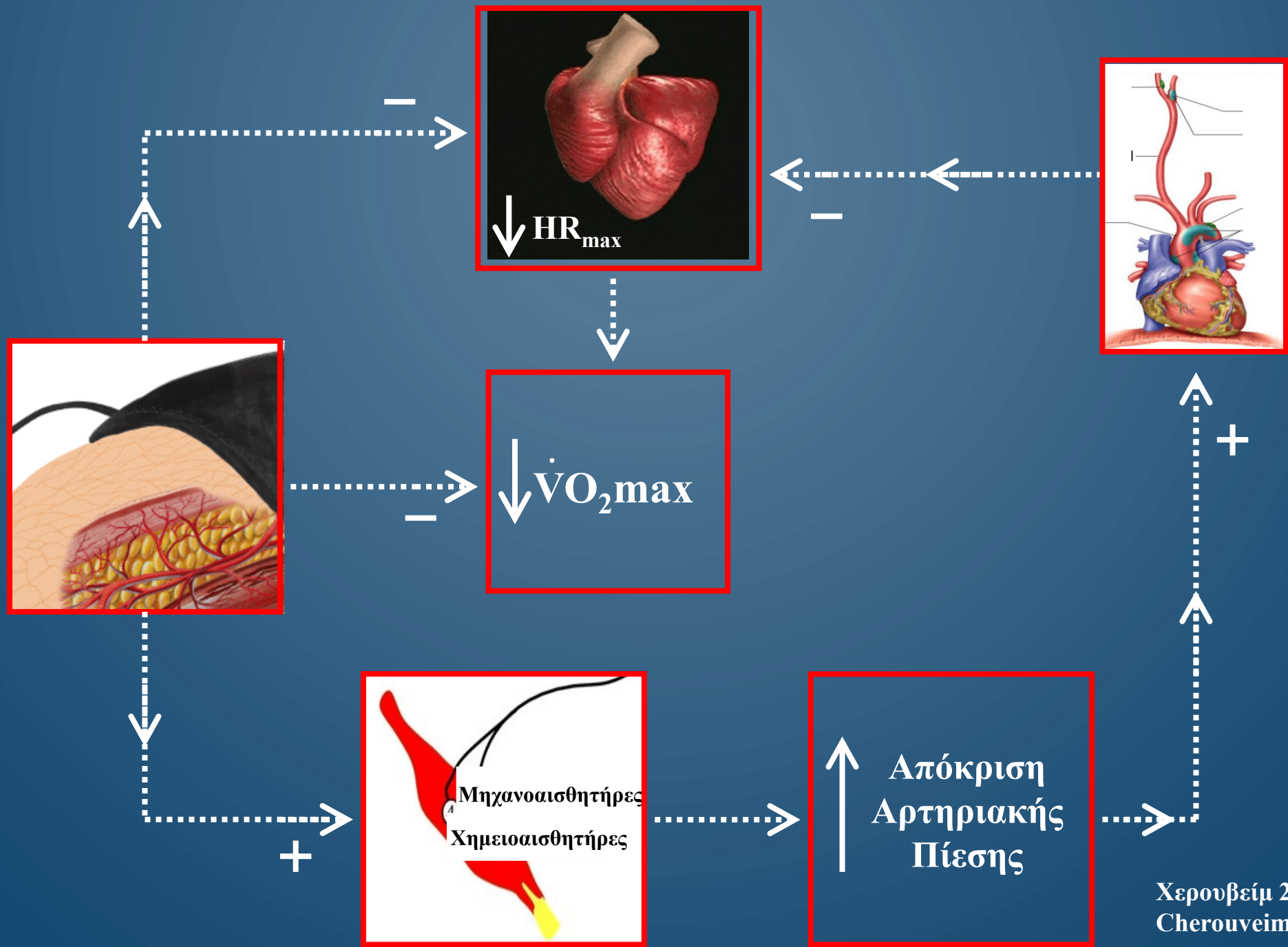
Απόφραξη Μυϊκής
Αιματικής Ροής &
Διερεύνηση Παραγόντων
Απόδοσης

Άσκηση Χωρίς Περιορισμό Αιματικής Ροής



Άσκηση Με Περιορισμό Αιματικής Ροής





Χερουβείμ 2018;
Cherouveim et al 2021

Πειραματικό Μοντέλο Διερεύνησης Καρδιακής Ανεπάρκειας

The Muscle Hypothesis of Chronic Heart Failure

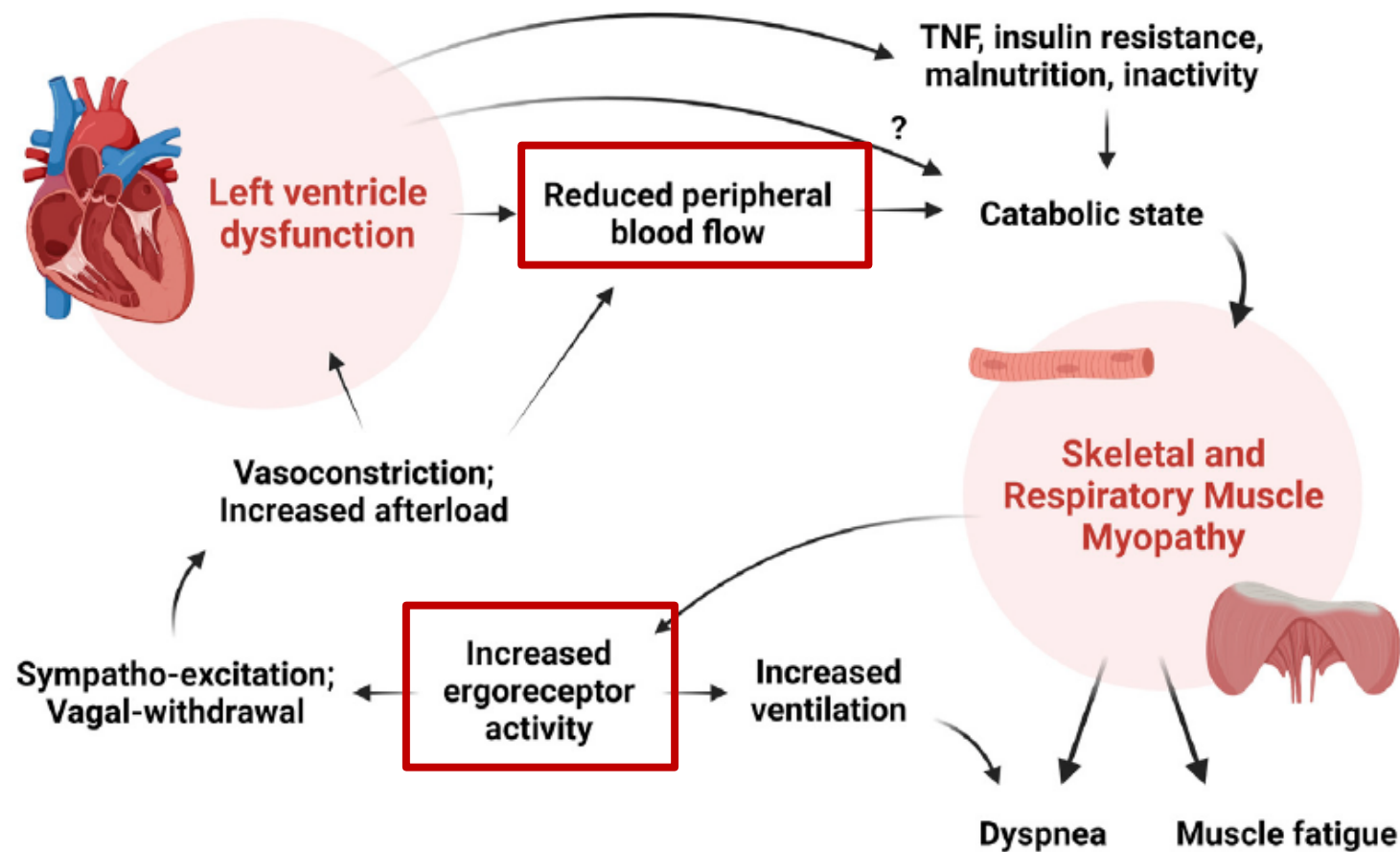


FIGURE 1 | The muscle hypothesis of chronic heart failure (created with BioRender).

Συστάσεις Άσκησης με Απόφραξη Μυϊκής Αιματικής Ροής

Application

- ✓ ANY SIZE cuff or material can be used as long as limb occlusion pressure (LOP) is calculated
- ✓ SMALLER cuffs may require LARGER pressures than wider cuffs
- ✓ WIDER cuffs may IMPEDE movement
- ✓ Elastic or nylon show SIMILAR benefits



Passive

- ✓ Sets: 3-5
- ✓ Duration: 5 minutes
- ✓ Pressure: 70-100% LOP
- ✓ Rest: 3-5 minutes between inflations
- ✓ Application: Continuous



Aerobic Training

- ✓ Pressure: 40-80% LOP
- ✓ Intensity: < 50% VO2Max or Heart Rate Reserve
- ✓ Duration: 5-20 minutes
- ✓ Mode: Cycling or walking
- ✓ Application: Intermittent* or continuous*
- ✓ Frequency: 1-2x/day for 1-3 weeks or 2-3x/week for 3+ weeks



Resistance Training

- ✓ Pressure: 40-80% LOP
- ✓ Reps/sets: 30-15-15-15 or failure (2-4 sets)
- ✓ Rest: between 30-60 sec
- ✓ Loads: 20-40% 1RM with HIGHER pressures needed at lower %RM
- ✓ Application: Intermittent or continuous
- ✓ Frequency: 1-2x/day for 1-3 weeks or 2-3x/week for 3+ weeks
- ✓ Tempo: 1-2 second concentric & eccentric



*Continuous: on during exercise + rest

*Intermittent: on during exercise, off at rest (SIMILAR benefits, LESS discomfort)



ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ