



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»




Ergospirometry Lab

Αναπνευστικές προσαρμογές της άσκησης σε ασθενείς με αναπνευστικά νοσήματα

Σταύρου Θ. Βασίλειος, PhD,
Εργοφυσιολόγος - Κλινικός Εργοφυσιολόγος
Εργαστήριο Εργοσπιρομετρίας και Πνευμονικής Αποκατάστασης, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

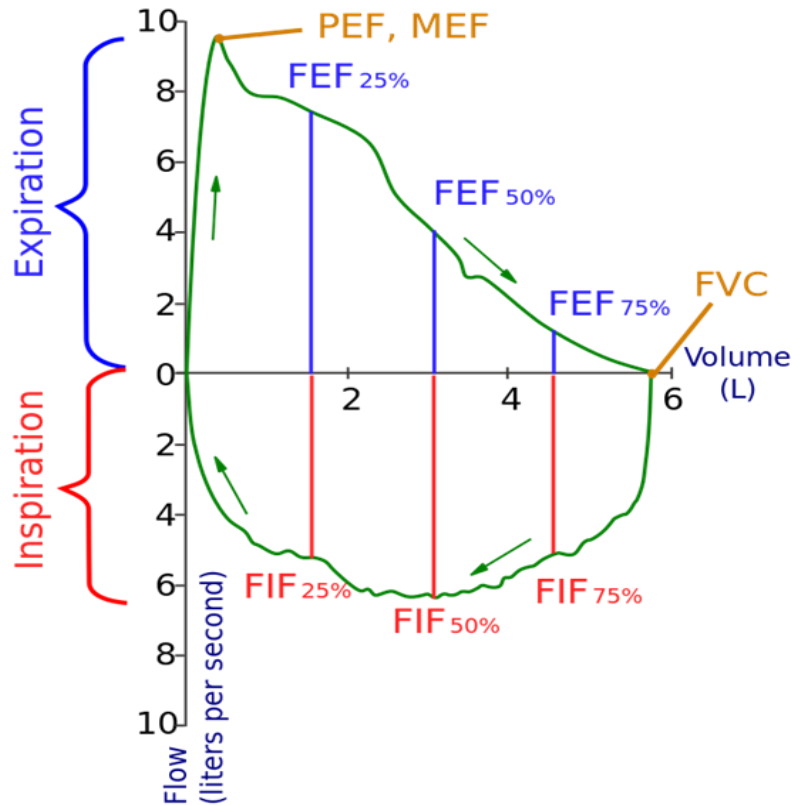
Περιεχόμενα

- Αξιολόγηση λειτουργικού ελέγχου της αναπνοής
- Αξιολόγηση αναπνευστικών μυών
- Εκτίμηση της ικανότητας για άσκηση
- Αναπνευστικές προσαρμογές στην άσκηση
- ΧΑΠ και Άσκηση
- ΣΑΑΥ και Άσκηση

Περιεχόμενα

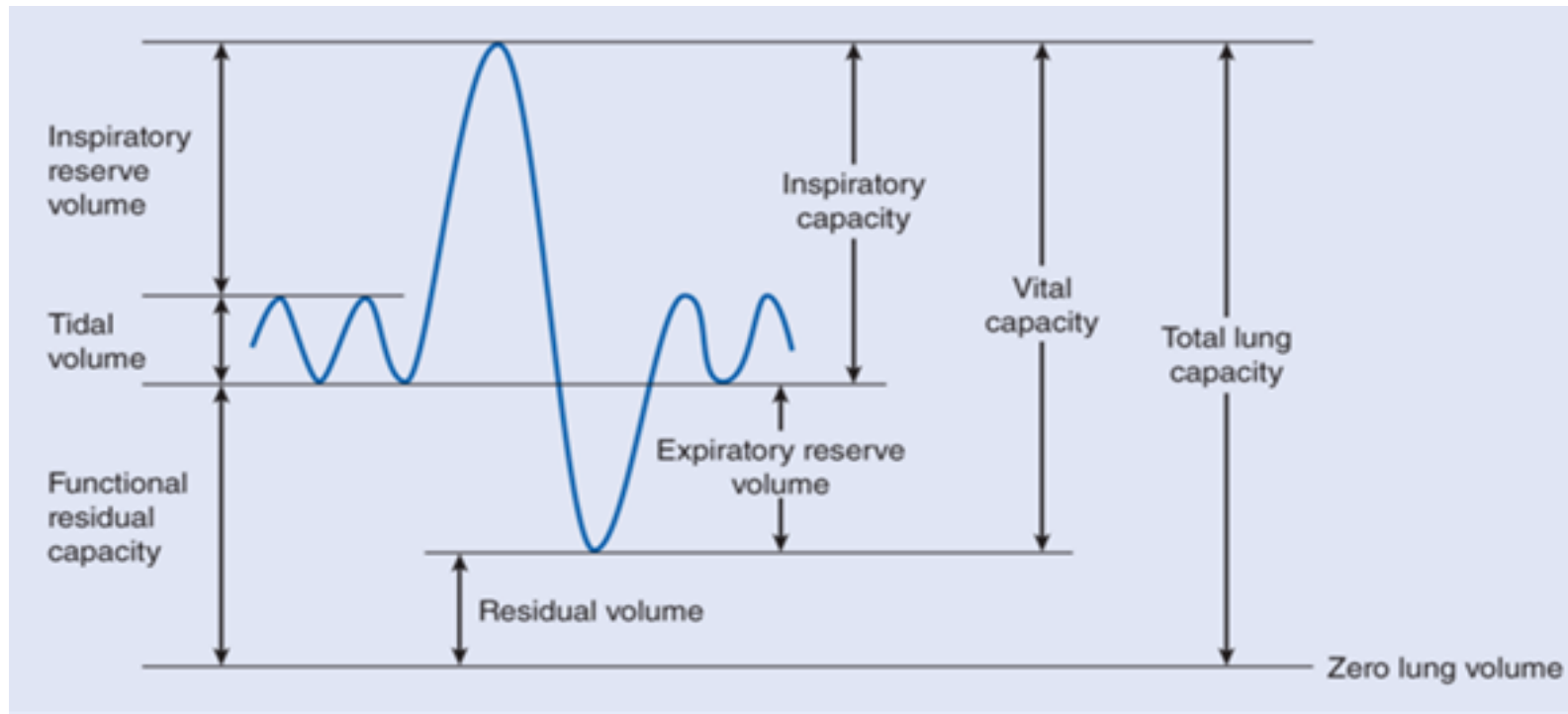
- Αξιολόγηση λειτουργικού ελέγχου της αναπνοής
- Αξιολόγηση αναπνευστικών μυών
- Εκτίμηση της ικανότητας για άσκηση
- Αναπνευστικές προσαρμογές στην άσκηση
- ΧΑΠ και Άσκηση
- ΣΑΑΥ και Άσκηση

- Για τον προσδιορισμό της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας (FVC) και του ταχέως εκπνεόμενου όγκου αέρα στο 1^ο s (FEV₁) εκτελούνται τουλάχιστον τρεις προσπάθειες με απόκλιση μεταξύ τους <10% ενώ η μεγαλύτερη τιμή χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του λόγου FEV₁ προς FVC (FEV₁/FVC)
- Η μέγιστη εκπνευστική ροή (MEF) στο 75% (MEF 75%), 50% (MEF 50%) και 25% (MEF 25%) υπολογίζονται από τη μετρηθείσα FVC



Φυσιολογικές τιμές ?

https://youtu.be/ct_JjOGijKo?t=9



1. Αναπνεόμενος όγκος (Tidal Volume) είναι ο όγκος αέρα που διακινείται σε κάθε ήρεμη αναπνοή
2. Λειτουργική Υπολειπόμενη Χωρητικότητα (Functional Residual Capacity) είναι ο όγκος αέρα που παραμένει... στο τέλος ήρεμης εκπνοής (τελοεκπνευστικός όγκος)
3. Ολική Πνευμονική Χωρητικότητα (Total Lung Capacity) είναι ο όγκος αέρα που περιέχεται στο αναπνευστικό σύστημα στην μέγιστη εισπνευστική θέση
4. Υπολειπόμενος όγκος (Residual Volume) είναι ο όγκος αέρα που παραμένει... μετά από μέγιστη εκπνοή
5. Ζωτική Χωρητικότητα (Vital Capacity)
6. Εισπνευστική Χωρητικότητα (Inspiratory Capacity)
7. Εισπνευστικός εφεδρικός όγκος (Inspiratory Reserve Volume) είναι ο όγκος αέρα ... μεταξύ VT και TLC
8. Εκπνευστικός εφεδρικός όγκος (Expiratory Reserve Volume) είναι ο όγκος αέρα... μεταξύ FRC και RV

Περιεχόμενα

- Αξιολόγηση λειτουργικού ελέγχου της αναπνοής
- Αξιολόγηση αναπνευστικών μυών
- Εκτίμηση της ικανότητας για άσκηση
- Αναπνευστικές προσαρμογές στην άσκηση
- ΧΑΠ και Άσκηση
- ΣΑΑΥ και Άσκηση



maximum inspiratory (MIP and/or P_Imax) and
expiratory pressure (MEP and/or P_Emax)

MicroRPM, Care Fusion, California, USA

$$\text{MIP (cmH}_2\text{O)} = 63.27 - 0.55 (\text{age}) + 17.96 (\text{sex}) + 0.58 (\text{weight})$$

$$\text{MEP (cmH}_2\text{O)} = -61.41 + 2.29 (\text{age}) - 0.03 (\text{age}^2) + 33.72 (\text{sex}) + 1.40 (\text{waist})$$

$$\text{MIP (cmH}_2\text{O)} = 142 - (1.03 \times \text{Age (yrs)})$$

$$\text{MEP (cmH}_2\text{O)} = 180 - (0.91 \times \text{Age (yrs)})$$



The AirOFit PRO™ (Copenhagen, Denmark) is a small, portable, lightweight, noninvasive, mouth-pressure manometer with a rubber flanged mouthpiece for assessment and training the respiratory muscles. AirOFit's PRO™ E-unit contains pressure sensors and a Bluetooth transmitter. This allows to measure the breathing patterns and visualize them on the phone via the AirOFit PRO™ Sport mobile app.

Moreover, AirOFit PRO™ breathing trainer provides adjustable airflow resistance, making your respiratory muscles work overtime. Depending on the selected training program, duration and intensity, can be able to select the most appropriate resistance level.

The AirOFit PRO™ generates resistance on respiratory muscles - primarily the diaphragm and the intercostal muscles, with results this causes fatigue, which is then overcompensated by muscle tissue growth, making your breathing muscles faster, stronger and more efficient.

n=21 (Runners, n=6, Cyclists, n= 11, Triathletes, n=4) MicroRPM versus AirOFit PROTM

Inclusion criteria: ≥ 20 -to- ≤ 50 yrs, training age ≥ 4 years (≥ 5 h/w with HR ≥ 70 % of max), without recent injury (for the last 12 months) (Stavrou et al., 2020), respiratory and/or cardiological disorders and taking any medication and ergospirometry parameters (VE/MVV $< 85\%$ and TV/IC $< 85\%$ and Borg scale dyspnea score < 5). All volunteers have lived and been trained in less than 100 m altitude at sea level, for above 10 months (Voutselas et al., 2019).

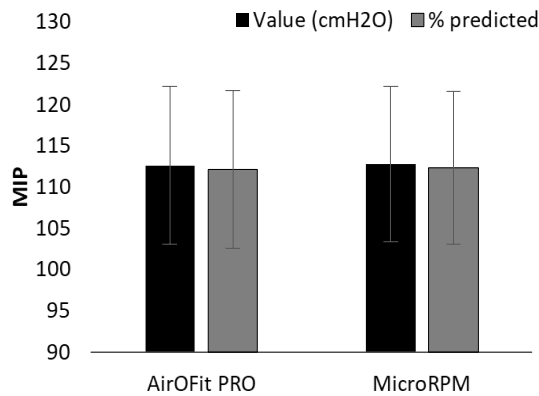


Fig. 3a. Maximum inspiratory pressure (MIP) results between devices trials. The bars are present as values and percent of predicted values.

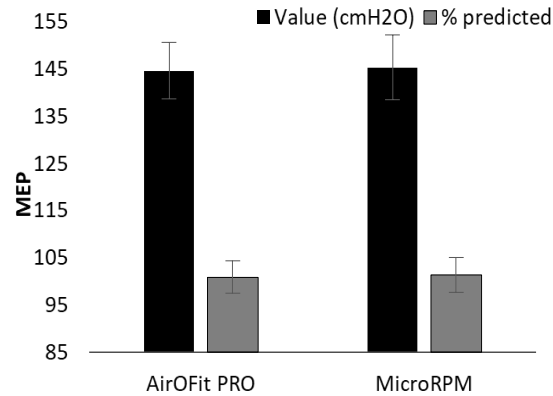


Fig. 3b. Maximum expiratory pressure (MEP) results between devices trials. The bars are present as values and percent of predicted values.

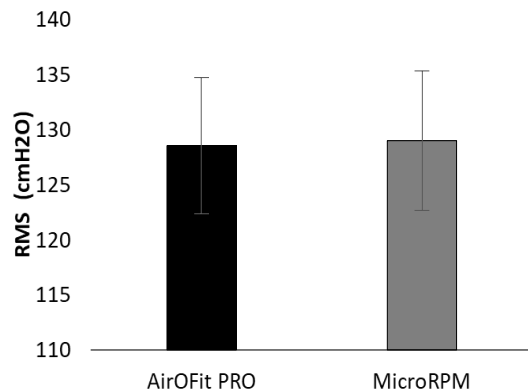


Fig. 3c. Respiratory muscle strength (RMS) results between devices trials. The bars are present as MIP - MEP ratio.

Περιεχόμενα

- Αξιολόγηση λειτουργικού ελέγχου της αναπνοής
- Αξιολόγηση αναπνευστικών μυών
- Εκτίμηση της ικανότητας για άσκηση
- Αναπνευστικές προσαρμογές στην άσκηση
- ΧΑΠ και Άσκηση
- ΣΑΑΥ και Άσκηση

Εκτίμηση της ικανότητας για άσκηση

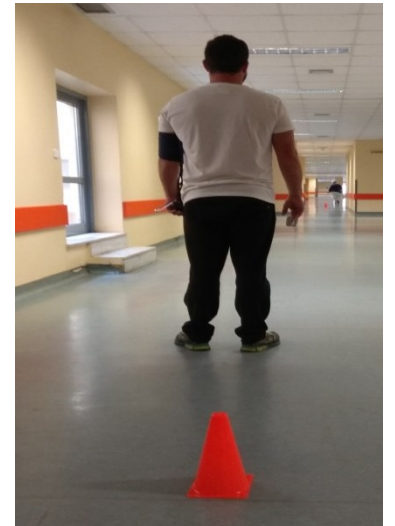
- **Μέγιστες δοκιμασίες**

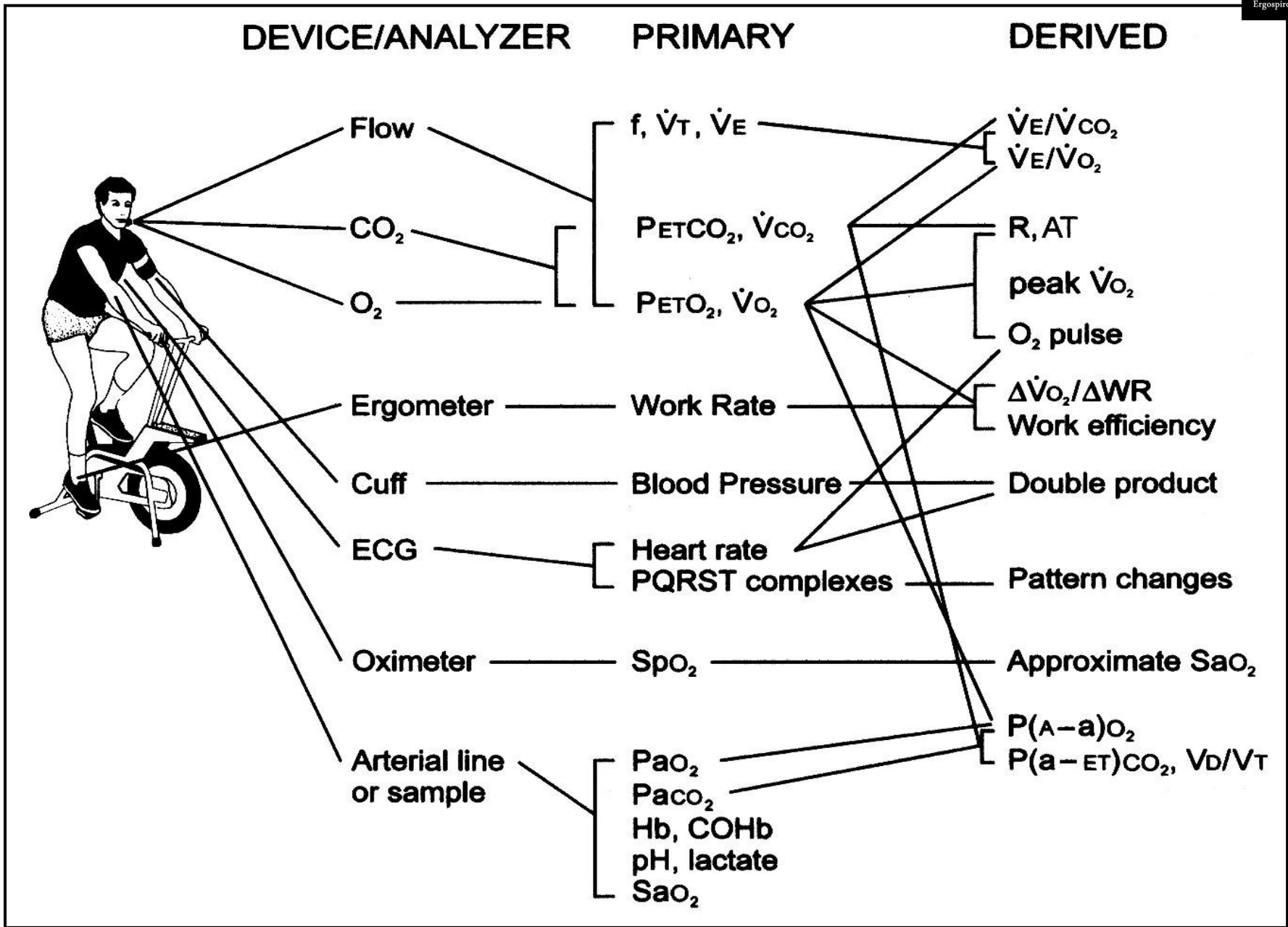
[Εργοσπιρομετρία,
Παλίνδρομο περπάτημα
(Shuttle Walk Test)]



- **Υπομέγιστες δοκιμασίες**

[Άσκηση στο ποδήλατο με
σταθερή αντίσταση, Βάδιση
με σταθερή ταχύτητα,
6-λεπτη Δοκιμασία Βάδισης
(6-min Walk Test)]





Exercise

Summary		Pred	Resting	AT Manual	Max Watts	Max 1 %pred
Time averaging 20 Seconds						
O2 uptake/kg	ml/min/kg					
O2 uptake	ml/min					
CO2 production	ml/min					
Load	W					
Summary		Pred	AT Manual	AT%pred		
Time averaging 20 Seconds						
V'O2/V'O2max	%					
V'O2/V'O2pred	%					

Cardiac

Summary		Pred	Resting	AT Manual	Max Watts	Max 1 %pred
Time averaging 20 Seconds						
Heart rate	1/min					
Heart rate reserve	1/min					
O2 pulse	ml					
Blood press.-sys	mmHg					
Blood press.-dia	mmHg					

Respiratory

Summary		Pred	Resting	AT Manual	Max Watts	Max 1 %pred
Time averaging 20 Seconds						
Ventilation	L/min					
Tidal volume-ex	L					
Tidal volume-in	L					
Breathing freq	1/min					
Breathing reserve	%					
PETCO2	mmHg					
PETO2	mmHg					
Breath. equiv. CO2						
VO2 slope	ml/min/Watt					

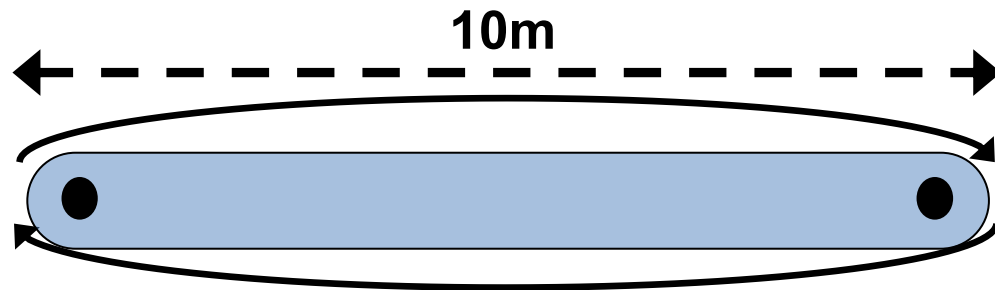
**ΚΛΙΜΑΚΑ (Borg) ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΙΣΘΗΜΑΤΟΣ
ΤΗΣ ΔΥΣΠΝΟΙΑΣ**

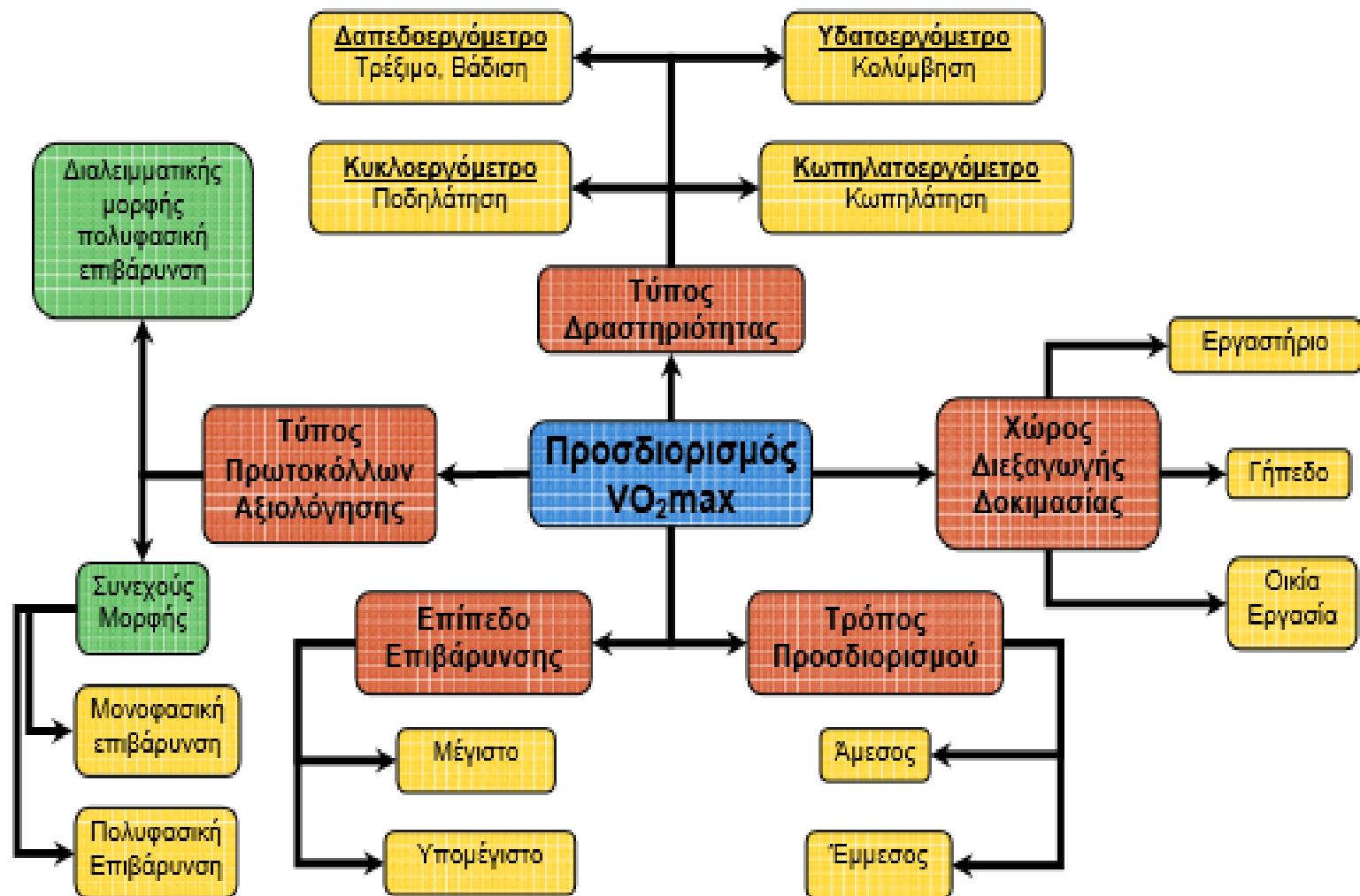
0	ΚΑΘΟΛΟΥ ΔΥΣΠΝΟΙΑ
1	ΠΟΛΥ ΕΛΑΦΡΑ ΔΥΣΠΝΟΙΑ
2	ΕΛΑΦΡΑ ΔΥΣΠΝΟΙΑ
3	ΜΕΤΡΙΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΔΥΣΠΝΟΙΑ
4	ΜΕΤΡΙΟΥ ΠΡΟΣ ΑΥΞΗΜΕΝΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΔΥΣΠΝΟΙΑ
5	ΒΑΡΙΑ ΔΥΣΠΝΟΙΑ
6	
7	ΠΟΛΥ ΒΑΡΙΑ ΔΥΣΠΝΟΙΑ
8	
9	
10	ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΒΑΡΙΑ ΔΥΣΠΝΟΙΑ

**ΚΛΙΜΑΚΑ (Borg) ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΙΣΘΗΜΑΤΟΣ
ΤΗΣ ΚΟΠΩΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ**

0	ΚΑΘΟΛΟΥ ΚΟΠΩΣΗ
1	ΠΟΛΥ ΕΛΑΦΡΑ ΚΟΠΩΣΗ
2	ΕΛΑΦΡΑ ΚΟΠΩΣΗ
3	ΜΕΤΡΙΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΚΟΠΩΣΗ
4	ΜΕΤΡΙΟΥ ΠΡΟΣ ΑΥΞΗΜΕΝΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΚΟΠΩΣΗ
5	ΒΑΡΙΑ ΚΟΠΩΣΗ
6	
7	ΠΟΛΥ ΒΑΡΙΑ ΚΟΠΩΣΗ
8	
9	
10	ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΒΑΡΙΑ ΚΟΠΩΣΗ

10m Shuttle walking test -60 sec Increments					
			No. of Shuttles		
Level	km/h	Time/shuttle (sec)	Level	Total	Distance (m)
1	1.80	20.00	3	3	30
2	2.41	15.00	4	7	70
3	3.03	12.00	5	12	120
4	3.63	10.00	6	18	180
5	4.25	8.57	7	25	250
6	4.86	7.50	8	33	330
7	5.47	6.67	9	42	420
8	6.08	6.00	10	52	520
9	6.69	5.46	11	63	630
10	7.31	5.00	12	75	750
11	7.92	4.62	13	88	880
12	8.53	4.29	14	102	1020





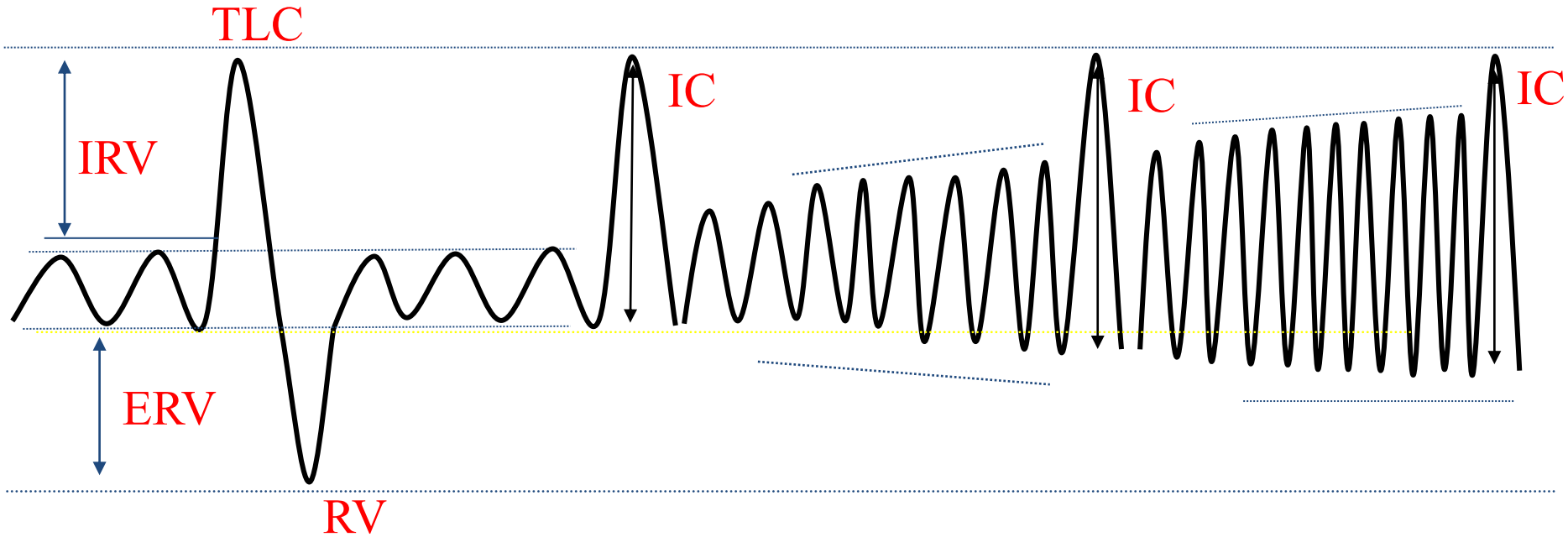
Μεταβολή των πνευμονικών όγκων στην άσκηση σε υγιές άτομο

PFT

Rest

Submaximal exercise

Peak exercise



VT: αυξάνεται 2-5 φορές
έως 45-60% VC
έως 80% IC

RR: αυξάνεται 1-3 φορές

Περιεχόμενα

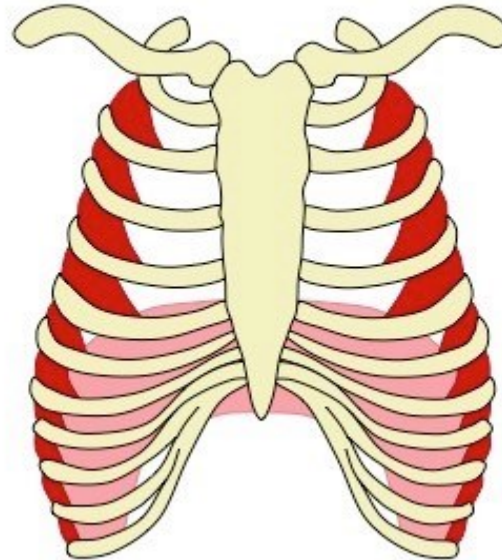
- Αξιολόγηση λειτουργικού ελέγχου της αναπνοής
- Αξιολόγηση αναπνευστικών μυών
- Εκτίμηση της ικανότητας για άσκηση
- Αναπνευστικές προσαρμογές στην άσκηση
- ΧΑΠ και Άσκηση
- ΣΑΑΥ και Άσκηση

- Οι αναπνευστικοί μύες έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά όπως και οι σκελετικοί μύες
- Μέθοδος άσκησης (??)

Muscles of Inspiration

Core Muscles

- External intercostals
(contracts to elevate ribs)
- Diaphragm
(contracts to expand thoracic cavity)



Muscles of Expiration

Core Muscles

- Internal intercostals
(contracts to pull ribs down)
- Diaphragm
(relaxes to reduce thoracic cavity)

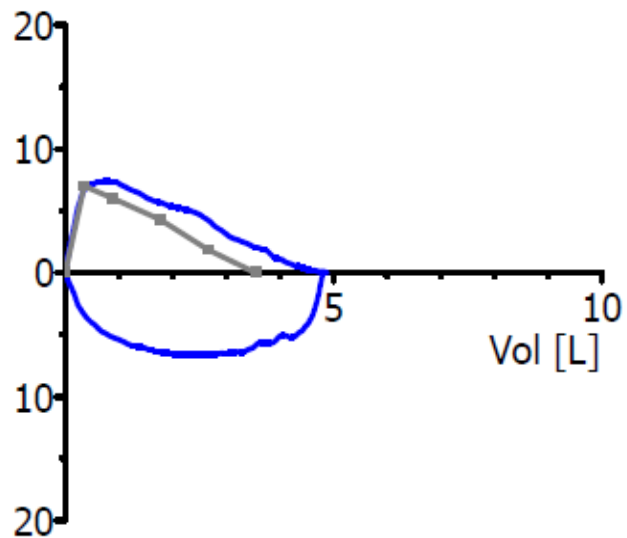


-επιδρά θετικά με αύξηση των VC και FEV₁, χωρίς ωστόσο να αυξάνεται ο RV
-είναι μακροπρόθεσμες
- και σχετίζονται με την ενδυνάμωση των σκελετικών και αναπνευστικών μυών που αυξάνουν την ισχύ

SPIROMETRY

		Pred		
FVC	[L]	3.55	4.85	137
FEV 1	[L]	3.07	3.94	129
FEV 1 % FVC	[%]		81.33	
MVV	[L/min]	109.67		
IC	[L]	2.53	3.77	149
VC MAX	[L]	3.63	4.85	133

Female
 42yrs
 65kg
 170 cm



Exercise

Summary		Pred	Resting	AT Manual	Max Watts	Max l %pred
Time averaging 20 Seconds						
O2 uptake/kg	ml/min/kg	27.5	4.3	48.2	60.8	221
O2 uptake	ml/min	1731	269	3040	3832	221
CO2 production	ml/min		233	2812	4389	
Load	W	118	0	252	316	268

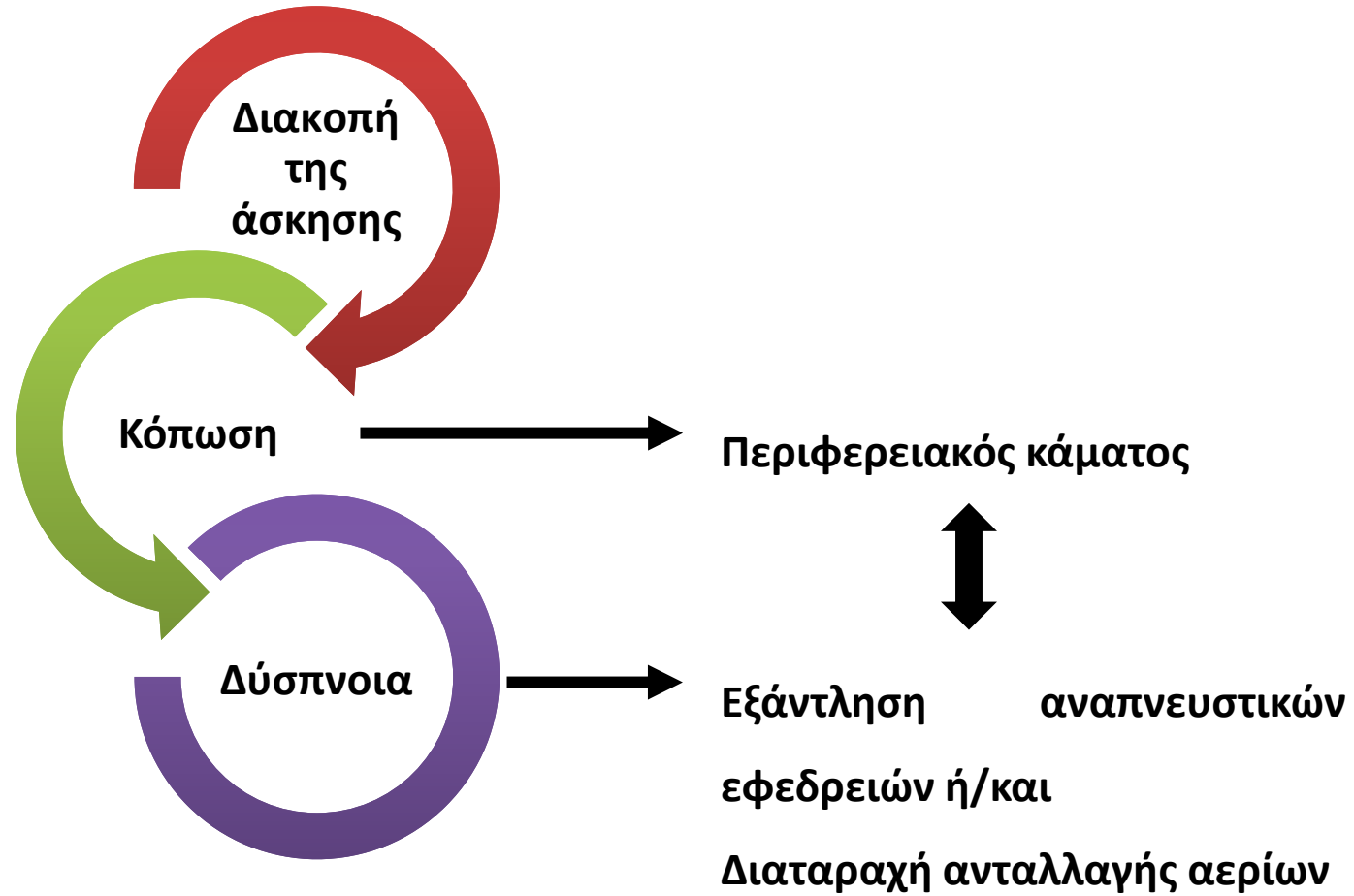
Summary		Pred	AT Manual	AT%pred
Time averaging 20 Seconds				
V'O2/V'O2max	%		79	
V'O2/V'O2pred	%		176	

Cardiac

Summary		Pred	Resting	AT Manual	Max Watts	Max l %pred
Time averaging 20 Seconds						
Heart rate	1/min	180	67	175	186	103
Heart rate reserve	1/min		113	5	-	
O2 pulse	ml	9.4	4.0	17.4	20.6	219
Blood press.-sys	mmHg		110	140	140	
Blood press.-dia	mmHg		70	80	80	

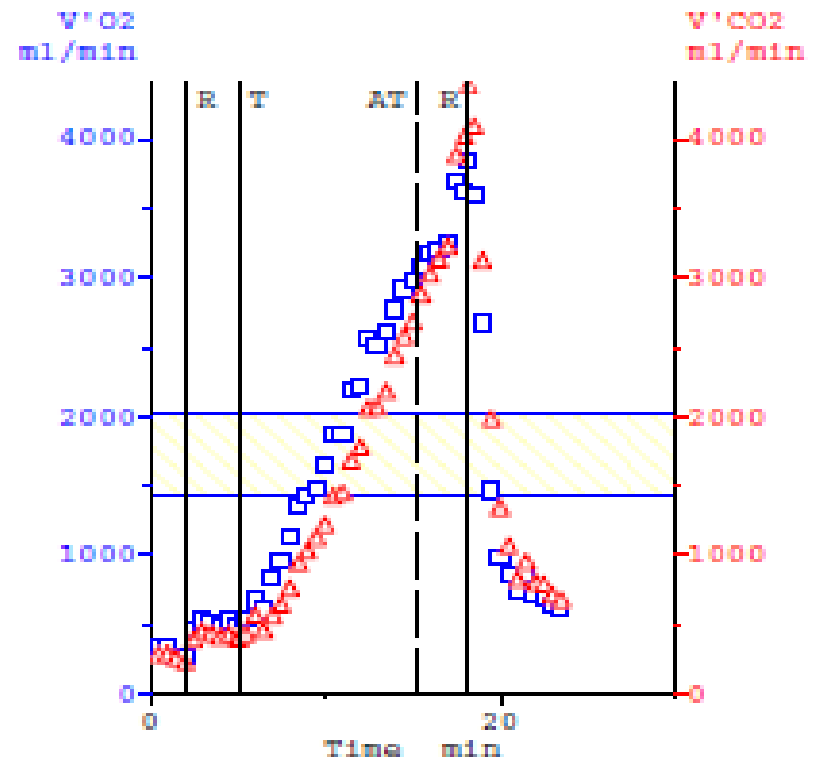
Respiratory

Summary		Pred	Resting	AT Manual	Max Watts	Max l %pred
Time averaging 20 Seconds						
Ventilation	L/min	90	9	60	108	121
Tidal volume-ex	L		0.886	2.599	2.825	
Tidal volume-in	L		0.917	2.653	2.857	
Breathing freq	1/min	42	10	23	38	92
Breathing reserve	%	28	92	45	1	2
PETCO2	mmHg		37.95	51.75	44.69	
PETO2	mmHg		104.51	91.36	106.95	
Breath. equiv. CO2			32.2	20.5	23.7	
VO2 slope	ml/min/Watt		0.00	10.99	11.27	

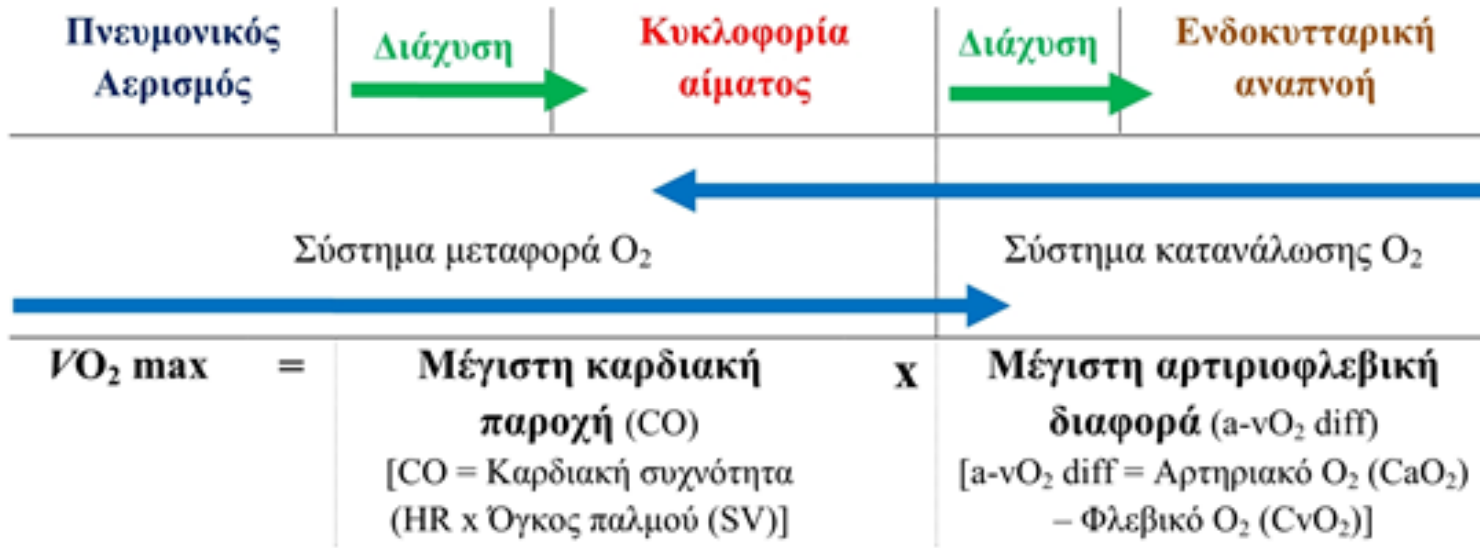


Μέγιστη πρόσληψη O₂

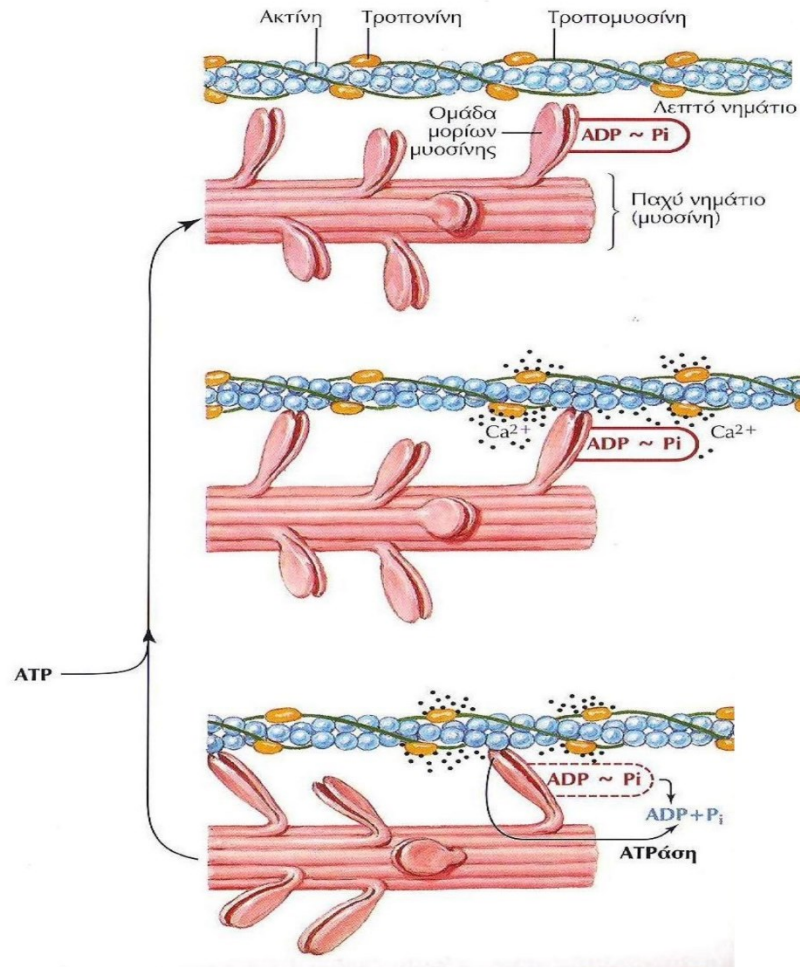
Αντανακλά την αναπνευστική, καρδιαγγειακή και μυϊκή ικανότητα του οργανισμού να προσλαμβάνει, να μεταφέρει και να καταναλώνει οξυγόνο και είναι η συνισταμένη πολλαπλών βιολογικών διεργασιών ενώ εκφράζει τα ανώτερα όρια της προσαρμογής τους κατά την έντονη μυϊκή προσπάθεια και για το λόγο αυτό είναι δείκτης λειτουργικής προσαρμοστικότητας



Εξίσωση του Fick



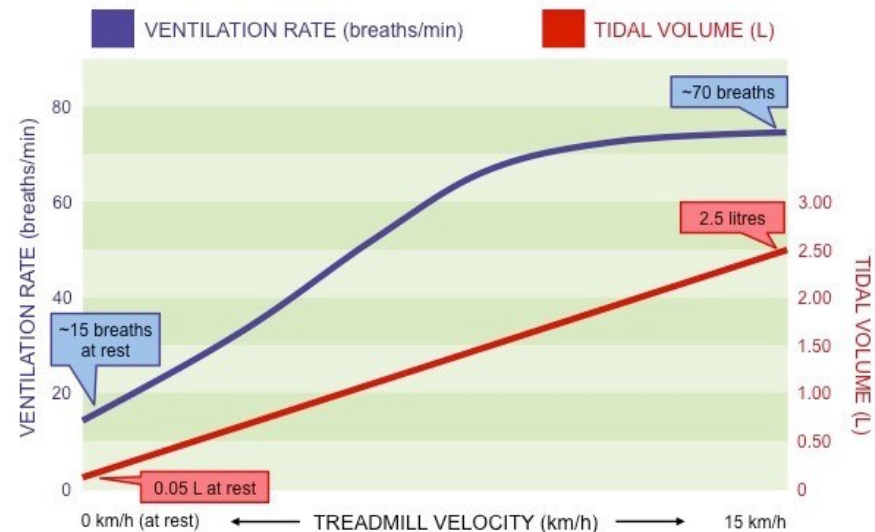
Περιφερειακός κάματος



Όταν ο μυς αδυνατεί να ανταποκριθεί κατά τη διάρκεια μιας μέγιστης εκούσιας συστολής στα ηλεκτρικά ερεθίσματα
δηλ. υπάρχει αποτυχία μετάδοσης ενεργειακού δυναμικού στη μυϊκή ίνα που εξαρτάται από τη συγκέντρωση ιόντων K⁺ και Na⁺ έξω και μέσα από το κύτταρο

Αερισμός

- \uparrow έντασης κατά την άσκηση επηρεάζει την VO_2 και την παραγωγή VCO_2
- πνευμονικός και κυψελιδικός αερισμός αυξάνονται σχεδόν ομοιόμορφα με την αύξηση της έντασης κατά τη διάρκεια της άσκησης με τον κυψελιδικό να υπολείπεται ελαφρώς εξαιτίας του V_D
- \uparrow του V_E , που σχετίζεται με αυξημένες ποσότητες O_2 που διαχέονται από τις κυψελίδες στο φλεβικό αίμα και αυξημένες ποσότητες CO_2 μετακινούνται από το αίμα στις κυψελίδες



Παράδειγμα φυσιολογικών αποκρίσεων και προσαρμογών απροπόνητων και καλά προπονημένων ατόμων

Ηρεμία

$$\dot{V}O_2 = 0,25 \text{ l/min}$$

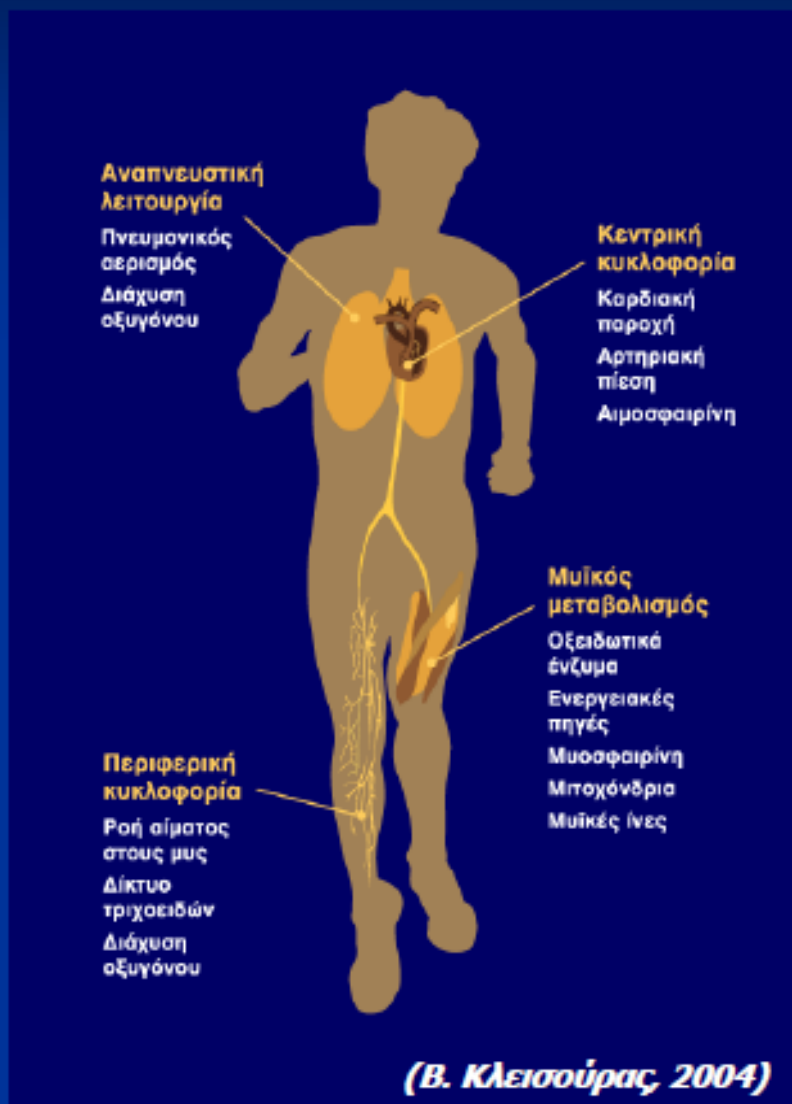
$$\text{ΚΠ} = \sim 5 \text{ l/min}$$

$$\text{ΟΠ} = \sim 70 -$$

$$100 \text{ ml/παλμό}$$

$$\text{ΚΣ} = 70 -$$

$$50 \text{ beats/min}$$



Μέγιστη επιβάρυνση

$$\dot{V}O_2 = 3,0 - 7,4 \text{ l/min}$$

$$\text{ΚΠ} = \sim 22 - 40 \text{ l/min}$$

$$\text{ΟΠ} = \sim 110 - 180 \text{ ml/παλμό}$$

$$\text{ΚΣ} = 200 \text{ beats/min}$$

Table 1. Respiratory parameters and heart rate response before and after the 50 m test at baseline and post-training in the IBH and SBF groups. Percentage change is from baseline to post training average of before and after 50 m values (mean \pm SD).

	Group	Baseline		Post-Training		% change
		Before 50 m	After 50 m	Before 50 m	After 50 m	
FEV ₁ (L)	IBH	3.3 \pm 0.7	3.2 \pm 0.7	4.1 \pm 0.8*#	3.8 \pm 0.8*†#	17 \pm 15
	SBF	103.0 \pm 16.1	98.9 \pm 17.1	129.1 \pm 20.9	119.3 \pm 23.8	
predicted (%)	IBH	2.7 \pm 0.5	2.9 \pm 0.5	2.9 \pm 0.4	2.7 \pm 0.5†	-1 \pm 11
	SBF	96.8 \pm 22.5	101.6 \pm 20.9	103.2 \pm 21.3	95.0 \pm 24.4	
FVC (L)	IBH	3.3 \pm 0.7	3.1 \pm 0.7	4.3 \pm 0.7*#	3.9 \pm 0.6*†#	
	SBF	85.7 \pm 14.4	81.2 \pm 14.4	112.5 \pm 15.1	102.0 \pm 10.6	22 \pm 13
predicted (%)	IBH	2.7 \pm 0.6	2.9 \pm 0.5	2.9 \pm 0.5	2.7 \pm 0.5†	
	SBF	80.4 \pm 19.5	85.0 \pm 18.6	87.8 \pm 20.9	79.5 \pm 19.3	1 \pm 10
PEF (L·s ⁻¹)	IBH	4.2 \pm 0.8	4.4 \pm 0.6	4.9 \pm 1.0*	4.7 \pm 0.8	
	SBF	97.5 \pm 15.3	103.5 \pm 12.8	114.9 \pm 21.1	110.1 \pm 18.0	9 \pm 14
predicted (%)	IBH	3.8 \pm 0.9	3.9 \pm 0.9	3.8 \pm 0.8	3.6 \pm 0.7	-4 \pm 15
	SBF	89.5 \pm 19.9	91.1 \pm 20.5	89.9 \pm 17.9	83.6 \pm 15.8	
HR (b·min ⁻¹)	IBH	90 \pm 9	172 \pm 16†	95 \pm 12	176 \pm 10†	4 \pm 7
	SBF	104 \pm 17	172 \pm 16†	99 \pm 9	170 \pm 13†	-2 \pm 9

IBH: Intermittent breath holding group, SBF: self-selected breathing frequency group, FEV₁: forced expired volume in 1 s, FVC: forced vital capacity, PEF: peak expiratory flow, HR: heart rate. *: p<0.05 between baseline and post-training values. #: p<0.05 between groups. †: p<0.05 between pre and post the 50 m test.

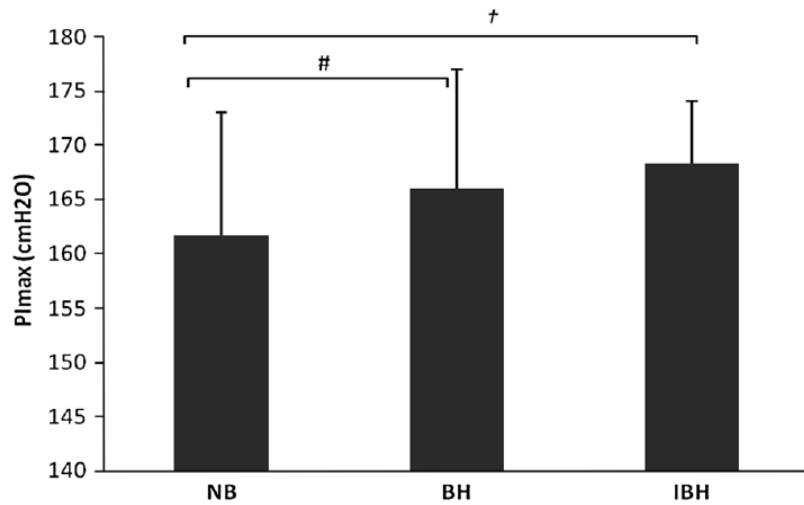
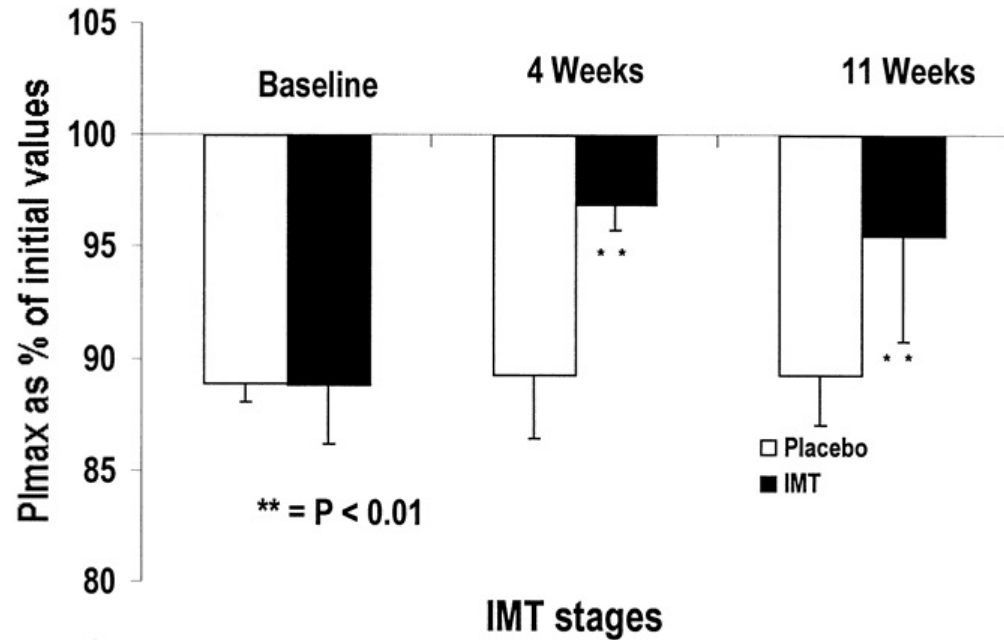
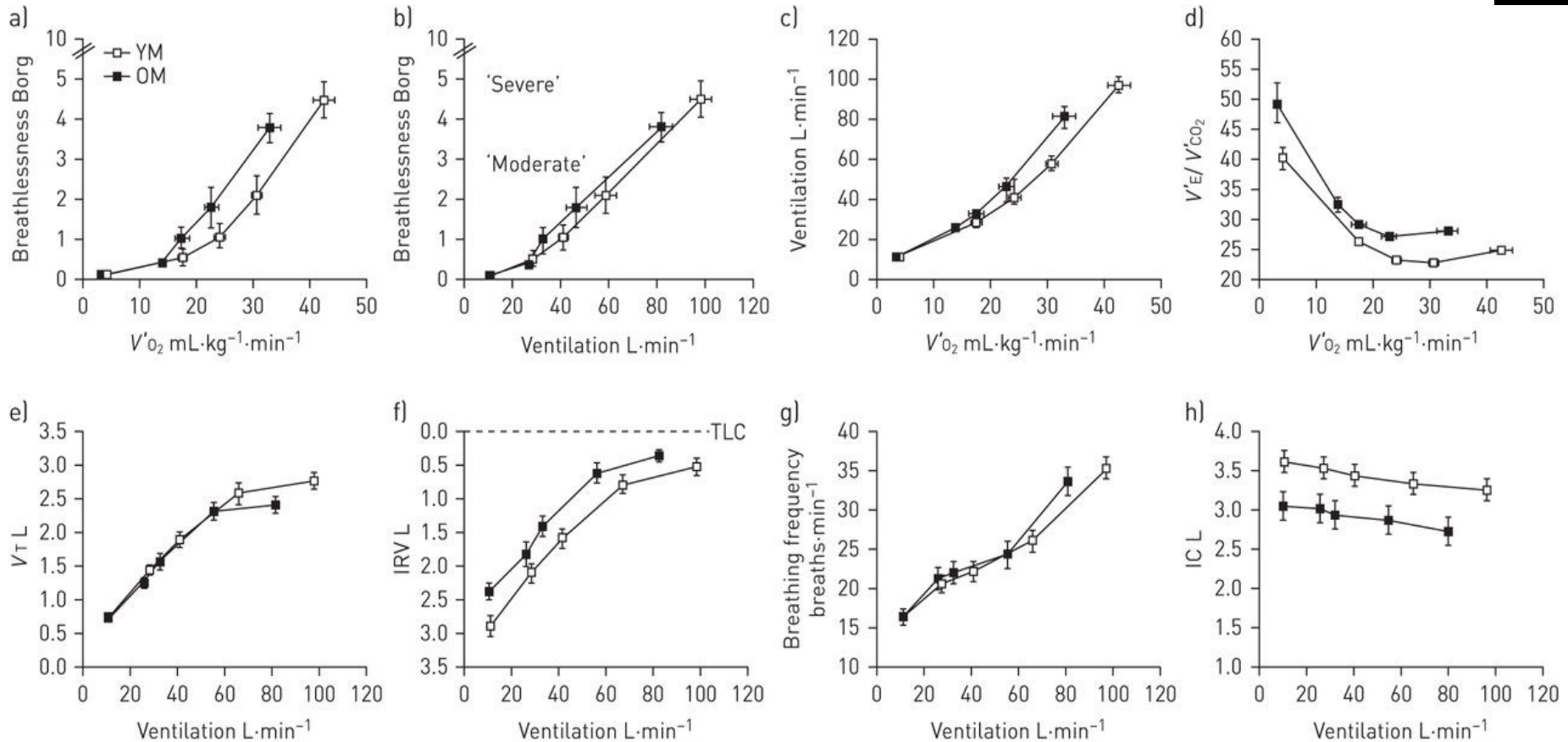


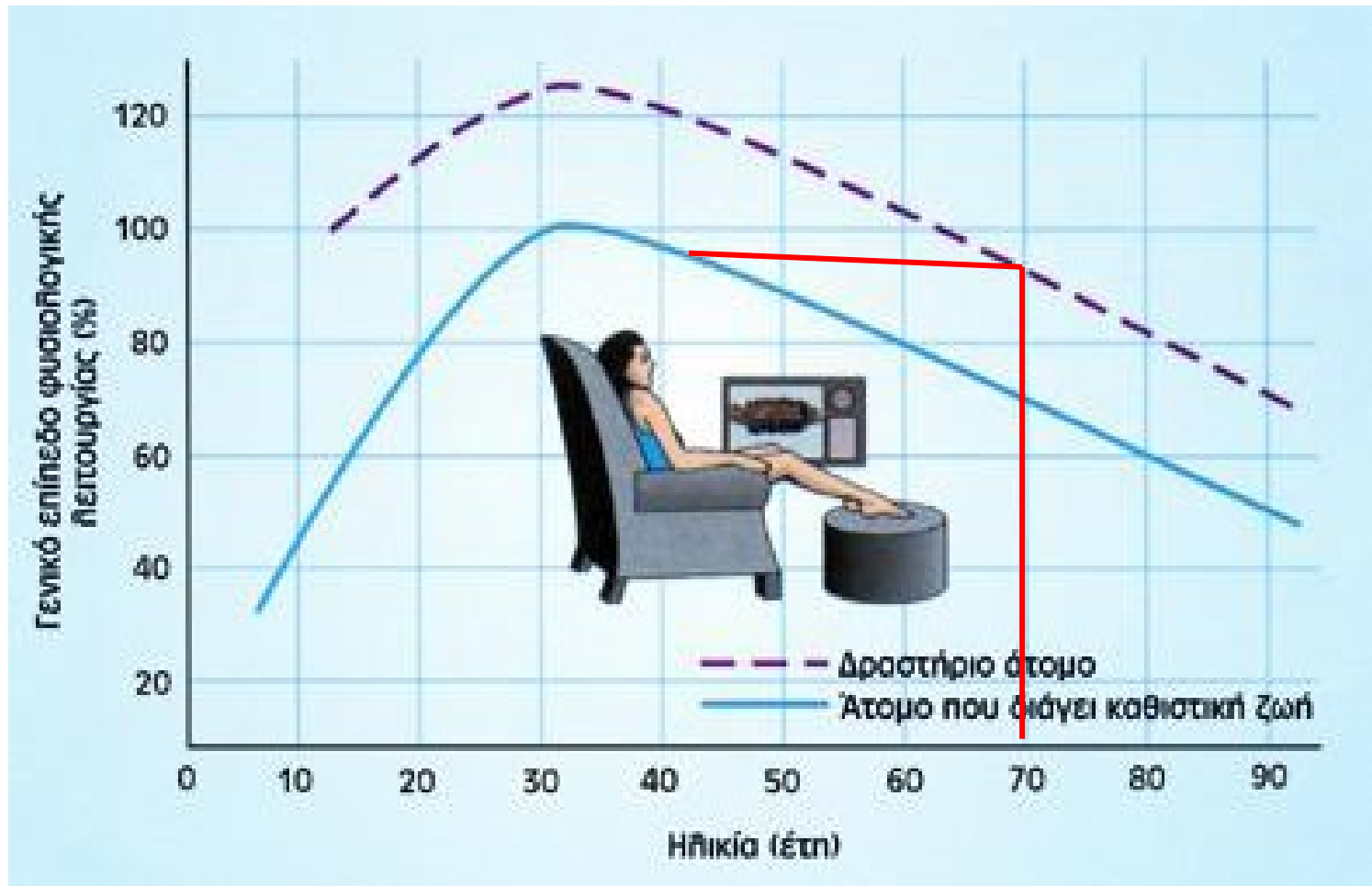
Fig. 3 Maximum inspiratory pressure responses after the three breathing techniques ($\#p < 0.001$, $\dagger p < 0.05$)

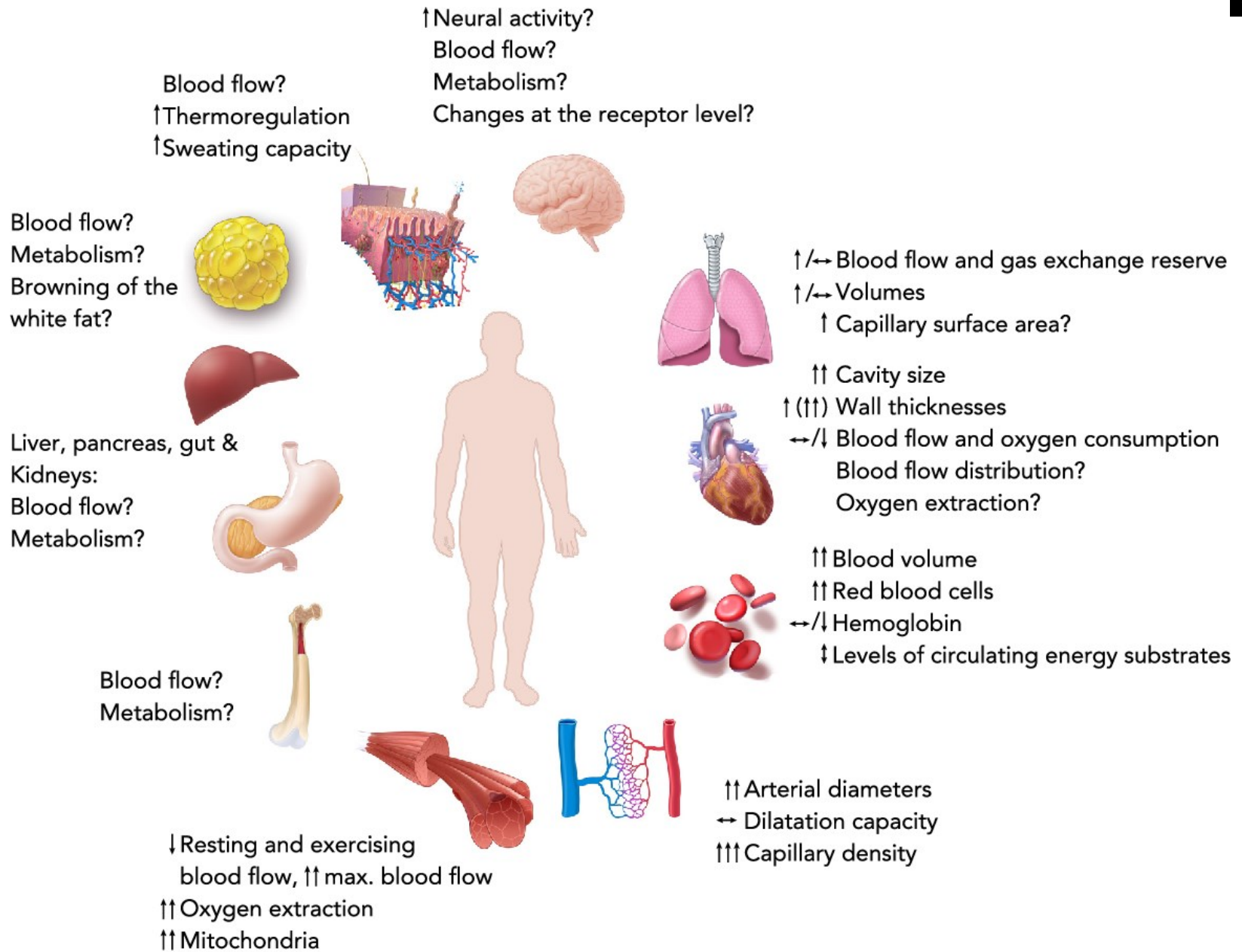


- ↓ αίσθημα αναπνοής/κόπωσης στην άσκηση
- ↑ δραστηριότητα αναπνευστικών μυών
- βελτίωση αερόβιας/αναερόβιας ικανότητας



- ↓ απάντηση στην άσκηση στους ηλικιωμένους οφείλεται στη μειωμένη λειτουργία των μυών
- Η λειτουργία των μυών διατηρείται με την άσκηση
- ↓ της πνευμονικής λειτουργίας που σχετίζεται με την ηλικία, ωστόσο, δεν ανακτάται με την προπόνηση
- ↓ της πνευμονικής λειτουργίας μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμό του VE κατά την άσκηση





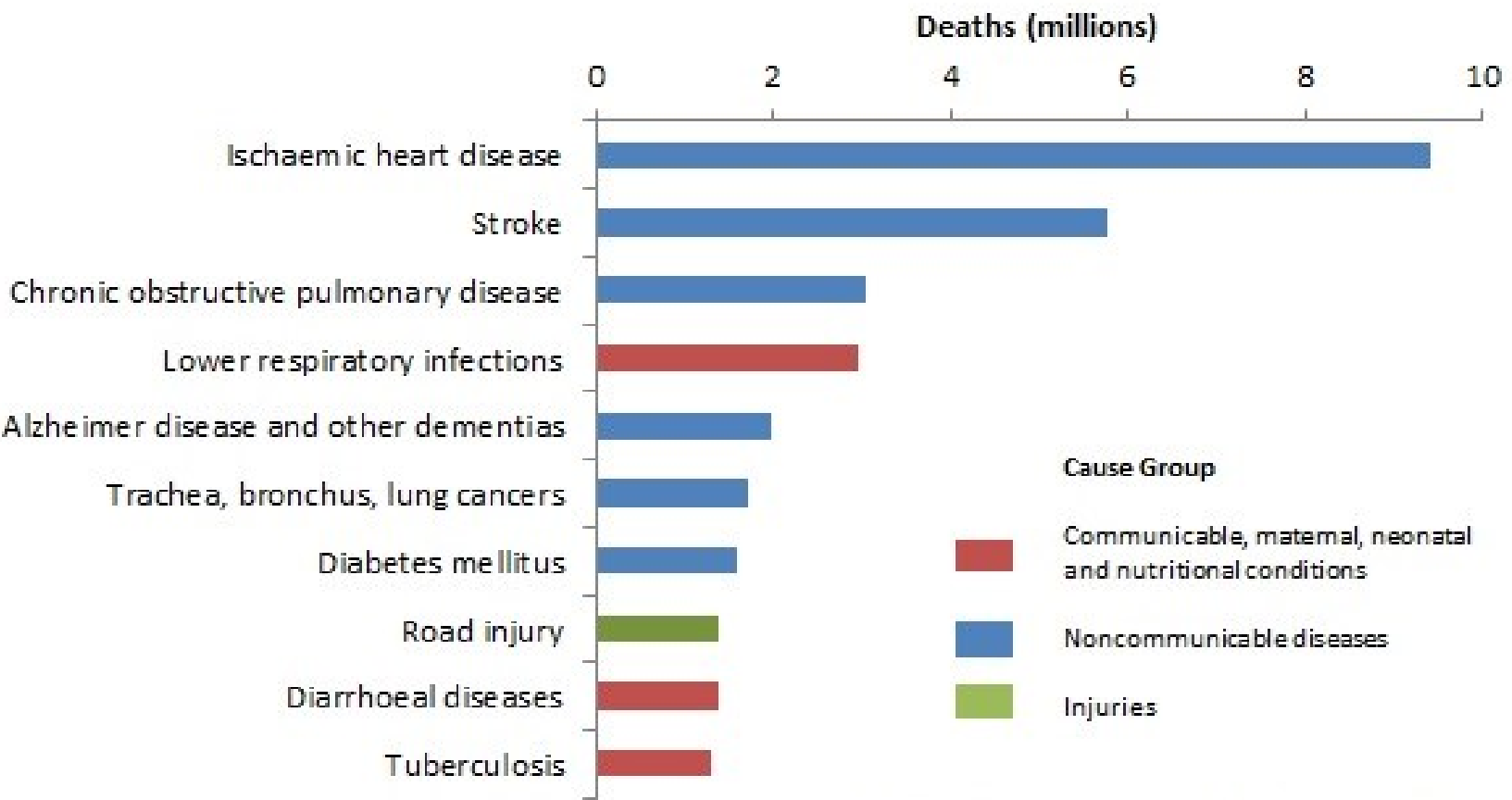


Περιεχόμενα

- Αξιολόγηση λειτουργικού ελέγχου της αναπνοής
- Αξιολόγηση αναπνευστικών μυών
- Εκτίμηση της ικανότητας για άσκηση
- Αναπνευστικές προσαρμογές στην άσκηση
- ΧΑΠ και Άσκηση
- ΣΑΑΥ και Άσκηση

- Η ΧΑΠ αποτελεί την 4^η αιτία θανάτου παγκοσμίως και αναμένεται να καταλάβει την 3^η θέση μέχρι το 2020 (εκτίμηση του 2012)

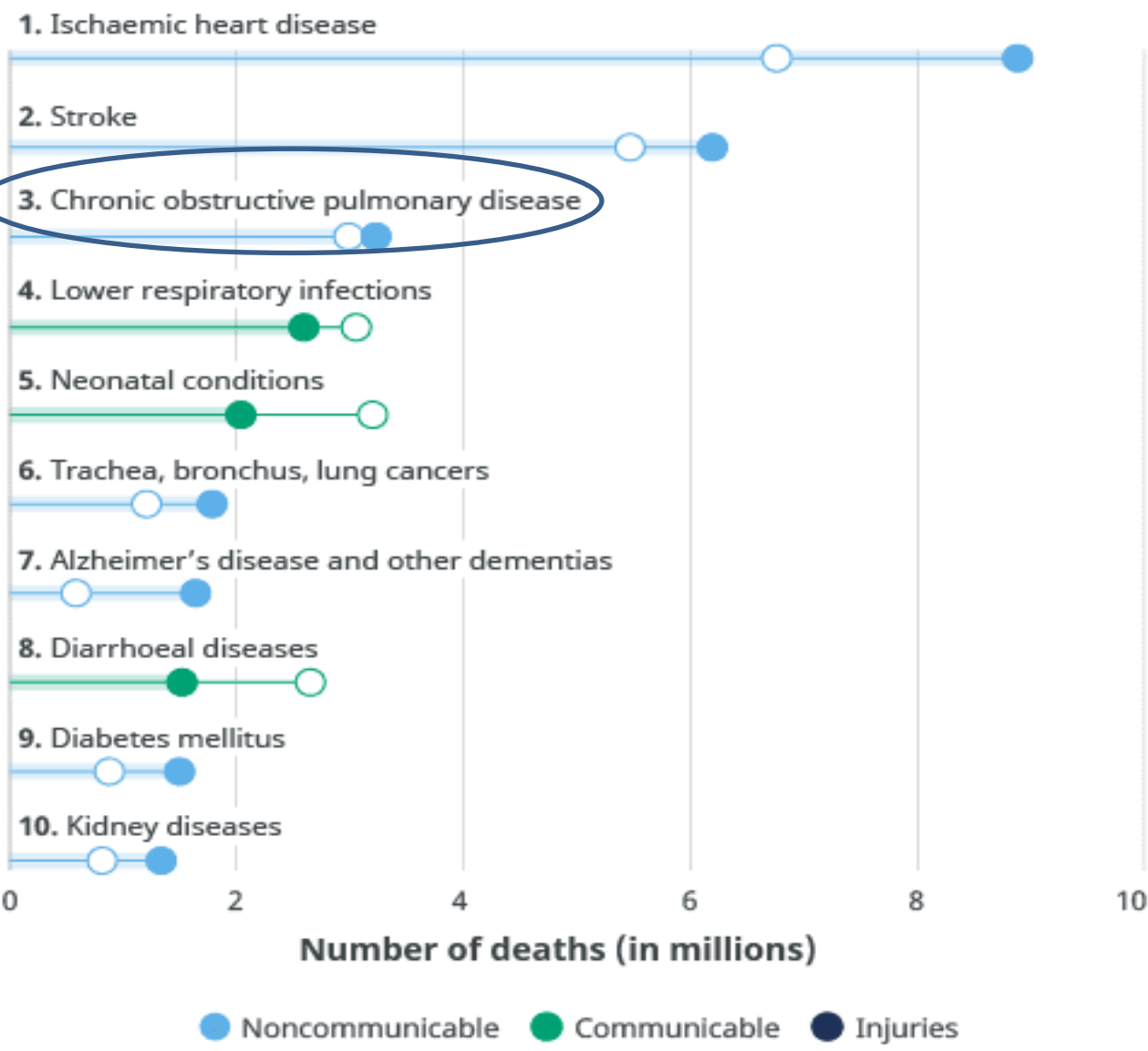
Top 10 global causes of deaths, 2016



Source: Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016. Geneva, World Health Organization: 2018.

Leading causes of death globally

○ 2000 ● 2019



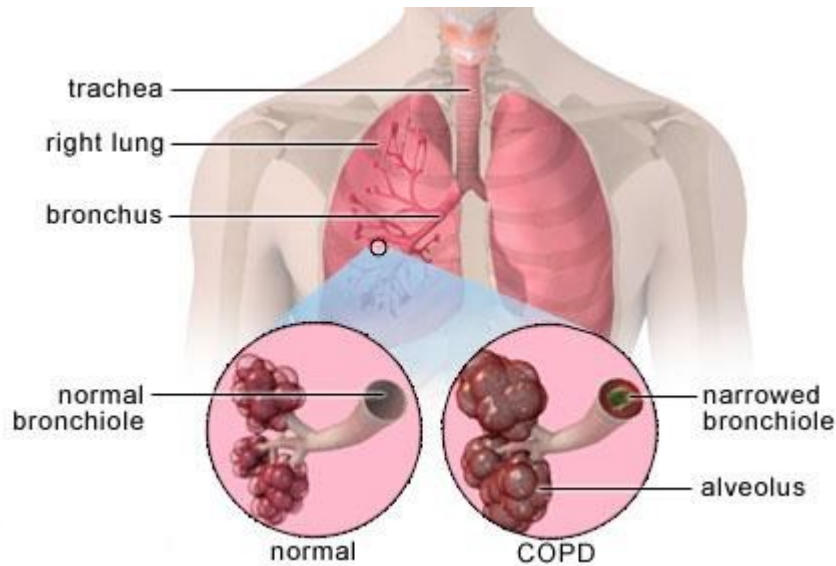
Source: WHO Global Health Estimates.

Η Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ) είναι μια χρόνια, **βραδέως** εξελισσόμενη πάθηση που χαρακτηρίζεται από εκτεταμένη, **μη αντιστρεπτή** απόφραξη των αεραγωγών

- δύσπνοια
- βήχα
- παραγωγή πτυέλων
- συριγμό



Ο χρόνιος περιορισμός της ροής του αέρα που χαρακτηρίζει τη ΧΑΠ οφείλεται στο συνδυασμό της **νόσου των αεραγωγών** (π.χ. αποφρακτική βρογχιολίτιδα) και της **καταστροφής του πνευμονικού παρεγχύματος** (εμφύσημα) η συμβολή των οποίων ποικίλει από άτομο σε άτομο



- Ο σημαντικότερος παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη της ΧΑΠ είναι η έκθεση στον **καπνό του τσιγάρου** και **άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες**
 - γενετικοί παράγοντες
 - συγγενείς ανωμαλίες
 - ανωμαλίες διάπλασης
 - υποτροπιάζουσες λοιμώξεις του κατώτερου αναπνευστικού συστήματος
- Στους περισσότερους ασθενείς η ΧΑΠ σχετίζεται με την ύπαρξη σοβαρών συννοσηροτήτων οι οποίες αυξάνουν τη συνολική θνησιμότητα

Παθοφυσιολογία της νόσου

- ο περιορισμός των ροών και η παγίδευση αέρα
- η διαταραχή ανταλλαγής αερίων
- η υπερέκκριση βλέννης
- η πνευμονική υπέρταση

GOLD 1	Ήπια απόφραξη	$FEV_1 \geq 80\% \text{ pred}$
GOLD 2	Μέτρια απόφραξη	$50\% \leq FEV_1 < 80\% \text{ pred}$
GOLD 3	Σοβαρή απόφραξη	$30\% \leq FEV_1 < 50\% \text{ pred}$
GOLD 4	Πολύ σοβαρή απόφραξη	$FEV_1 < 30\% \text{ pred}$

- Η ασθένεια εξελίσσεται με πολύ αργούς ρυθμούς και όταν εκδηλώνεται είναι ήδη αρκετά αργά, καθώς πολλοί ασθενείς δεν αναγνωρίζουν τα πρώιμα στάδιά της
- Η ΧΑΠ μπορεί εύκολα να ελεγχθεί αν διαγνωσθεί εγκαίρως και μπορεί να περιοριστεί με τη διακοπή του καπνίσματος
-για να τεθεί η διάγνωση της ΧΑΠ είναι η ύπαρξη συμπτωματολογίας (δύσπνοια, χρόνιας βήχας, απόχρεμψη) και έκθεσης σε παράγοντες κινδύνου

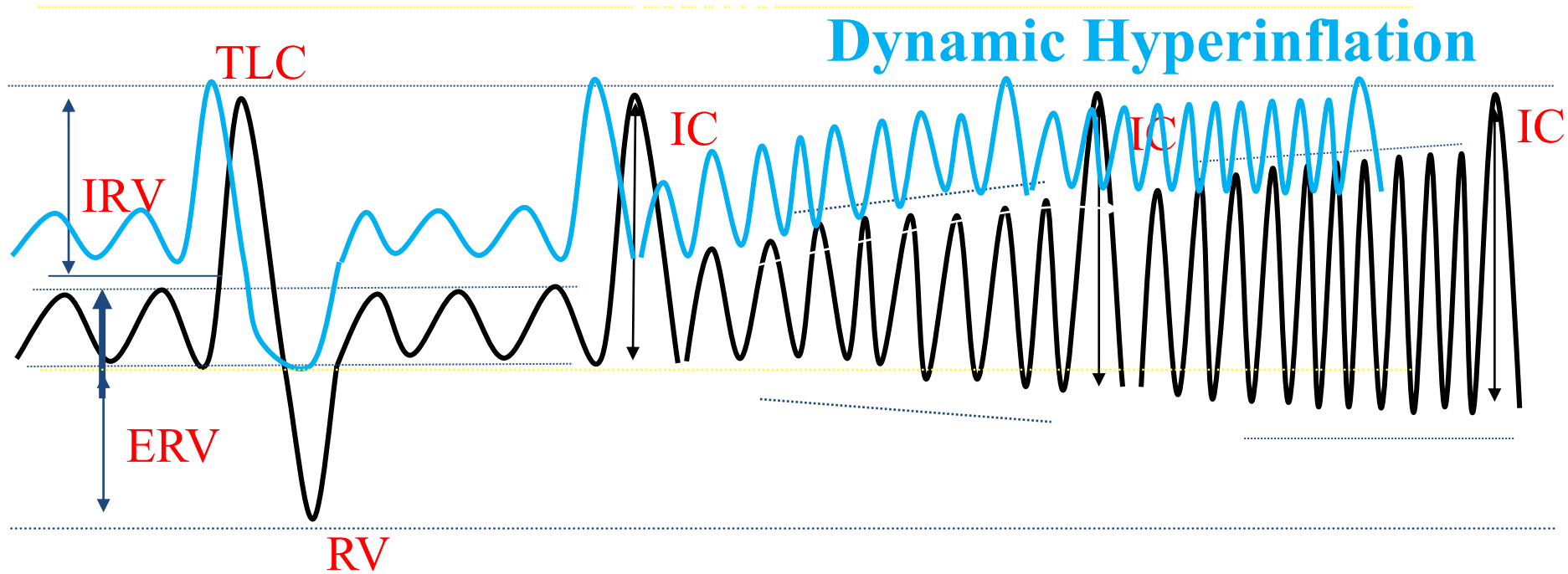
Μεταβολή των πνευμονικών όγκων στην άσκηση σε υγιές άτομο vs. ΧΑΠ

PFT

Rest

Submaximal exercise

Peak exercise



Weight: 61,0 kg Age: 61 Years Sex: male
 Height: 181,0 cm Race: Caucasian

Cardio Pulmonary Exercise Testing

SPIROMETRY

		Pred	Best %(Best/Pred)	Act1 %(Act1/Pred)
FVC	[L]	4.50		56
FEV ₁	[L]	3.52		28
FEV ₁ % FVC	[%]			39.15
MVV	[L/min]	128.26		
IC	[L]	3.47		
VC MAX	[L]	4.68		69

GOLD 1	Ήπια απόφραξη	FEV ₁ ≥80% pred
GOLD 2	Μέτρια απόφραξη	50% ≤ FEV ₁ <80% pred
GOLD 3	Σοβαρή απόφραξη	30% ≤ FEV ₁ <50% pred
GOLD 4	Πολύ σοβαρή απόφραξη	FEV ₁ <30% pred

Exercise**Summary****Time averaging 20 Seconds**

VO ₂ uptake/kg	ml/min/kg	12.3	37
VO ₂ uptake	ml/min	753	37
CO ₂ production	ml/min	733	
Load	W	39	27

Summary**Time averaging 20 Seconds**

V'O ₂ /V'O ₂ max	%		
V'O ₂ /V'O ₂ pred	%		

Cardiac**Summary****Time averaging 20 Seconds**

Heart rate	1/min	93	58
Heart rate reserve	1/min	66	
CO ₂ pulse	ml	8.1	75
Blood press.-sys	mmHg	0	
Blood press.-dia	mmHg	0	

Respiratory**Summary****Time averaging 20 Seconds**

Ventilation	L/min	31	30
Tidal volume-ex	L	1.395	
Tidal volume-in	L	1.238	
Breathing freq	1/min	22	53
Breathing reserve	%	10	35
PETCO ₂	mmHg	29.82	
PETO ₂	mmHg	117.27	
Breath. equiv. CO ₂		38.8	
VO ₂ slope	ml/min/Watt	15.83	
FECO ₂	%	1.88	
FEO ₂	%	17.75	

Max

Watts

Max 1

%pred

Ασθενείς με ΧΑΠ

- ✓ χαμηλή αερόβια και αναερόβια ικανότητα



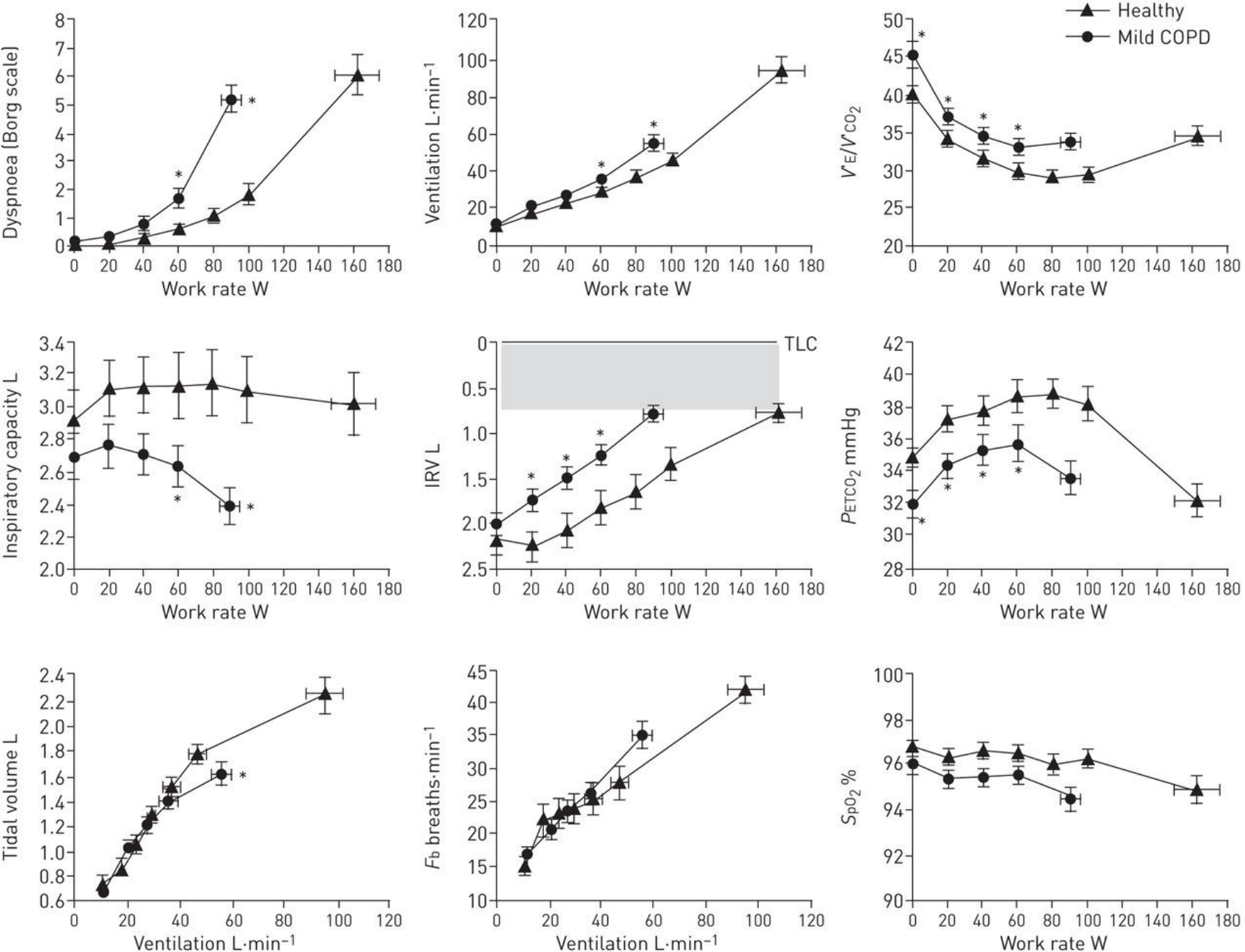
- η διαταραχή ανταλλαγής αέριων



- η δυναμική υπερδιάταση λόγω καταστροφής των αναπνευστικών αγγειακών στρωμάτων



- η μυϊκή δυσλειτουργία και η μειωμένη καρδιακή λειτουργία

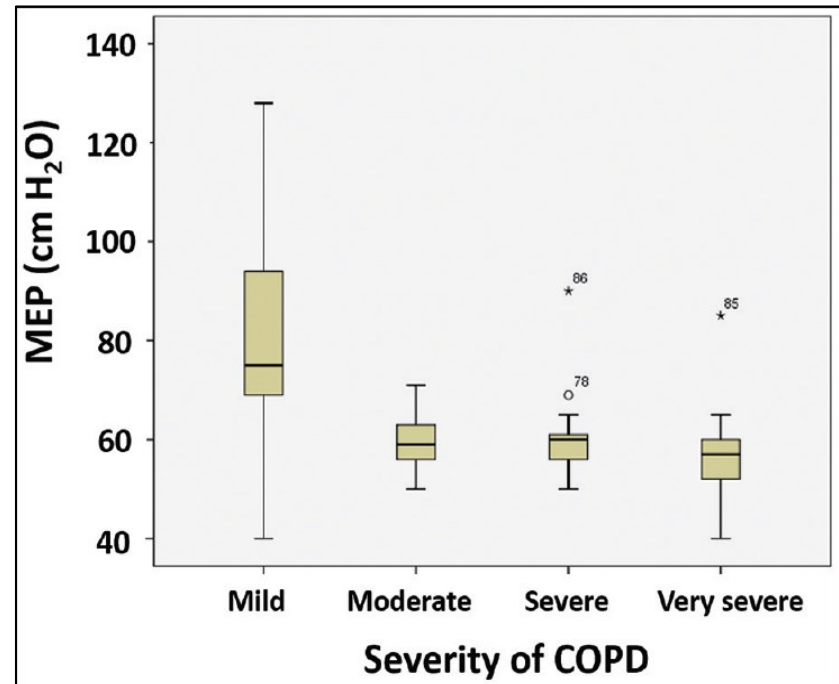
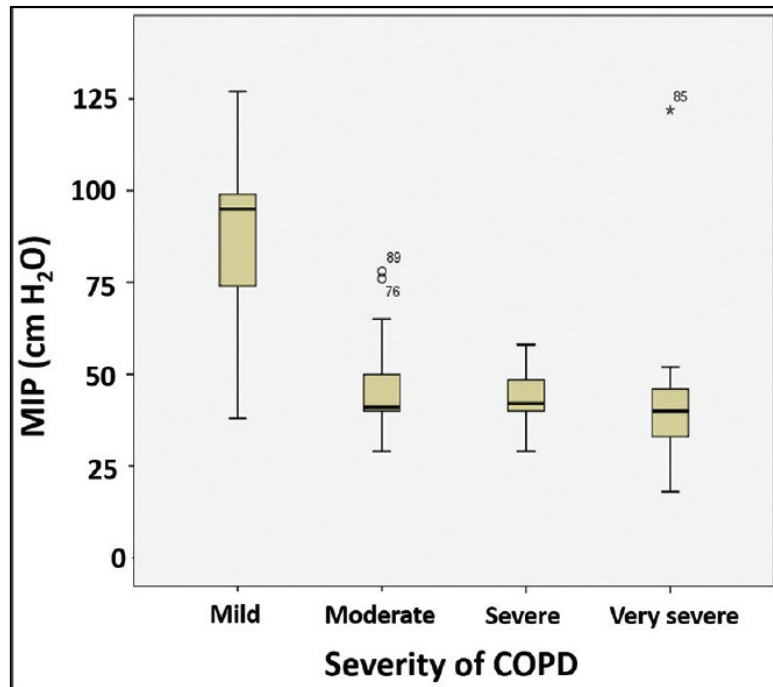


↑ εκπνευστική μυϊκή δραστηριότητα

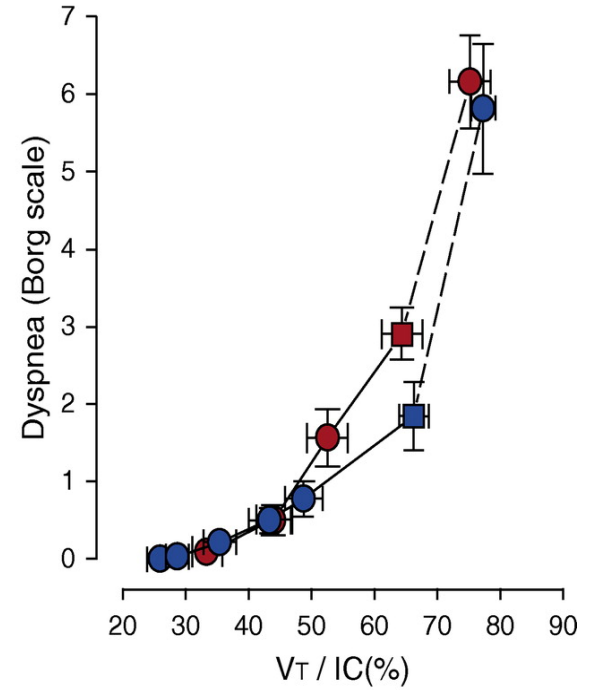
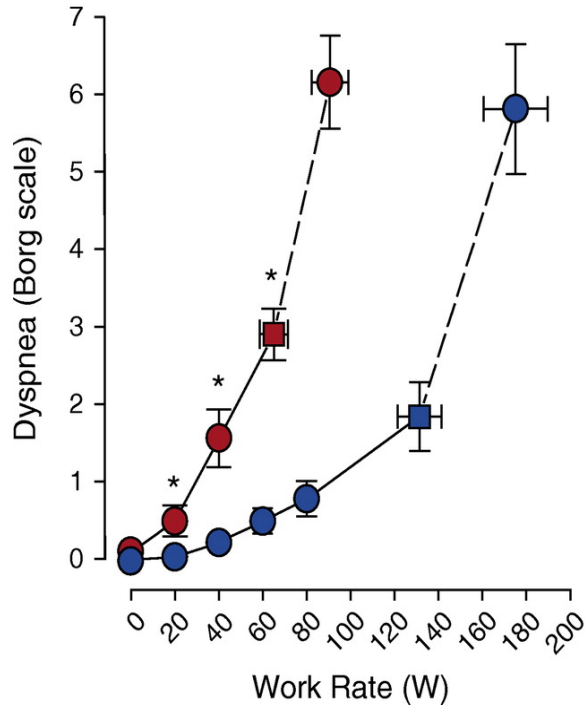
↑ VE στην άσκηση

πρόωρη κόπωση αναπνευστικών μυών

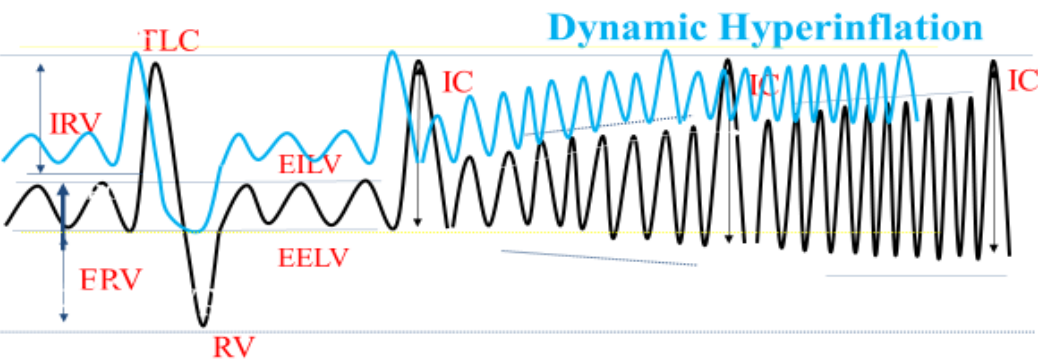
εισπνευστική αδυναμία που είναι πολυπαραγοντική σε ασθενείς με ΧΑΠ 3^{ου} και 4^{ου} σταδίου



● COPD ● Controls



PFT Rest Submaximal exercise Peak exercise



$V_T/IC < 80\%$

➤ υπάρχει \uparrow O_2 με αποτέλεσμα \uparrow VE αλλά λόγω διαταραχής VE/VA



➤ δυσανάλογη \uparrow του πνευμονικού αερισμού σε σχέση με τις αναπνευστικές απαιτήσεις O_2



➤ $SpO_2 < 90\%$ κατά την άσκηση

❖ \uparrow συμμετοχή αναπνευστικών μυών (χαμηλής έντασης άσκηση) περιορισμού της εκπνευστικής ροής



❖ με αποτέλεσμα να \uparrow το έργο της αναπνοής και να προκαλείται πρόωρη κόπωση (κλίμακα Borg ≥ 5)

❖ διαταραχή του μυϊκού μεταβολισμό σχετίζεται με \uparrow επίπεδα συγκέντρωσης La στο αίμα και μειωμένη ικανότητα απομάκρυνσης του κατά τη διάρκεια της άσκησης

- ↓ διαχυτική ικανότητα των πνευμόνων,
- ↓ IC που οδηγεί σε μεγαλύτερη δύσπνοια (Borg Scale)
- ↑ VD/VT σοβαρότητα της ΧΑΠ (↑ VD)
- ↓ VE/WR
- ↑ μεταβολικές ανάγκες δηλ. όσο ↑ VE/VCO₂ τόσο ↓ PaCO₂

Διέγερση κεντρικών και περιφερικών χημειοϋποδοχέων

- αποκορεσμός
- διαταραχές στην οξεοβασική ισορροπία (απώλεια φυσικής κατάστασης)

❖ αναπνευστικός περιορισμός

προοδευτική μείωση της IC

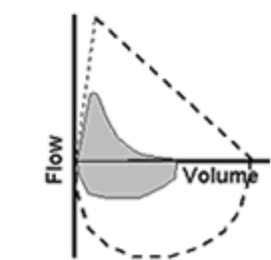
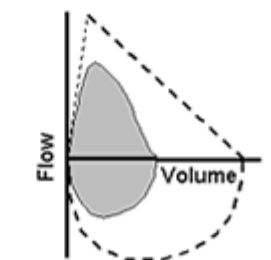
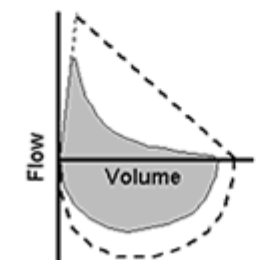
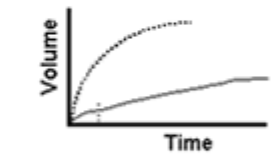
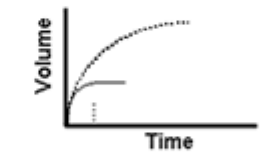
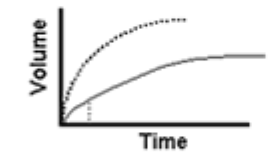
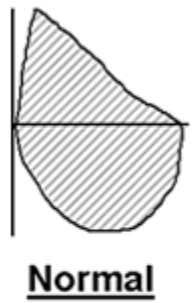
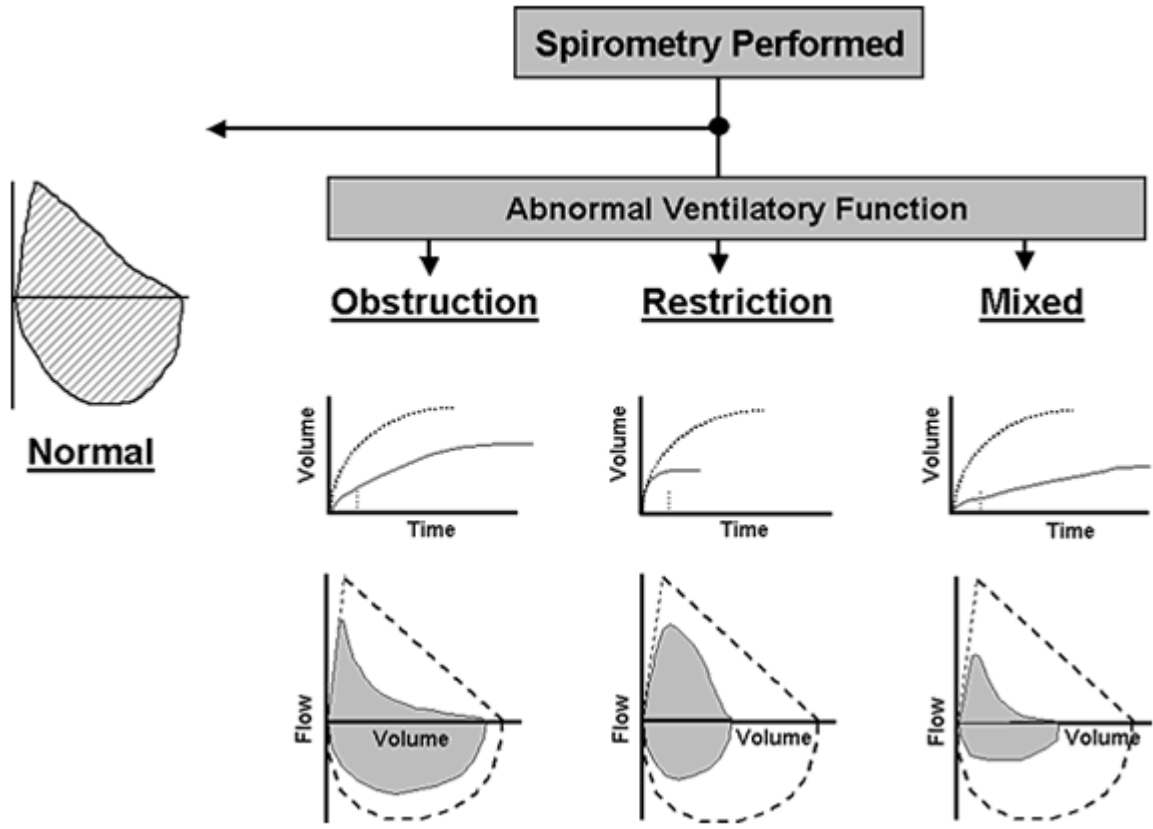
η εξέλιξη της νόσου μειώνει VT και IRV κατά τη διάρκεια της άσκησης

Δύσπνοια

δυσανεξία στην άσκηση

↓ μηχανική της αναπνοής

↑ μηχανικό περιορισμό



Σημαντικά σημεία

- Οι ασθενείς παρουσιάζουν ρηχή και γρήγορη αναπνοή που αυξάνει το νεκρό χώρο, προκαλεί περαιτέρω παγίδευση αέρα με αποτέλεσμα τη διαταραχή της ανταλλαγής αερίων και τον υποαερισμό
- Οι ασθενείς διακόπτουν πρόωρα την άσκηση λόγω δυσφορίας
- Η αναπνοή κατά την άσκηση θα πρέπει να είναι με προτεταμένα χείλη
- Θα πρέπει να χορηγείται O_2 κατά τη διάρκεια της άσκησης σε ασθενείς με αποκορεσμό ($SpO_2 < 90\%$) ώστε να παρατείνεται η άσκηση

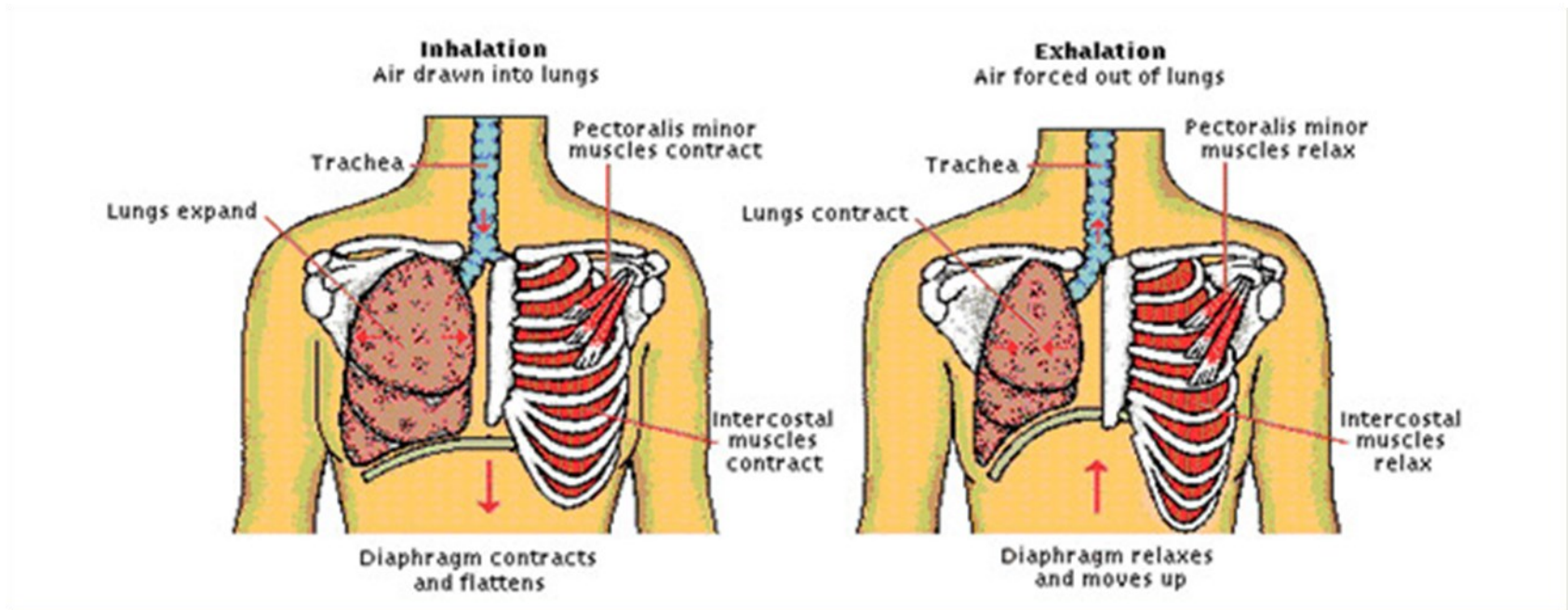
Πίνακας 2. Πρόγραμμα βελτίωσης αερόβιας ικανότητας.

	Συνεχόμενη άσκηση	Διαλειμματική άσκηση
Συχνότητα	3-4 συνεδρίες / εβδομάδα	
Μέθοδος	Συνεχόμενη	30 s άσκηση, 30 s διάλειμμα ή 20 s άσκηση, 40 s διάλειμμα
Ένταση	Έναρξη στο 60–70% του $Watt_{max}$. Αύξηση έργου 5-10%. Αύξηση έργου μέχρι 80-90% του αρχικού έργου $Watt_{max}$ κατά την ΚΑΔΚ	Έναρξη στο 80-100% του $Watt_{max}$. Αύξηση έργου 5-10%. Αύξηση έργου μέχρι >150% του αρχικού έργου $Watt_{max}$ κατά την ΚΑΔΚ
Διάρκεια	10-15 min τις πρώτες 3-4 συνεδρίες. Προοδευτική αύξηση της άσκησης έως 30-40 min	10-15 min τις πρώτες 3-4 συνεδρίες. Προοδευτική αύξηση της άσκησης έως 40-60 min (συμπεριλαμβανομένου και του διαλλείματος)
Αίσθημα κόπωσης	Κλίμακα κόπωσης κατά Borg (0-10 βαθμίδες) στο 4-6	
Τεχνική αναπνοής	Αναπνοή με μισάνοιχτα χείλη για την αποφυγή δυναμικής υπερδιάτασης	

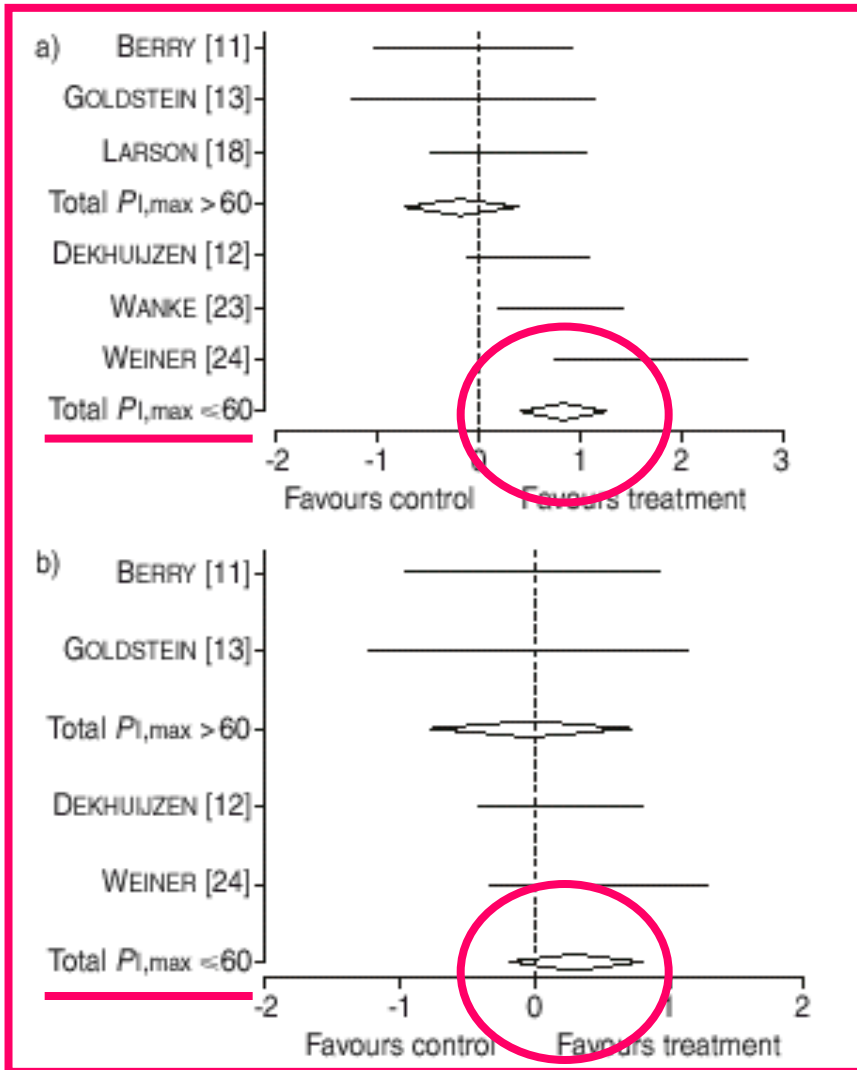
Πίνακας 3. Πρόγραμμα βελτίωσης δύναμης.

Συχνότητα	2-3 συνεδρίες / εβδομάδα
Στόχος	Στόχευση για τοπική μυϊκή εξάντληση εντός δεδομένου αριθμού επαναλήψεων για κύριες μυϊκές ομάδες άνω και κάτω άκρων
Σετ/επαναλήψεις	2-4 σετ και 6-12 επαναλήψεις με μέτριο ρυθμό εκτέλεσης
Ένταση	50-85% της μιας μέγιστης επανάληψης (1RM). Αύξηση της έντασης κατά 2-10% με 1-2 επαναλήψεις σε δύο διαδοχικές συνεδρίες

Μειωμένη ικανότητα παραγωγής έργου σε ασθενείς με ΧΑΠ (μηχανικό πρόβλημα λόγω επιπέδωσης ημιδιαφράγματος)



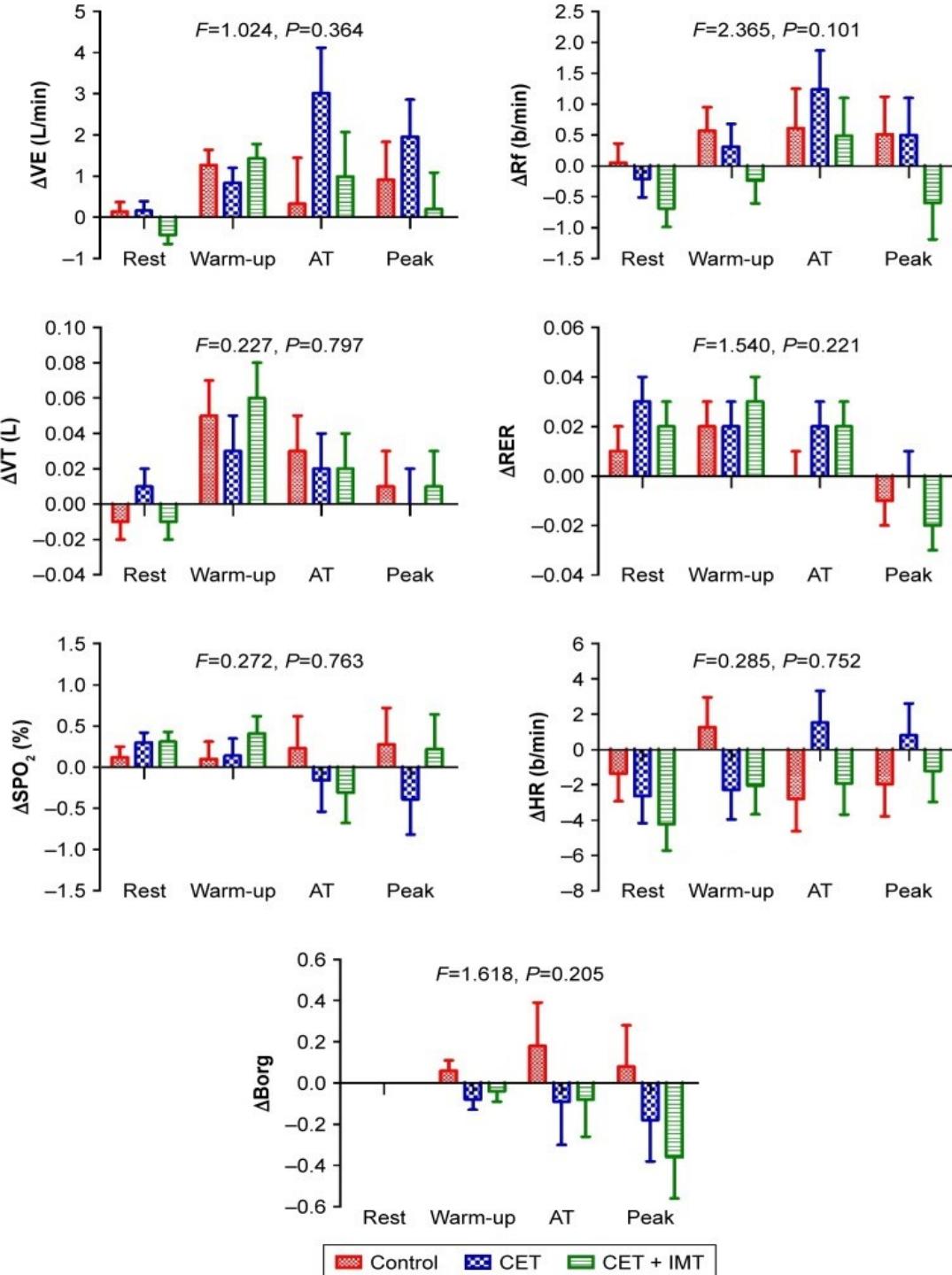
Inspiratory muscle training in COPD patients: a meta-analysis



Effect on Inspiratory muscle strength

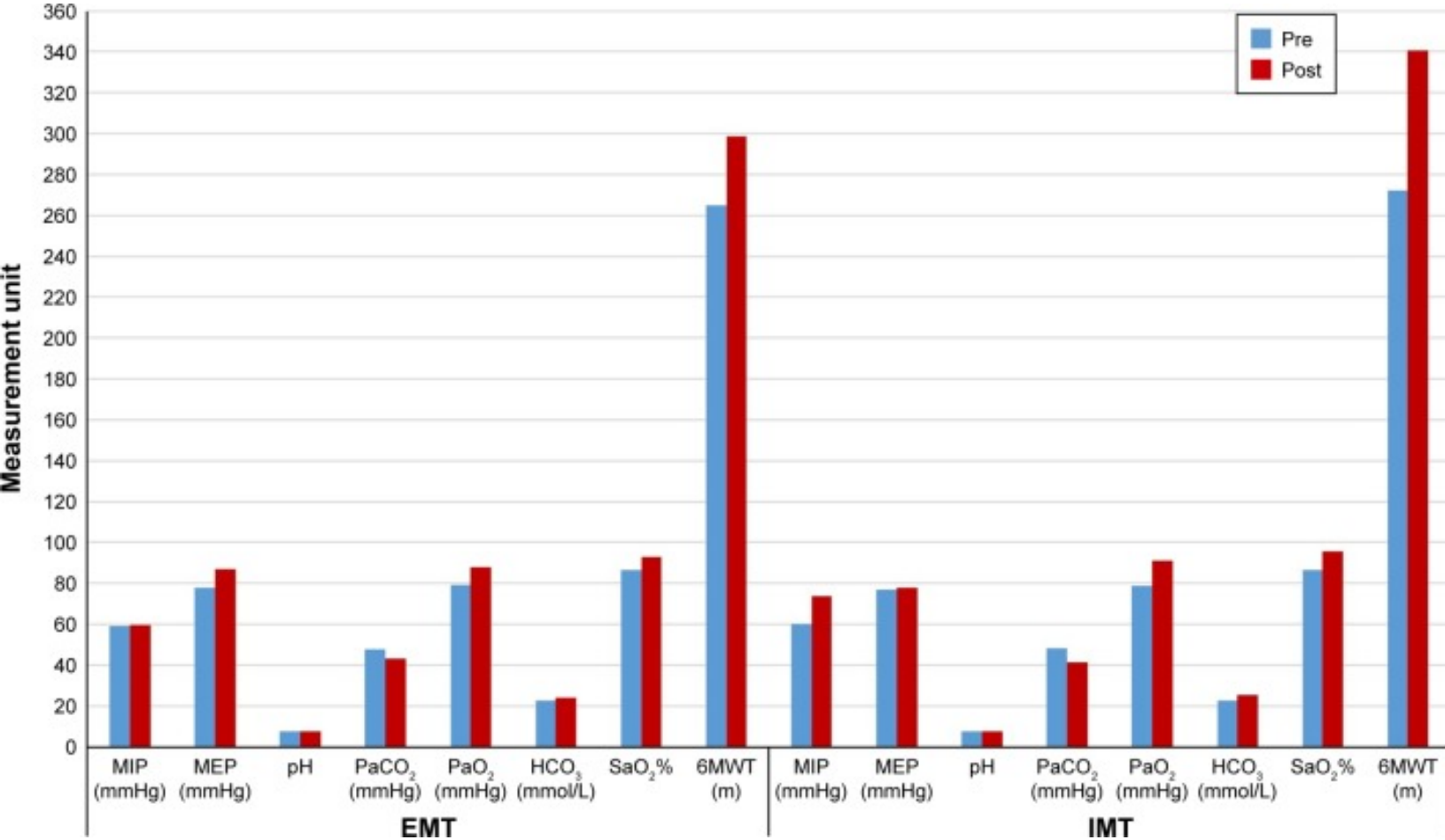
Effect on general exercise capacity

- Βελτιώνεται η αντοχή των αναπνευστικών μυών **αλλά**
- όχι η δύσπνοια ή η αντοχή στη μέγιστη άσκηση
- Συμπερασματικά
- Όχι μεμονωμένη άσκηση αναπν. μυών
- Πιθανή επιπλέον βελτίωση ασθενών με ΧΑΠ



Materials and methods:

Eighty-one patients with COPD were randomly allocated to three groups:
 n=28, 8-w CET + IMT
 n=27, 8-w CET
 n=26, 8-w free walking



Materials and methods:

Forty male patients with **moderate degree of COPD** were recruited for this study. They were randomly divided into **two groups**: the **IMT group** who received inspiratory training with an intensity ranging from **15% to 60%** of their maximal inspiratory pressure, and the **EMT group** who received expiratory training with an equal intensity which was adjusted according to the maximal expiratory pressure. Both groups received training **three times per week for 2 months**, in addition to their prescribed medications.

THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE

CLINICAL THERAPEUTICS

Pulmonary Rehabilitation for Management of Chronic Obstructive Pulmonary Disease

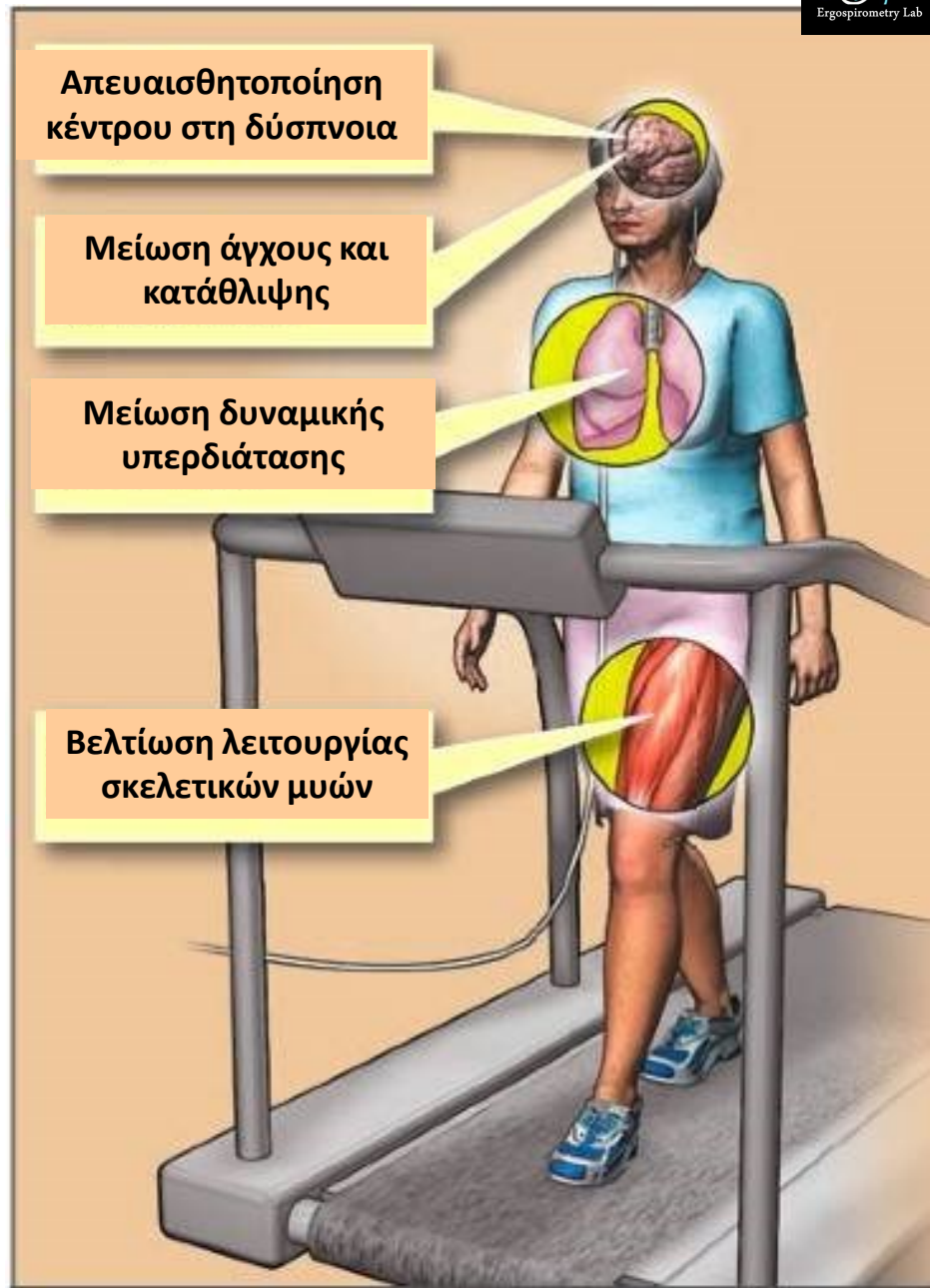
Richard Casaburi, Ph.D., M.D., and Richard ZuWallack, M.D.

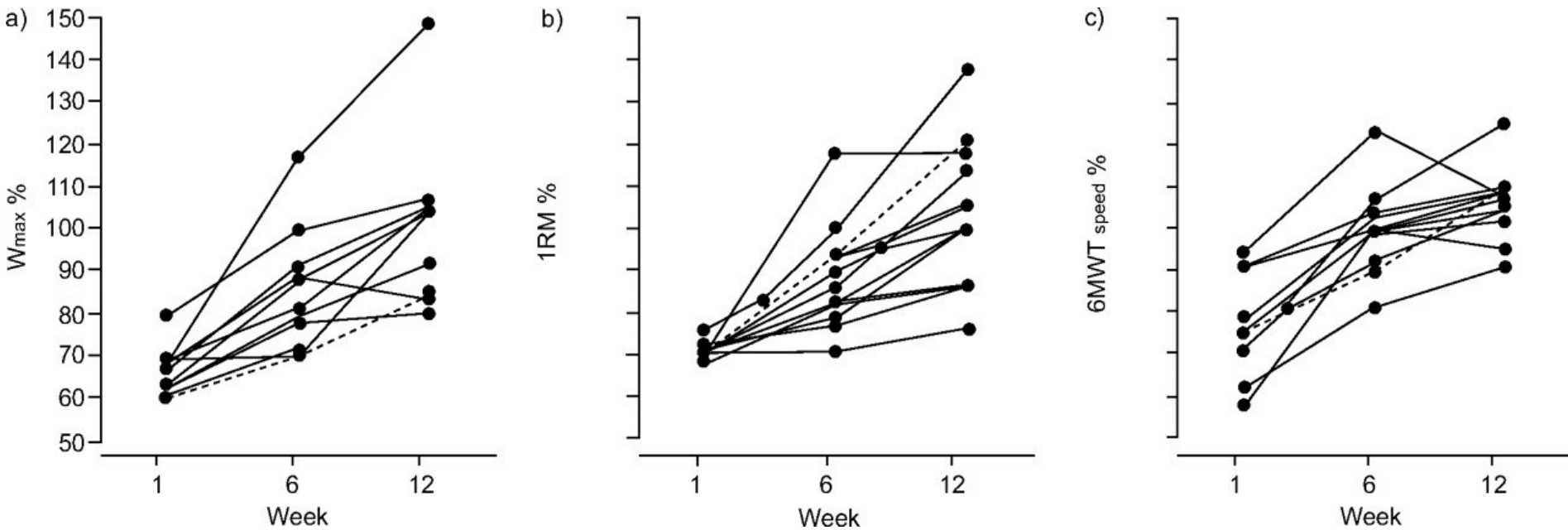
Απευαισθητοποίηση
κέντρου στη δύσπνοια

Μείωση άγχους και
κατάθλιψης

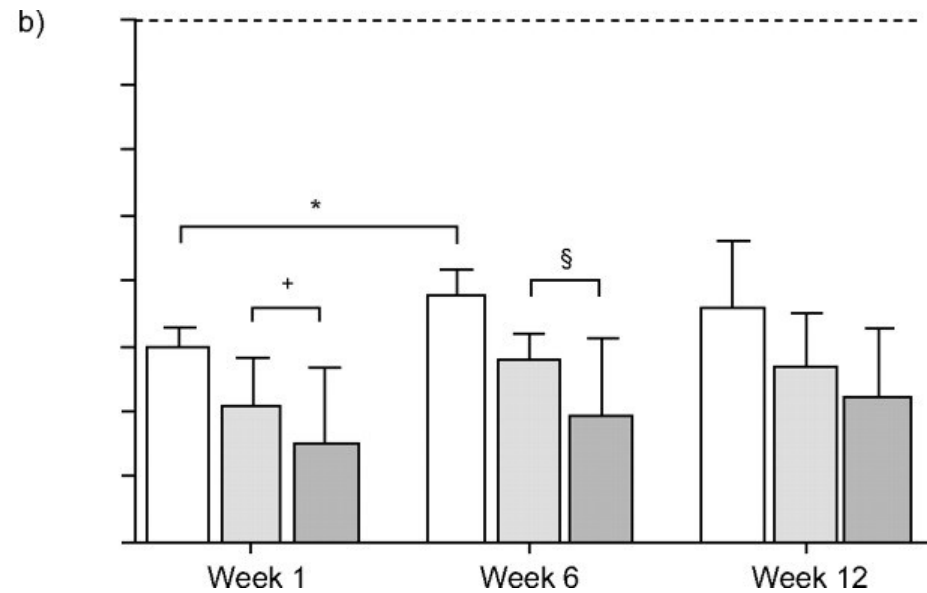
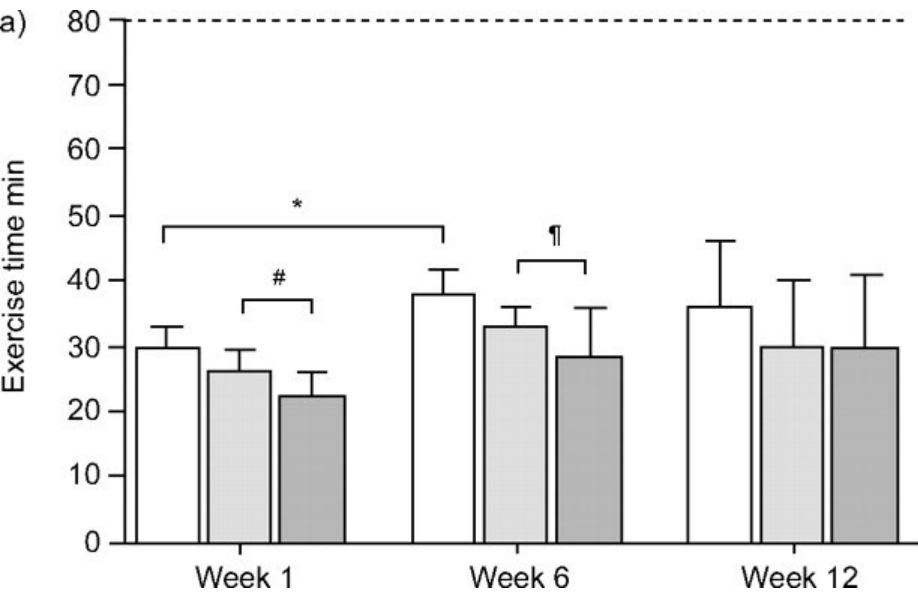
Μείωση δυναμικής
υπερδιάτασης

Βελτίωση λειτουργίας
σκελετικών μυών





Work rate progression of a) cycling, b) leg press resistance training and c) treadmill walking during the exercise training programme. —: individual progression of each patient; ----: anticipated progression. W_{max} : baseline maximal work rate; 1RM: baseline one repetition maximum (the maximum load which can be moved only once over the full range of motion without compensatory movements); 6MWT: baseline 6-min walk test.



Total exercise time performed in weeks 1, 6 and 12 (open bars) and time above the thresholds in a) moderate ($\geq 40\%$ of oxygen uptake reserve ($V'_{O_{2,R}}$) or cardiac frequency reserve ($f_{C,R}$); □: total exercise time; ▨: time $\geq 40\% V'_{O_{2,R}}$; ▩: time $\geq 40\% f_{C,R}$) and b) hard ($\geq 60\%$ of $V'_{O_{2,R}}$ or $f_{C,R}$; □: total exercise time; ▨: time $\geq 60\% V'_{O_{2,R}}$; ▩: time $\geq 60\% f_{C,R}$). Data are expressed as mean \pm SD. The increase in exercise time is indicated (* $p < 0.05$). -----: average duration of the training sessions (exercise time+resting time). #: $p = 0.12$; ¶: $p = 0.11$; +: $p = 0.059$; §: $p = 0.054$.

Συγγραφείς	Συμμετέχοντες	Άσκηση	Αποτελέσματα
Whittom et al. [53]	FEV1% pred: 37±11/ (n=11)	36 ΠΜ, 30 min/ημέρα, έργο≈50 - 70 %WRpeak	↑ Τύπου IIa (21%), ↓ γαλακτικού οξέος στο αίμα, <-> στο τριχοειδές σε αναλογία ινών
Bernard et al. [54]	FEV1% pred: 39±12/ (n=15)	36 ΠΜ, 30 min/ημέρα, έργο≈80% WRpeak	↑ δύναμης του τετρακέφαλου μηριαίου (8%), ↑ δύναμης μείζονος θωρακικού (3%)
Rabinovich et al. [56]	FEV1% pred: 38±4/(n=17)	40 ΠΜ, 30 min/ημέρα, μικρές περιόδους στο 90% WRpeak	↓ γαλακτικό οξύ στο αίμα
Ortega et al. [23]	FEV1% pred: 67 ±13/(n=14)	36 ΠΜ , 40 min/ημέρα, έργο≈70% WRpeak, βάρη άνω/κάτω άκρα	↑ αύξηση μυϊκής δύναμης άνω και κάτω άκρων (15-20Kg)
Maltais et al. [52]	FEV1% pred: 36±11/ (n=11)	36 ΠΜ, 30 min/ημέρα, έργο≈80 %WRpeak	↓ αρτηριακού γαλακτικού οξέος, ↑ δραστηριότητας κιτρικής συνθάσης, ↑ δραστηριότητας HADH,
Barreiro et al. [59]	FEV1% pred: 41±18/(n=15)	15 ΠΜ, 30-60 min/ημέρα, έργο=μικρές περιόδους στο 90% WRpeak	↓ οξειδωτικού στρες μέσω του μονοξειδίου του αζώτου
Vogiatzis et al. [49]	FEV1% pred: 39±6/(n=9)	30 ΠΜ, 30 min/ημέρα, έργο≈75% WRpeak	↑ τριχοειδή/αναλογία ινών, ↓ δραστηριότητας PFK

Exercise benefits in COPD

- ↑ exercise and functional capacity [Pascual-Guardia 2012](#) [Gardia-Aymerich et al 2007](#)
- ↑ symptoms of **breathlessness** [FYSS 2011](#)
- ↑ functional status and quality of life [Furlanetto et al 2016](#) [McCarthy et al, 2015](#)
- ↓ patient reported **fatigue** [Van Herck et al 2019](#)
- ↑ anthropometric variables [Furlanetto et al 2016](#)
- ↓ anxiety and depression [Gordon et al 2019](#)
- ↑ cardiac function [FYSS 2011](#)

Variable	Post-PR improvers (n = 16)	
	Pre-PR	Post-PR

Peak incremental exercise values		
Workload		
W	36 ± 22	46 ± 17*
% of the predicted value	24.8 ± 14.3	34.2 ± 10.3*
VO ₂ , L/min	0.76 ± 0.18	0.77 ± 0.21
VCO ₂ , L/min	0.81 ± 0.23	0.80 ± 0.25
V _E , L/min	33.7 ± 8.1	33.7 ± 9.7
V _E /MVV ratio, %	87.9 ± 18.6	87.0 ± 21.2
V _T , L	1.08 ± 0.34	1.09 ± 0.37
RR, breaths/min	32 ± 6	30 ± 6
T _I , s	0.79 ± 0.19	0.81 ± 0.18
T _E , s	1.24 ± 0.27	1.27 ± 0.31
T _I /T _{tot} ratio	0.39 ± 0.04	0.39 ± 0.05
SpO ₂ , %	93 ± 2	94 ± 2
Post-6MWT values		
6MWD		
m, median (range)	310 (170-425)	338 (230-490)*
% of the predicted value	29.8 ± 7.2	34.5 ± 7.7*
Borg dyspnea score, median (range)	3 (0-5)	3 (0.5-5)
Borg leg fatigue score, median (range)	2 (0-5)	1 (0-5)
SpO ₂ , %	92 ± 3	90 ± 4*

Weight: 61,0 kg Age: 61 Years Sex: male
 Height: 181,0 cm Race: Caucasian

SPIROMETRY

		Pred		
FVC	[L]	4.50	2.50	56
FEV 1	[L]	3.52	0.98	28
FEV 1 % FVC	[%]		39.15	
MVV	[L/min]	128.26		
IC	[L]	3.47		
VC MAX	[L]	4.68	3.21	69

GOLD 1	Ήπια απόφραξη	FEV ₁ ≥80% pred
GOLD 2	Μέτρια απόφραξη	50% ≤ FEV ₁ <80% pred
GOLD 3	Σοβαρή απόφραξη	30% ≤ FEV ₁ <50% pred
GOLD 4	Πολύ σοβαρή απόφραξη	FEV ₁ <30% pred

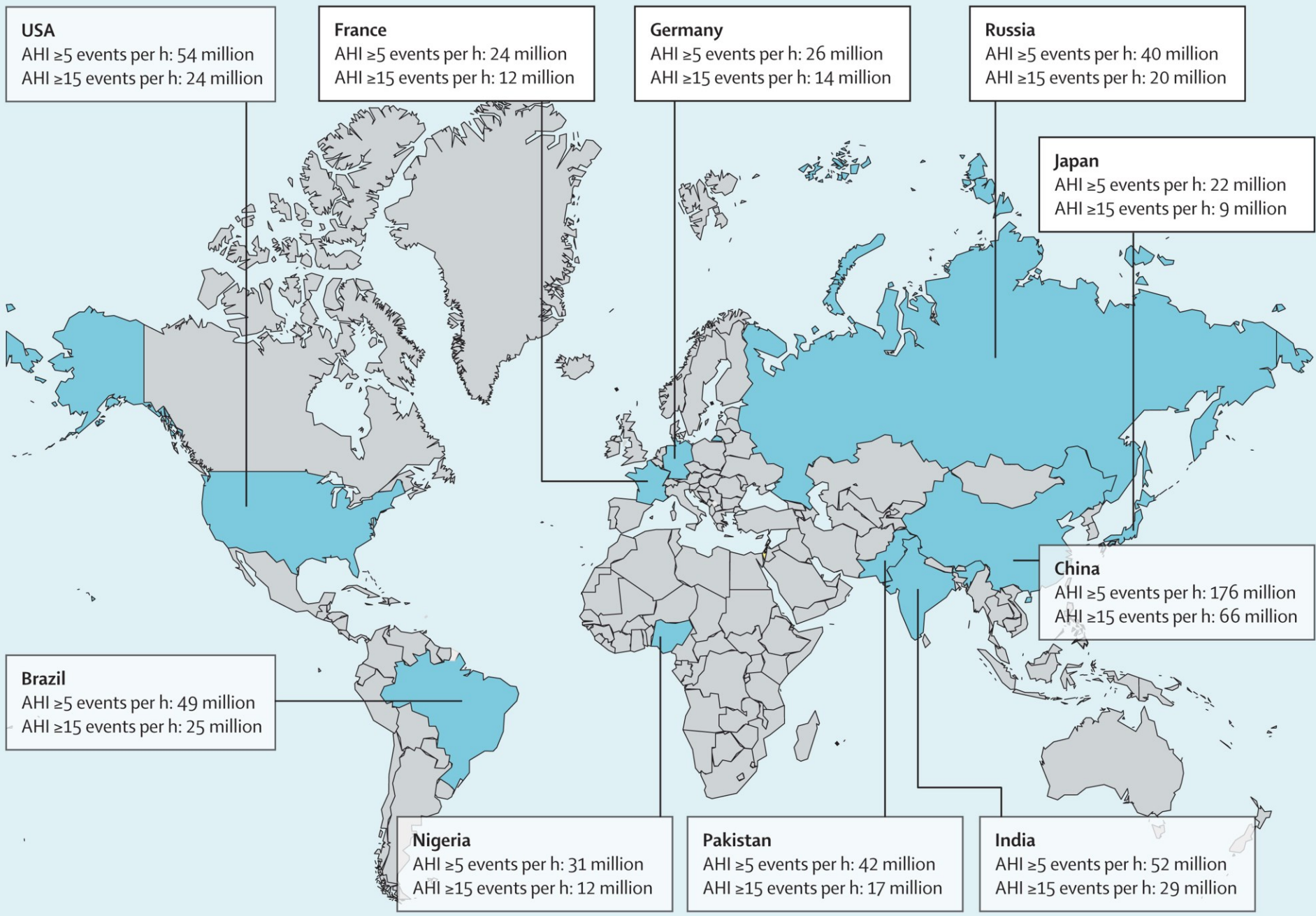
Exercise		Max	Max 1	Max	Max 1
Summary		Watts	%pred	Watts	%pred
Time averaging 20 Seconds		12.3	37	14.5	44
VO ₂ uptake/kg	ml/min/kg	753	37	882	44
VO ₂ uptake	ml/min	733		894	
CO ₂ production	ml/min	39	27	47	32
Load	W				
Summary		Pre PR		Post PR	
Time averaging 20 Seconds					
V'O ₂ /V'O ₂ max	%				
V'O ₂ /V'O ₂ pred	%				
Cardiac		Max	Max 1	Max	Max 1
Summary		Watts	%pred	Watts	%pred
Time averaging 20 Seconds		93	58	133	84
Heart rate	1/min	66		26	
Heart rate reserve	1/min	8.1	75	6.6	62
VO ₂ pulse	ml	0		0	
Blood press.-sys	mmHg	0		0	
Blood press.-dia	mmHg				
Respiratory		Max	Max 1	Max	Max 1
Summary		Watts	%pred	Watts	%pred
Time averaging 20 Seconds		31	30	38	37
Ventilation	L/min	1.395		1.791	
Tidal volume-ex	L	1.238		1.658	
Tidal volume-in	L	22	53	21	51
Breathing freq	1/min	10	35	-	-1
Breathing reserve	%	29.82		3.90	
PETCO ₂	mmHg	117.27		15.79	
PETO ₂	mmHg	38.8		39.6	
Breath. equiv. CO ₂		15.83		14.56	
VO ₂ slope	ml/min/Watt	1.88		2.73	
FECO ₂	%	17.75		17.91	
FEO ₂	%				



Το ΣΑΑΥ είναι μια κοινή πάθηση που επηρεάζει το **9-38%** % του γενικού πληθυσμού

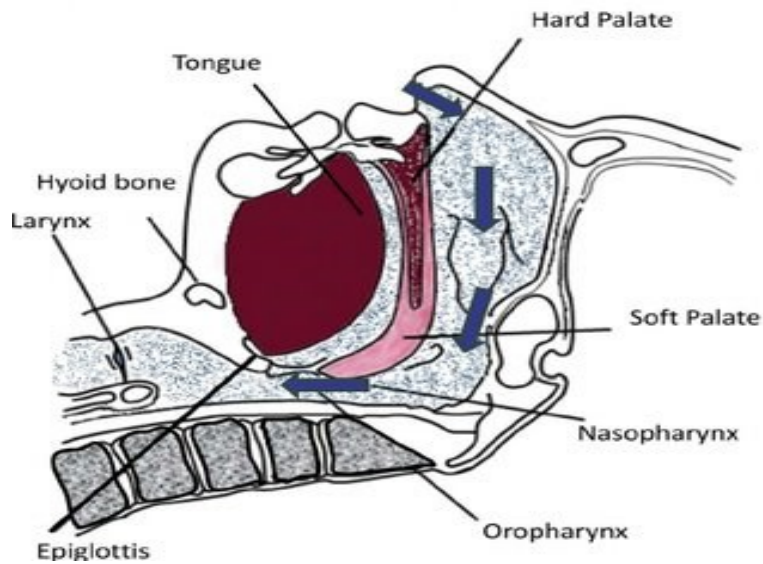
Χαρακτηρίζεται από επαναλαμβανόμενα επεισόδια που οδηγούν σε τέσσερις μείζονες άμεσες παθοφυσιολογικές αλλαγές, συμπεριλαμβανομένης της

- i. υποξίας-επανοξυγόνωσης
- ii. της υπερκαπνίας (μεταβολή των αερίων του αρτηριακού αίματος και της οξεοβασικής ισορροπίας)
- iii. συχνές αφυπνίσεις που καταλήγουν σε κατακερματισμό του φυσιολογικού ύπνου και
- iv. μεγάλη αρνητική πίεση κατά την εισπνοή σε αυξημένη ενδοθωρακική πίεση



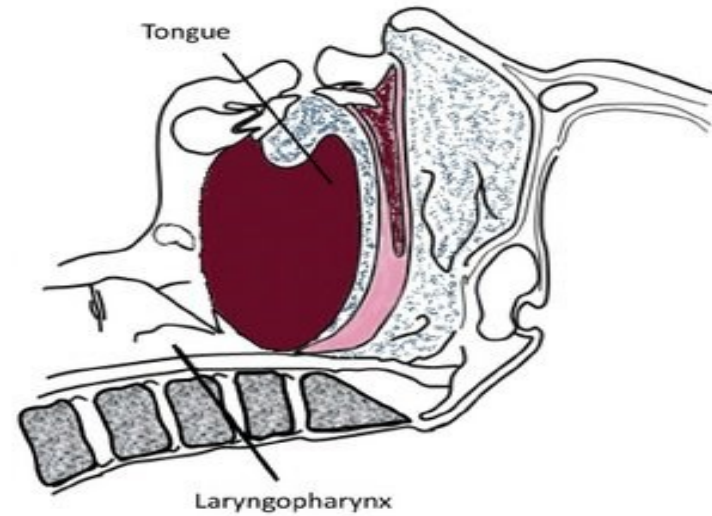
Obstructive Sleep Apnea

Upper airway anatomy



Φυσιολογική ροή αέρα στο φάρυγγα

Sites of obstruction during sleep apnea



Απόφραξη των αεραγωγών κατά τη διάρκεια του ύπνου

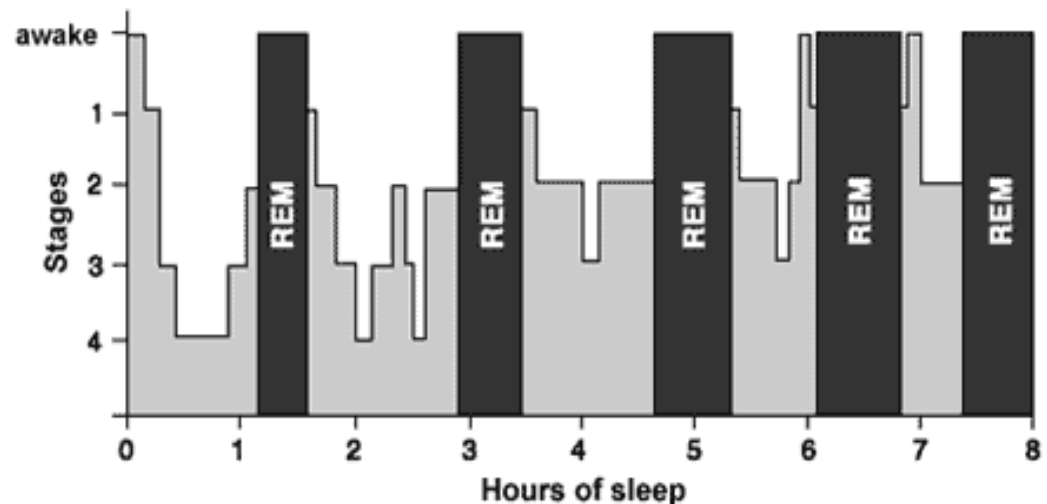
NREM (75-80%, 4 στάδια)

1^ο στάδιο (μεταβατική φάση από την εγρήγορση στον ύπνο, διαρκεί λίγα λεπτά, ΗΕΓ χαμηλού δυναμικού)

2^ο στάδιο (περαιτέρω επιβράδυνση της δραστηριότητας ΗΕΓ, 45-55%)

3^ο και 4^ο στάδιο (ύπνος βραδέων κυμάτων και αποτελεί το 15-20%)

REM κυριαρχεί στο τελευταίο τρίτο της περιόδου του ύπνου (ΗΕΓ μοιάζει με αυτό του 1^{ου} σταδίου)



Σύνδρομο αποφρακτικής άπνοιας ύπνου (ΣΑΑΥ)

Άπνοια

- πλήρης παύση της ροής του αέρα για τουλάχιστον 10s
- $\downarrow \leq 10\%$ της σταθερής ροής αέρα από τη βασική γραμμή

Υπόπνοια

- \downarrow ροής του αέρα $> 50\%$,
- \downarrow ροής του αέρα $< 50\%$ που σχετίζεται με αποκορεσμό $\geq 3\%$
- \downarrow ροής του αέρα που σχετίζεται με ηλεκτροεγκεφαλογραφική διέγερση



Δείκτης απνοιών/υποπνοιών (AHI)

- φυσιολογικό ($< 5/h^{-1}$),
- ήπιου ($5-15/h^{-1}$)
- μέτριου ($15.1-30/h^{-1}$)
- σοβαρού βαθμού ($> 30.1/h^{-1}$)

Σύνδρομο αποφρακτικής άπνοιας ύπνου (ΣΑΑΥ)

Αφυπνίσεις

- αισθητή μείωση του σήματος ροής αέρα ή/και
- περιορισμός της ροής αέρα

...το ΣΑΑΥ

- ↓ αναπνευστική προσπάθεια ή/και απουσία
- κύκλους υποξίας-επανοξυγόνωσης
- δυσλειτουργία του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος
- ❖ σχετίζεται με παθολογικά αίτια (αναπνοή Cheyne-Stokes)
- ❖ περιβαλλοντικά αίτια (μεγάλο υψόμετρο διακοπτόμενη αναπνοή)

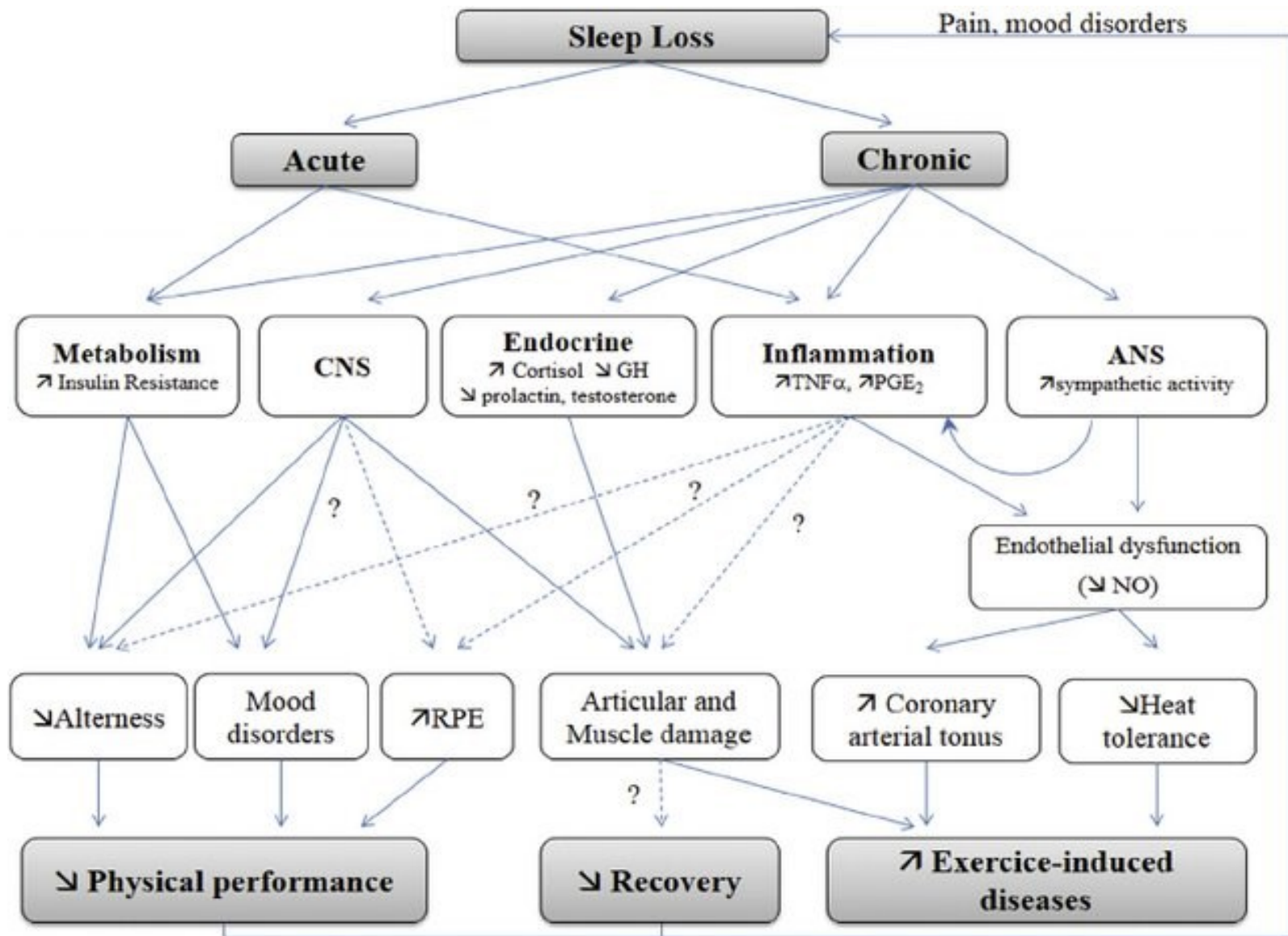
❖ **AHI>20 (events/h⁻¹)**

- παχυσαρκία
- αυξημένη ΑΠ
- μειωμένη φυσική δραστηριότητα

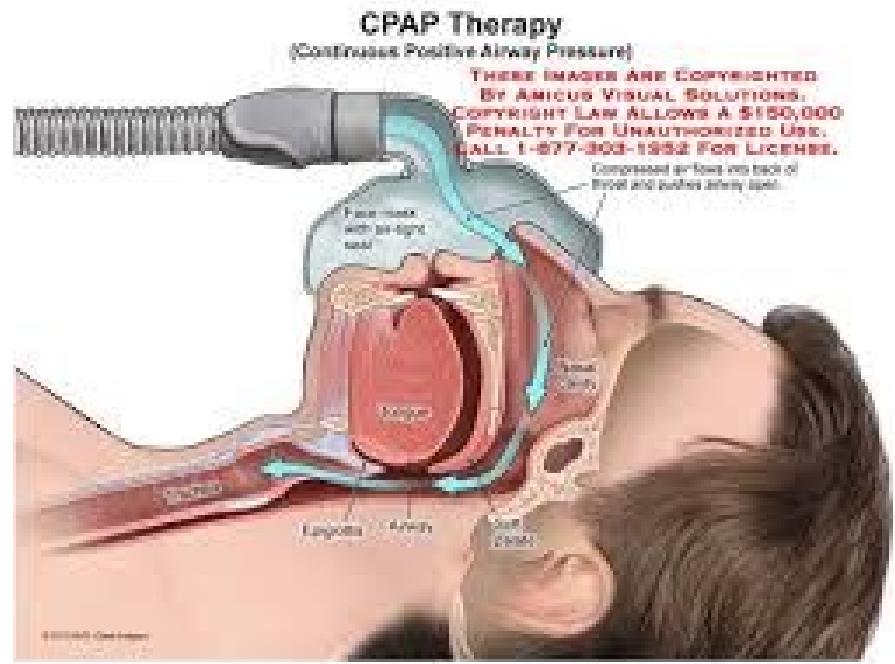
❖ **AHI>35 (events/h⁻¹)**

- μειωμένο μυϊκό μεταβολισμό κατά την καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης
- μακροχρόνια έκθεση του μυϊκού ιστού σε συνθήκες υποξίας

Reference	Protocol	Results after exercise protocol	
		Increase	Decrease
Grote et al., 2004	50 watts per 2 min ⁻¹	BP	HR
Tryfon et al., 2004	10, 15 or 20 watts per 1 min ⁻¹	BP	VO _{2max}
Bonnani et al., 2004	3 min ⁻¹ submaximal test		VO _{2max} , La
Oztruk et al., 2005	20 watts per 2 min ⁻¹		VO _{2max}
Lin et al., 2006	1 min on 100 kpm		VO _{2max} , anaerobic threshold
Kaleth et al., 2007	15 watts per 1 min ⁻¹		VO _{2max} , HR, SBP
Vanhecke et al., 2008	Bruce test	BP	VO _{2max} , HR
Ucok et al., 2009	Wingate test	% body fat	VO _{2max} ,
Cintra et al., 2011	CPET maximal test	BP, LV	HDL
Rizzi et al., 2013	10-15 watts per 1 min ⁻¹	DBP	VO _{2max}
Stavrou et al., 2015	15-20 watts per 1 min ⁻¹		VO _{2max} , V _E /MVV, VO ₂ /HR
Stavrou et al., 2018	15-20 watts per 1 min ⁻¹	P _{ET} CO ₂ , BP	
Stavrou et al., 2019	15-20 watts per 1 min ⁻¹	Leg Fatigue	VO _{2max} , HR
Stavrou et al., 2021	6MWT	Dyspnea, Oxidative stress	6MWT



Continuous positive airway pressure (CPAP) therapy



Αρνητικά της θεραπείας CPAP....κατά τους ασθενείς

↑ Κόστος

↓ Χρήση

↑ Θόρυβος

Πνευμονική αποκατάσταση ??

The effect of exercise training on obstructive sleep apnea and sleep quality: a randomized controlled trial.

Kline CE¹, Crowley EP, Ewing GB, Burch JB, Blair SN, Durstine JL, Davis JM, Youngstedt SD.

n=43

Age 18-55 yrs

AHI ≥15

BMI ≥25

12-εβδ

(↓ ΣΑΑΥ; ? Σωματικό βάρος, Δύναμη αναπνευστικών μυών, Ποιότητα ύπνου, Λειτουργικός έλεγχος του αναπνευστικού)

< Η άσκηση παρουσιάζει μέτρια αποτελεσματικότητα στη μείωση του AHI σε υπέρβαρους-παχύσαρκους ασθενείς και μπορεί να είναι επωφελής για τη διαχείριση του συνδρόμου πέραν της απώλειας βάρους

- 4 times/week for 12 weeks
- 4 weeks of training
- weeks 5-12 (150 min/week of aerobic exercise, 4 sessions/week, 2 days/week = resistance exercise = 2 sets of 10-12 repetitions for 8 different exercises)
- Aerobic training intensity was 60% of HRR (5-min warm-up and 5-min cool-down)
- Resistance exercise, performed twice per week 12 repetitions (included shoulder press, lat pulldown, leg extension/leg flexion (alternated between sessions), chest press, upright row, leg press, bicep curls/triceps extension (alternated between sessions), and abdominal crunches.

Stretching control

- 2 times/week for 12 weeks (2 sets of 12-15 stretches, each held for 15-30 s)

Effects of 12 weeks of regular aerobic exercises on autonomic nervous system in obstructive sleep apnea syndrome patients

Hongyan Yang¹ · Yuanhua Liu² · Huan Zheng³ · Guanghui Liu⁴ · Aihong Mei⁵

	Control group (n = 35)	Exercise group (n = 32)	P value
Age (years)	48.6 ± 7.2	46.3 ± 6.4	0.419
Male/female	24/11	22/10	0.360
BMI (kg/m ²)	27.1 ± 3.5	27.6 ± 4.7	0.227
Neck circumference (cm)	38.2 ± 4.1	39.3 ± 5.6	0.504
Waist circumference (cm)	115.4 ± 16.7	117.3 ± 18.4	0.268
Waist-to-hip ratio	0.93 ± 0.08	0.92 ± 0.07	0.577
Smokers (n %)	18(51.4%)	17(53.1%)	0.475

12-εβδ (3φορές/εβδ) αερόβια άσκηση
(15-min προθέρμανση, 30-min στο AT της VO_{2max} και 15-min αποθεραπεία)

Table 2 CPET and PSG parameters, clinical characteristics at baseline and after 12 weeks in two patient groups

	Control group			Exercise group			Differences in changes between groups <i>P</i> value
	Baseline	12 weeks' follow-up	<i>P</i> value	Baseline	12 weeks' follow-up	<i>P</i> value	
BMI (kg/m ²)	27.1 ± 3.5	26.8 ± 3.7	0.614	27.6 ± 4.7	24.5 ± 4.2	0.023	0.018
Neck circumference (cm)	38.2 ± 4.1	39.1 ± 4.4	0.305	39.3 ± 5.6	37.4 ± 5.9	0.716	0.829
Waist circumference (cm)	115.4 ± 16.7	111.6 ± 18.3	0.081	117.3 ± 18.4	115.2 ± 20.6	0.305	0.214
Waist-to-hip ratio	0.93 ± 0.08	0.92 ± 0.07	0.614	0.92 ± 0.07	0.91 ± 0.07	0.683	0.415
<p>12-εβδ αερόβιας άσκησης, οι ασθενείς με ΣΑΑΥ εμφάνισαν βελτίωση στον ΔΜΣ, ΑΗΙ, το AvergSpO₂ κατά τη διάρκεια του ύπνου καθώς και το HRR κατά τη διάρκεια της άσκησης.</p>							
Cr (umol/L)	76.4 ± 10.7	78.2 ± 11.6	0.328	68.3 ± 12.9	70.2 ± 12.4	0.248	0.516
NE (ng/L)	293.6 ± 24.8	289.5 ± 26.7	0.153	284.7 ± 26.1	280.1 ± 27.6	0.360	0.401
HRR (b/min)	17.7 ± 5.6	18.1 ± 6.2	0.215	18.1 ± 6.4	21.9 ± 8.1	0.008	0.009
SpO ₂ wakefulness (%)	97.0 ± 2.2	96.8 ± 2.3	0.327	97.2 ± 2.4	97.5 ± 1.6	0.169	0.215
Total AHI (events/h)	19.5 ± 6.1	20.1 ± 7.0	0.429	20.2 ± 7.5	16.4 ± 5.2	0.032	0.020
Supine AHI (events/h)	21.7 ± 5.8	21.8 ± 6.1	0.505	22.1 ± 6.3	18.3 ± 4.9	0.024	0.011
ODI (events/h)	12.4 ± 7.9	12.6 ± 5.8	0.527	13.0 ± 8.2	11.4 ± 8.3	0.062	0.134
AverSpO ₂ (%)	87.1 ± 8.2	86.5 ± 7.4	0.297	88.6 ± 7.4	91.2 ± 9.3	0.044	0.032
MinSpO ₂ (%)	81.5 ± 12.4	81.8 ± 13.7	0.109	79.1 ± 13.6	79.9 ± 12.4	0.341	0.258
Arousal index (events/h)	27.6 ± 9.3	28.5 ± 8.7	0.263	28.1 ± 10.5	27.2 ± 11.6	0.183	0.092
Time/percentage SpO ₂ below 90% (%)	7.8 ± 1.4	7.5 ± 1.2	0.384	7.6 ± 1.7	6.1 ± 1.5	0.031	0.027
VO ₂ peak (ml × kg × min ⁻¹)	29.5 ± 6.7	29.4 ± 8.1	0.714	28.4 ± 7.1	32.1 ± 8.5	0.208	0.016
Power _{max} (W)	68.9 ± 8.4	69.1 ± 9.0	0.526	67.3 ± 9.1	70.4 ± 10.2	0.041	0.039
AT (W)	59.1 ± 7.2	58.8 ± 6.9	0.367	58.9 ± 8.3	61.6 ± 9.6	0.015	0.024
VO ₂ AT (ml × kg × min ⁻¹)	26.1 ± 5.1	26.8 ± 7.6	0.192	25.3 ± 5.2	28.1 ± 7.3	0.026	0.017

The effect of exercise on obstructive sleep apnea: a randomized and controlled trial

Yesim Salik Sengul • Sevgi Ozalevli • Ibrahim Oztura •
Oya Itil • Baris Baklan

	Exercise group <i>n</i> =10	Control group <i>n</i> =10	<i>P</i> value
Age (year)	54.40 (6.57)	48.0 (7.49)	0.04 ^a
Height (cm)	170.40(6.17)	176.60(5.40)	0.40 ^a
Weight (kg)	86.40(8.04)	88.47(16.24)	0.70 ^a
Percentage of current smoker	30.0	30.0	0.25 ^b
Percentage of Never	60.0	30.0	
Percentage of former Smoker	10.0	40.0	
Regular exercise	30	10	0.26 ^b
Not regularly exercise	70	90	

12-εβδ (3 φορές/εβδ)

[Αναπνευστικές ασκήσεις (15-30 min) και αερόβια άσκηση στο 60-70% of VO_{2peak}
(κυκλο ή/και δαπεδοεργόμετρο) για 60-90 min⁻¹]

Table 2 Anthropometric changes

	Exercise group			Control group			<i>P**</i>
	Pre	Post	<i>P*</i>	Pre	Post	<i>P*</i>	
BMI (kg/m ²)	29.79 (2.66)	29.20 (3.07)	0.17	28.42 (5.42)	28.28 (5.52)	0.89	0.41
Neck circumference (cm)	41.15 (1.53)	42.15 (2.79)	0.31	41.30 (3.47)	41.60 (3.10)	0.47	0.54
Waist circumference (cm)	104.25 (5.51)	104.45 (6.85)	0.88	103.5 (14.83)	101.25 (11.57)	0.21	0.16
Waist-hip ratio	0.97 (3.33)	0.97 (3.24)	0.79	0.96 (6.30)	0.96 (5.59)	0.96	0.33
Body density	1.03 (9.38)	1.04 (7.7)	0.17	1.04 (7.23)	1.04 (5.65)	0.29	0.50
Body fat percentage (%)	28.41 (4.01)	26.87 (3.27)	0.17	24.84 (3.06)	25.81 (2.40)	0.29	0.53

Table 3 Results of pulmonary function tests and the exercise test

	Exercise group			Control group			<i>P**</i>
	Pre	Post	<i>P*</i>	Pre	Post	<i>P*</i>	
FEV ₁ % predictive	104.3 (10.65)	96.60 (17.57)	0.13	112.50 (22.03)	103.40 (25.00)	0.11	0.62
FVC% predictive	108.50 (12.06)	98.60 (18.90)	0.05	105.80 (16.85)	99.40 (21.92)	0.11	0.94
FEV ₁ /FVC	0.96 (0.02)	0.95 (0.02)	0.13	0.96 (0.02)	0.95 (0.02)	0.11	0.62
P _E (cmH ₂ O)	12.50 (3.54)	15.00 (18.11)	0.02	14.50 (35.90)	14.75 (25.50)	0.31	0.40
P _I (cmH ₂ O)	12.50 (3.54)	15.00 (18.11)	0.02	14.50 (35.90)	14.75 (25.50)	0.31	0.40
Max V _E (L/min)	112.50 (35.54)	155.00 (18.11)	0.02	141.50 (35.90)	147.50 (25.50)	0.31	0.40
MET	112.50 (35.54)	155.00 (18.11)	0.02	141.50 (35.90)	147.50 (25.50)	0.31	0.40
Maximum work load (W)	112.50 (35.54)	155.00 (18.11)	0.02	141.50 (35.90)	147.50 (25.50)	0.31	0.40

Δεν υπήρξε μεταβολή στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, στις αναπνευστικές παραμέτρους, στην ποιότητα ζωής, στην ποιότητα ύπνου και στην ικανότητα για άσκηση

Table 4 Results of the polysomnographic and intra- and inter-group differences for the control group and exercise group following the intervention period

	Exercise group			Control group			<i>P**</i>
	Pre	Post	<i>P*</i>	Pre	Post	<i>P*</i>	
AHI	15.19 (5.43)	11.01 (5.28)	0.02	17.92 (6.45)	17.36 (11.18)	0.58	0.11
Sleep efficiency%	80.58 (6.34)	86.35 (13.97)	0.14	89.05 (5.96)	88.30 (9.53)	0.80	0.91
Saturation%	83.90 (4.53)	83.60 (4.48)	0.94	82.50 (5.44)	84.03 (4.50)	0.51	0.94
Total sleep time (min)	361.30 (55.27)	361.16 (79.99)	0.80	388.15 (57.27)	351.82 (89.64)	0.29	0.76
ESS	8.20 (6.14)	7.00 (6.65)	0.40	3.42 (5.07)	5.30 (4.191)	0.43	0.65

The Effect of *T'ai Chi* and *Qigong* Training on Patients with Obstructive Sleep Apnea: A Randomized Controlled Study

Gulhan Yilmaz Gokmen, PhD, PT,¹ Muhammed Emin Akkoyunlu, PhD, MD,²
Lutfiye Kilic, PhD, MD,³ and Candan Algun, PhD, PT⁴

12-εβδ

Οι ασθενείς χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες

[**παρέμβασης** (n = 25, 3 φορές/εβδ TCQ 60-min και 2 φορές/εβδ πρόγραμμα άσκησης στο σπίτι) vs. **ελέγχου** (n = 25, 5 φορές/εβδ πρόγραμμα άσκησης στο σπίτι)].

TABLE 1. T'AI CHI AND QIGONG TRAINING PROGRAM

<i>TCQ exercises</i> ^a	<i>Approximate duration (min)</i> ^b
Warmup exercises	10 min
Swinging the arms	5 min
Knee rotation clockwise/ counterclockwise	15 reps—per each direction
Hip rotation clockwise/ counterclockwise	15 reps—per each direction
Double full moon	10 reps
Leaning forward, bending backward	10 reps
Head rotation side to side	10 reps
<i>Qigong exercises</i>	15 min
Baduanjin exercise-I: Supporting the sky with both hands	5 reps
Baduanjin exercise-II: Drawing a bow to each side resembles shooting an eagle	5 reps
Baduanjin exercise-IV: Looking back like a cow gazing at the moon	5 reps
Wu Chi position	3 min
Metal position	3 min
Shili metal position	10 reps
Therapeutic <i>t'ai chi</i> exercise	15 min
Silk reeling—left hand	2 min
Silk reeling—right hand	2 min
Silk reeling—with two hands	2 min
Silk reeling—front	3 min
Wave hands like clouds	3 min
Wave hands like clouds— three steps	3 min
Cool down exercises	10 min
Wu Chi position	3 min
Metal position	2 min
Closing series	5 min

^aExercises performed using Tan Tien breathing.

^bTraining program lasts for 60 min, including rests.

TCQ, *t'ai chi* and *qigong*.

TABLE 2. CONTROL GROUP HOME EXERCISE PROGRAM

Breathing exercises

Diaphragmatic breathing	10 reps
Chest breathing	10 reps

Posture exercises

Cervical lateral flexion	10 reps
Cervical extension	10 reps
Cervical flexion	10 reps
Shoulder circumference	10 reps
Shoulder elevation	10 reps

	<i>Intervention group (n = 25)</i>			<i>Control group (n = 25)</i>			<i>Difference between groups, p</i>
	<i>Pretraining</i>	<i>Post-training</i>	<i>p</i>	<i>Pretraining</i>	<i>Post-training</i>	<i>p</i>	
PSG							
TST, min	345.84 ± 49.66	335.60 ± 40.10	0.290	358.72 ± 47.10	361.04 ± 38.41	0.816	0.363
Supine time, %TST	48.97 ± 23.61	47.03 ± 24.55	0.315	36.33 ± 17.77	32.26 ± 14.79	0.161	0.525
SE, %	85.55 ± 9.36	86.83 ± 8.17	0.464	89.05 ± 8.12	89.26 ± 6.91	0.905	0.669
SL, min	12.75 [6.86–18.5]	10.50 [3.0–21.25]	0.776	11.50 [6.25–22.75]	10.50 [4.5–20.50]	0.205	0.935
RemL, min	128.17 ± 60.28	108.42 ± 41.51	0.224	106.04 ± 53.91	85.52 ± 33.25	0.097	0.968
Sleep stages							
Stage R, %	16.08 ± 5.84	16.47 ± 4.73	0.758	17.74 ± 6.62	17.68 ± 6.49	0.971	0.835
Stage R, min	55.61 ± 24.80	55.27 ± 20.67	0.100	63.63 ± 24.39	63.83 ± 27.82	0.942	0.182
Stage N1, %	3.90 ± 3.64	3.07 ± 2.15	0.122	3.33 ± 4.03	2.24 ± 2.11	0.233	0.439
Stage N1, min	13.48 ± 14.69	10.30 ± 6.62	0.287	11.92 ± 18.91	8.08 ± 5.38	0.484	0.937
Stage N2, %	65.90 ± 10.57	63.06 ± 11.58	0.271	63.74 ± 11.95	66.97 ± 11.04	0.288	0.041*
Stage N2, min	227.90 ± 44.33	211.62 ± 52.12	0.122	228.65 ± 49.56	241.79 ± 56.74	0.258	0.037*
Stage N3, %	14.14 ± 9.41	17.30 ± 11.60	0.253	15.34 ± 8.68	12.96 ± 7.81	0.198	0.048*
Stage N3, min	48.78 ± 35.43	58.05 ± 31.47	0.125	55.02 ± 27.80	46.79 ± 29.12	0.289	0.043*
Respiratory events							
Lowest SaO ₂ , %	84.04 ± 4.33	85.68 ± 2.97	0.040*	84.12 ± 4.41	84.20 ± 3.56	0.924	0.173
Mean SaO ₂ Dest, %	4.0 [3.0–4.0]	4.0 [3.0–4.0]	0.271	4.0 [3.0–4.0]	4.0 [3.0–4.5]	0.878	0.531
AHI, /h	19.32 ± 7.09	13.78 ± 7.48	<0.001*	18.66 ± 6.14	20.33 ± 10.68	0.318	0.001*
Arousal Index, /h	7.77 ± 3.69	6.42 ± 4.36	0.159	7.04 ± 3.22	5.66 ± 3.65	0.088	0.977

	<i>Intervention group (n=25)</i>			<i>Control group (n=25)</i>			<i>Difference between groups, p</i>
	<i>Pretraining</i>	<i>Post-training</i>	<i>p</i>	<i>Pretraining</i>	<i>Post-training</i>	<i>p</i>	
PFT							
FVC, %	95.86 ± 14.93	97.04 ± 17.30	0.713	92.58 ± 11.60	91.52 ± 2.22	0.566	0.547
FEV1, %	99.38 ± 16.16	99.88 ± 17.60	0.862	94.35 ± 9.66	96.29 ± 9.61	0.106	0.539
FEV1/FVC, %	106.69 ± 13.02	103.54 ± 8.80	0.248	107.59 ± 11.41	103.05 ± 21.56	0.340	0.785
PEF, %	98.22 ± 17.73	94.76 ± 19.51	0.330	98.46 ± 21.45	99.17 ± 20.35	0.817	0.373
PSQI							
Total	8.40 ± 2.94	5.76 ± 1.88	<0.001*	6.84 ± 2.67	6.56 ± 2.71	0.598	0.003*
SQ	2.72 ± 1.67	1.76 ± 1.09	0.017*	2.20 ± 1.38	2.12 ± 1.01	0.769	0.063
SE	2.68 ± 1.57	2.00 ± 1.58	0.080	2.04 ± 1.64	2.40 ± 1.85	0.287	0.042*
DD	3.00 ± 1.32	2.08 ± 0.91	<0.001*	2.60 ± 1.15	2.28 ± 1.10	0.212	0.084
ESS							
ESS	9.56 ± 5.68	5.76 ± 3.45	<0.001*	8.20 ± 5.25	8.37 ± 4.74	0.805	0.001*
SF-36							
PCS	50.57 ± 15.23	53.40 ± 16.12	0.321	57.67 ± 15.69	54.85 ± 14.39	0.356	0.175
MCS	43.37 ± 13.92	47.10 ± 13.77	0.175	47.44 ± 16.61	47.62 ± 11.93	0.961	0.428

Η εκπαίδευση με TCQ μπορεί να μειώσει τον **AHI** και την **ημερήσια υπνηλία**, ενώ βελτιώνει την **ποιότητα ύπνου**, σε ασθενείς ΣΑΑΥ ήπιου και μέτριου βαθμού

The effect of physical strain on breeders patients with obstructive sleep apnea syndrome.

Stavrou V¹, Bardaka F², Karetsi E², Seitanidis G³, Daniil Z², Gourgoulisanis KI⁴.

n=32

(ΣΑΑΥ n=20 vs. ελέγχου n=12)

Κριτήρια εισόδου:

30-60 ετών, BMI <35

Κριτήρια αποκλεισμού:

συννοσυρότητα,

καπνιστική συνήθεια,

εβδομαδιαία άσκηση ≥130 min

	OSAS group	Control group	P value
Age, yrs	45.9 ± 10.2	42.2 ± 7.3	NS
BMI, k/m ²	30.6 ± 3.4	29.5 ± 2.2	NS
AHI, events/h ⁻¹	47.3 ± 23.2	2.8 ± 1.1	<0.001
Apnea, events/h ⁻¹	24.9 ± 25.8	0.4 ± 0.3	<0.001
Hypopnea, events/h ⁻¹	22.5 ± 12.7	5.7 ± 2.3	<0.001
DI	44.8 ± 26.9	6.8 ± 5.9	<0.001
MinSaO ₂	79.0 ± 10.6	93.7 ± 3.1	<0.001
Sleep duration, min ⁻¹	324.5 ± 54.4	310.3 ± 54.3	NS
Epworth Sleep Scale	9.2 ± 4.7	9.3 ± 3.3	NS
FEV ₁ , % of predicted	104.2 ± 25.5	111.4 ± 11.9	NS
FVC, % of predicted	106.9 ± 27.0	111.7 ± 17.0	NS
PEF, % of predicted	113.0 ± 12.4	103.9 ± 17.1	NS
Physical strain			
working experience, yrs	25.4 ± 8.2	22.0 ± 5.9	NS
walking/day with the herd, h ⁻¹	3.4 ± 0.7	3.2 ± 0.7	NS
working, hours/day, h ⁻¹	13.7 ± 1.5	13.8 ± 0.8	NS
working, days/week, frequency	7.0 ± /	7.0 ± /	NS
milkingduration/day,h ⁻¹	2.1 ± 0.7	1.9 ± 0.5	NS

Table 2

Ergospirometry results between groups.

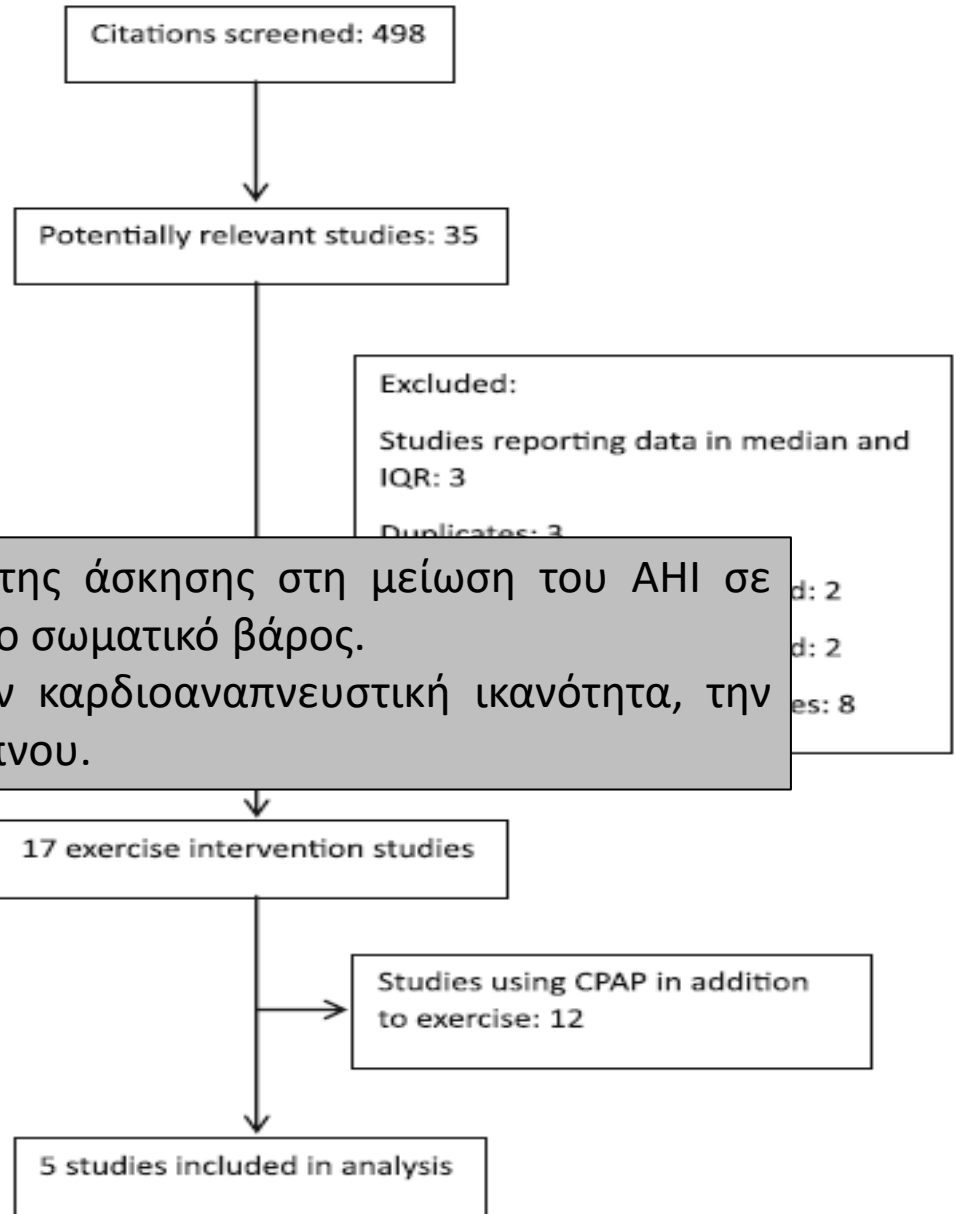
	OSAS group	Control group	P value
Watts	175 ± 48	185 ± 46	NS
Intensity of leg fatigue, Borg Scale	5.9 ± 1.2	6.1 ± 1.4	NS
Intensity of dyspnea, Borg Scale	2.3 ± 1.1	2.6 ± 0.8	NS
$\dot{V}_{O_2 peak}$, % of predicted	201.8 ± 12.1	198.7 ± 10.9	NS
$\dot{V}O_{2 peak}$, ml/min ⁻¹	2415.1 ± 543.9	2627.2 ± 563.1	NS
$\dot{V}CO_{2 peak}$, ml/min ⁻¹	2627.3 ± 631.0	2845.7 ± 667.4	NS
RER	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0	NS
$\dot{V}_{E peak}$, L/min ⁻¹	79.9 ± 20.1	94.8 ± 27.2	NS
$P_{ET}CO_2 peak$, mmHg	38.7 ± 3.0	35.4 ± 5.5	0.031
$P_{ET}O_2 peak$, mmHg	112.1 ± 4.0	115.4 ± 5.2	NS
SpO _{2 peak} , %	97.3 ± 1.1	97.7 ± 0.9	NS
\dot{V}_E/MVV	64.1 ± 19.1	65.3 ± 14.9	NS
HR, % of predicted HR _{max}	92.8 ± 8.9	98.2 ± 7.2	NS
MAP, mmHg	122.7 ± 10.6	113.7 ± 11.8	0.035

Η καθημερινή φυσική δραστηριότητα πιθανόν να έχει προστατευτικό ρόλο στην εξέλιξη της νόσου σε ασθενείς με ΣΑΑΥ.

Effects of Exercise Training on Sleep Apnea: A Meta-analysis

Imran H. Iftikhar · Christopher E. Kline ·
Shawn D. Youngstedt

Lung (2014) 192:175–184
DOI 10.1007/s00408-013-9511-3

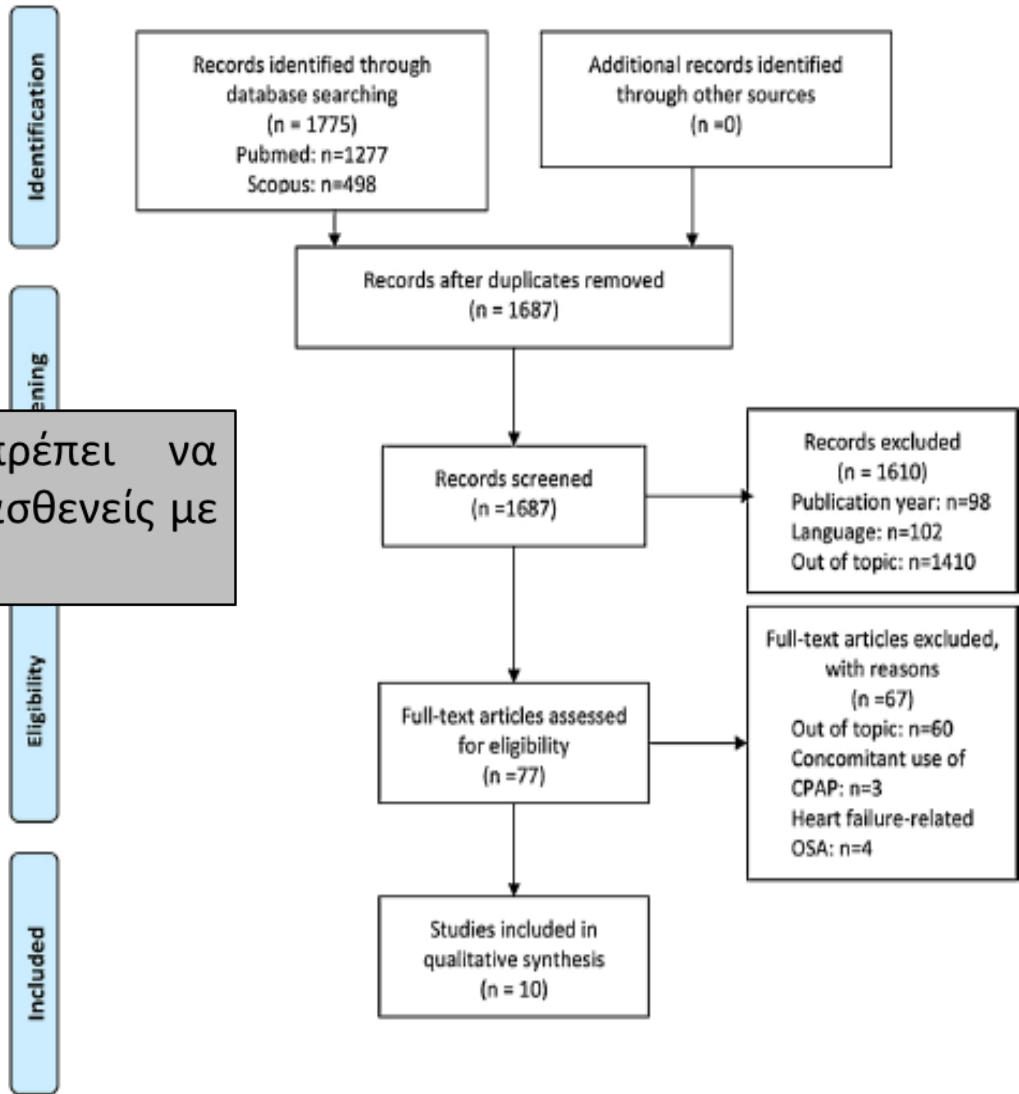


Η μετα-ανάλυση παρουσίασε επίδραση της άσκησης στη μείωση του AHI σε ασθενείς με ΣΑΑΥ με ελάχιστες αλλαγές στο σωματικό βάρος. Σημαντικές επιδράσεις της άσκησης στην καρδιοαναπνευστική ικανότητα, την ημερήσια υπνηλία και την ποιότητα του ύπνου.

Efficacy of exercise as a treatment for Obstructive Sleep Apnea Syndrome: A systematic review

Benjamin Bollens^{a,*}, Grégory Reychler^{a,b}

Η σωματική δραστηριότητα πρέπει να συνιστάται ως θεραπεία για τους ασθενείς με ΣΑΑΥ



Four Weeks Exercise in Obstructive Sleep Apnea Syndrome Patient with Type 2 Diabetes Mellitus and without Continuous Positive Airway Pressure Treatment: A Case Report

Vasileios Stavrou, PhD, Eleni Karetsi, MD, PhD, Zoe Daniil, MD, PhD, I. Konstantinos Gourgoulis, MD, PhD

Laboratory of Cardio-Pulmonary Testing, Department of Respiratory Medicine, Faculty of Medicine, University of Thessaly, Larissa, Greece

Sleep Med Res 2019;10(1):54-57

Table 1. Data collection procedures

Baseline	re-check 24 weeks after baseline	4 weeks exercise	28 weeks after baseline
PSG			PSG
PFT	PFT		PFT
RMS	RMS	3 sessions / week	RMS
CPET	CPET		CPET
Blood sample	Blood Sample		Blood sample

PFT: pulmonary function test, PMS: respiratory muscle strength, PSG: polysomnography study, CPET: cardiopulmonary exercise testing.

	Baseline	After 24 weeks	After 4 weeks exercise
Age (yrs)	41	41	41
BMI (kg/m ²)	34.6	32.7	32.7
BSA (m ²)	3.0	2.8	2.8
AHI (events/h ⁻¹)	83.7	-	72.6
Apnea (events/h ⁻¹)	55.9	-	24.9
Hypopnea (events/h ⁻¹)	27.7	-	47.7
ESS (score)	4	-	4
Sleep duration (min ⁻¹)	131	-	236.5
DI (%)	84	-	47
Average SpO ₂ (%)	95	-	96
Lowest SpO ₂ (%)	81	-	81
% of total sleep time at each sleep stage			
Stage 1 (%)	8.6	-	7.6
Stage 2 (%)	36.5	-	49.3
Stage 3-4 (%)	3.9	-	5.7
REM (%)	-	-	6.9
Htc (%)	44.8	45.8	44.3
HbA1-c (%)	8.2	9.4	6.5
HDL-C (mg/dL)	42	43	50
LDL-C (mg/dL)	147	146	64
γ-GT (U/l)	99	69	34

	Baseline	After 24 weeks	After 4 weeks exercise
FEV ₁ (L)	4.41	4.49	4.41
FVC (L)	5.15	5.11	5.12
PEF (L)	7.87	8.92	8.95
PI _{max} (cmH ₂ O)	126	125	130
PE _{max} (cmH ₂ O)	113	114	124
VO _{2 peak} [mL/min ⁻¹ /kg ⁻¹ (% pred)]	18.0 (68)	20.3 (72)	24.2 (86)
VCO ₂			
Ana			
Wor			
Tim			
V _{Epe}			
Tida			
f _{β max} (1/min ⁻¹)	33	34	36
P _{ET} CO _{2 peak} (mm Hg)	39.01	40.3	37.28
P _{ET} O _{2 peak} (mm Hg)	110.5	113.3	113.5
V _E /MVV	31.44	30.29	53.98
V _E /VCO ₂	28.8	28.2	30.1
VO _{2 slope} (mL/min ⁻¹ /watt)	11.4	14.4	10.7
HR _{peak} (bpm ⁻¹)	161	163	163
O _{2 pulse} _{peak} (mL·min ⁻¹ /bpm ⁻¹)	13.7	13.8	16.5
BP _{peak} (mm Hg)	200/100	200/100	190/90

Οι ασθενείς με ΣΑΑΥ θα πρέπει να ενθαρρύνονται να συμμετέχουν σε προγράμματα άσκησης ώστε να

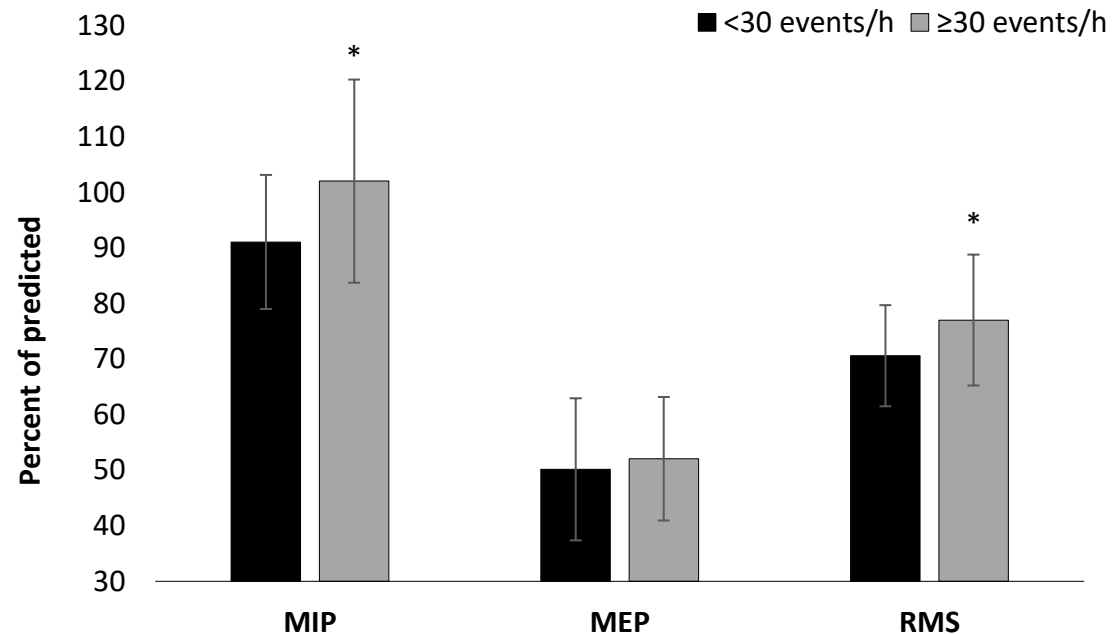
- ↓ καρδιαγγειακός κίνδυνος
- ↑ αυξηθεί η καρδιοπνευμονική ικανότητα
- ↑ ποιότητα ζωής

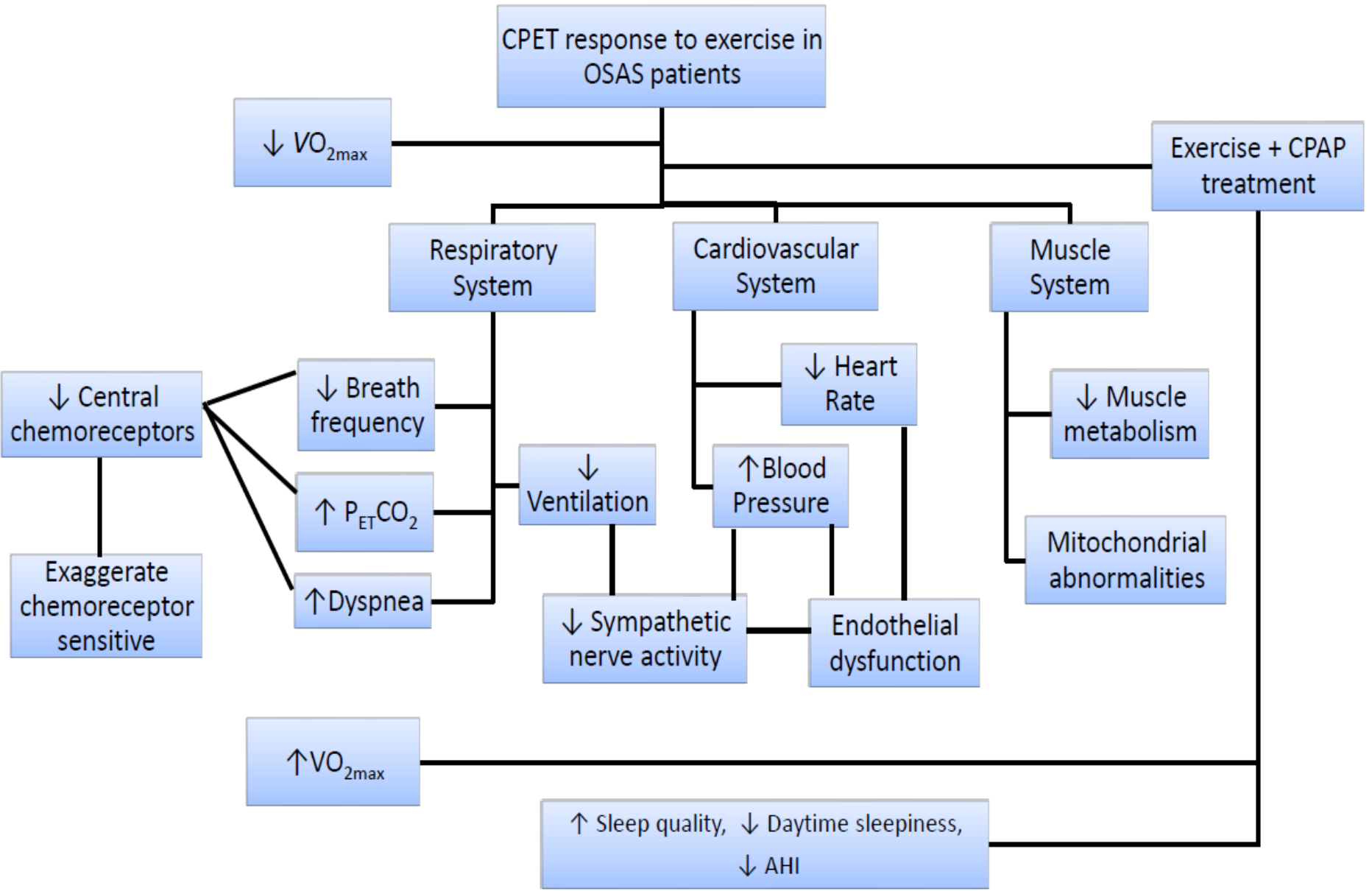
Reference	Protocol	Results after exercise interven Increase
Norman et al., 2000	6 months (3 sessions/week) aerobic PA >3 METs + resistance exercise training + dietary consultation	VO _{2max} , Profile of mood states scores
Hambrecht et al., 2003	4 weeks, 3 times daily for 10 min on row ergometer and 3 times daily for 10 minutes on bicycle ergometer (warm-up 5 min, warm-down: 5 min). Workload exercise, so that did not experience chest pain and any signs of ischemia in the ECG.	Vessel diameter, Mean peak blood flow velocity, Endothelium-dependent vasodilatation in LIMA
Barnes et al., 2009	16 weeks aerobic exercise, resistance training, diet program, (follow-up at 12 months)	VO _{2max} , Strength, Quality of life
Kline et al., 2011	12 weeks (4 sessions/week), 150 min/week aerobic exercise on 60% of HRR and resistance exercises (4 sessions/week), 2 sets, 10-12 rep)	Daily unsupervised activity, Sleep quality (PSQI)
Yang et al., 2018	12 weeks (3 sessions/week), 30 min aerobic exercise on AT	SpO ₂
Servantes et al., 2018	3/week for 3 months, 30-70 years, NYHA class II to III, AHI ≥5/h with symptoms or AHI ≥15/h, randomized four groups (A: control, B: exercise, C: CPAP, D: exercise + CPAP) B + C group: warm-up: 10-min, aerobic training: ±10 bpm form HR _{AT} of CPET (treadmill and cycloergometer; 1 month 30 min, 2 months 45-min) and strength training, (3 exercises for upper limbs and 4 exercises for lower limbs, 1-min rest period, free weights) 50% to 60% of 1RM	VO _{2max}
Yilmaz et al., 2019	12 weeks (5 sessions/week), 60-min Tai-Chi & Qigong (3 sessions/week in rehabilitation center and 2 sessions/week self-selected)	SpO ₂ , Sleep quality (PSQI)
Stavrou et al., 2019	4 weeks (3 sessions/week), 4 set for 5 min with 1 min rest on 70% of VO _{2max}	VO _{2max}
Berger et al., 2019	9 months 3 hours/week supervised community physical activity program (Nordic walking, gymnastics, and aquagym), 40-80 years, 15-30 AHI/h, warm-up 10-min, 40-min combined resistance and aerobic exercises at the anaerobic threshold, and cooldown 10-min stretches.	VO _{2max}

Respiratory muscle strength as an indicator of the severity of apnea hypopnea index: stepping towards the distinction between sleep apnea and breath holding

Highlights

- The maximal inspiratory pressure affected by the severity of apnea-hypopnea index
- The intermittent breath holding during hypoxia-re-oxygenation, in patients with OSAS increases the intrathoracical pressure with successive alteration, similar to the ones produced during exercise.
- The increased end-tidal carbon dioxide pressure influenced by severity of sleep apnea.





Ενδεικτικό ασκησιολόγιο για βελτίωση των φυσικών ικανοτήτων

Διάρκεια αποκατάστασης:	12 εβδομάδες
Συχνότητα συνεδριών:	3 φορές / εβδομάδα
Διάρκεια συνεδριών:	45 – 60 λεπτά
Προθέρμανση και αποθεραπεία:	15% της συνεδρίας και στο 40% της VO_{2max} ή στο 50% της HR_{max}
Αερόβια/αναερόβια άσκηση:	60% της συνεδρίας, διαλειμματική άσκηση στο 70-80% της VO_{2max} ή στο 80% της HR_{max}
Μυϊκής ενδυνάμωσης:	15% της συνεδρίας, πολυαρθρικές ασκήσεις, 3 σετ από 6-12 επαναλήψεις στο 60-70% της 1 μέγιστης επανάληψης
Κινητικότητα, ευκαμψία:	10% της συνεδρίας



↓ Fatigue
↓ Daily sleepiness



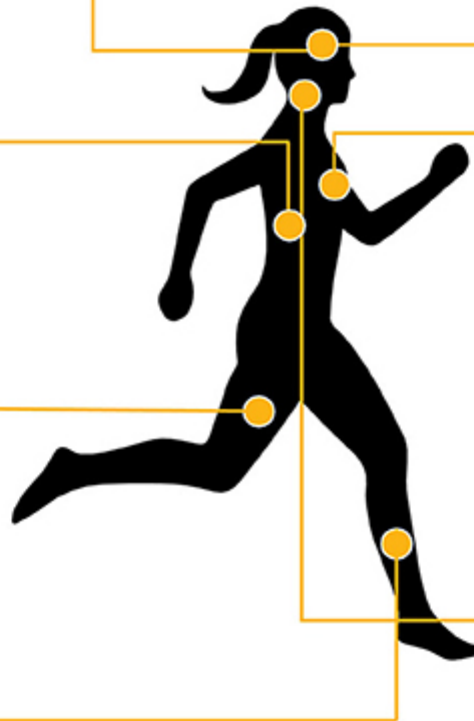
↑ VO_{2max}
↓ End-tidal CO_2
↑ Central chemoreceptors strain



↓ Body fat
↑ Muscle mass
↑ Muscle metabolism



↓ Oxidative metabolism
↓ Oxidative stress
↑ Antioxidant capacity



↑ Cardiovascular adjustments
↑ Capillary network function
↓ Endothelia dysfunction



↑ Cognitive functional



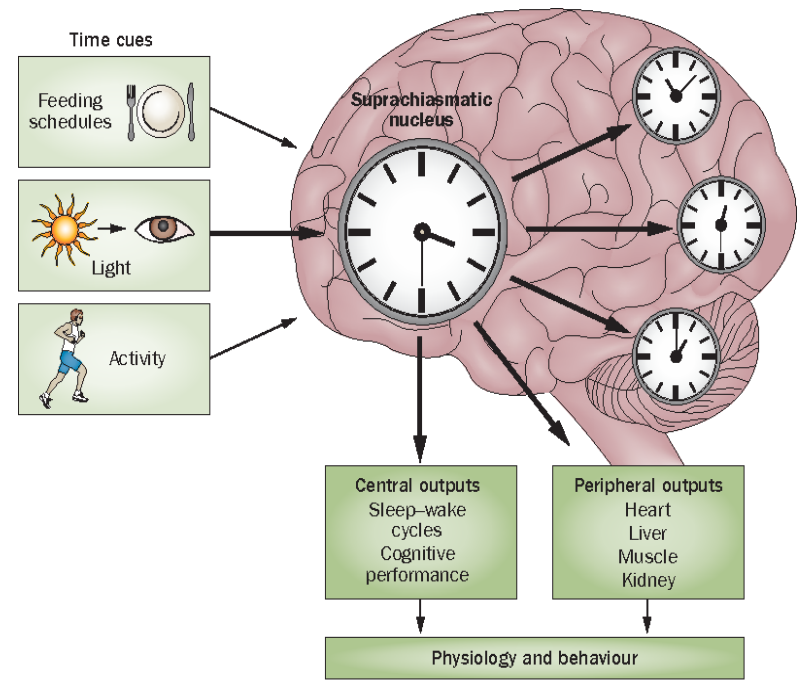
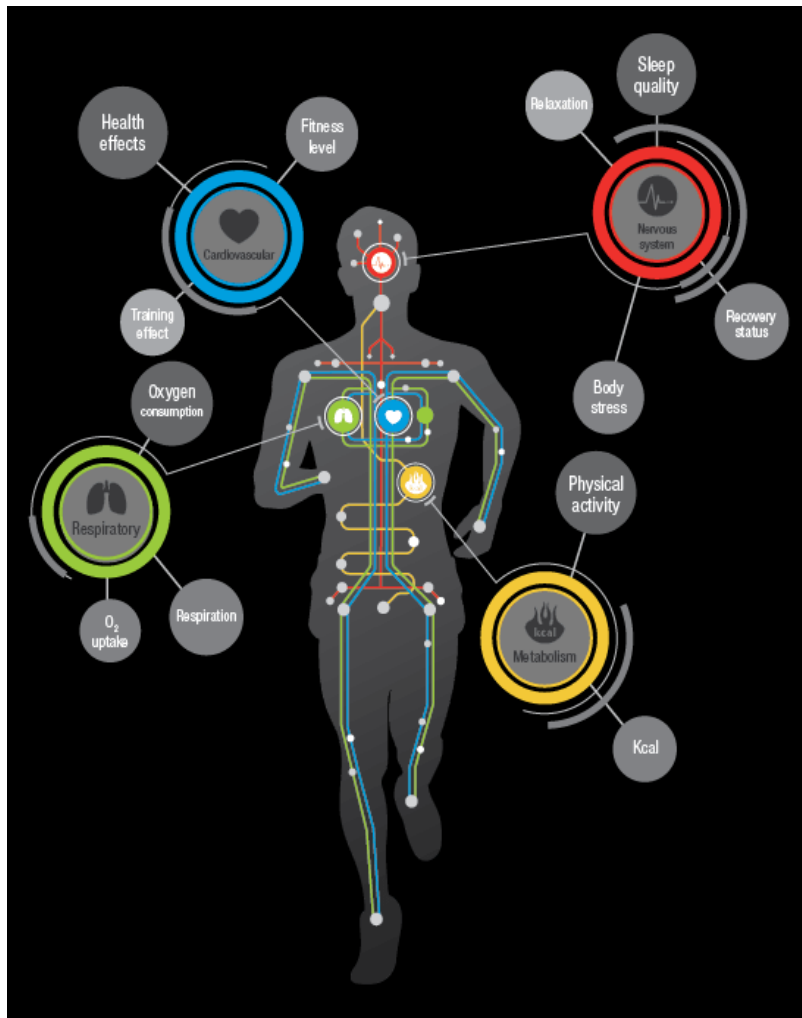
↓ Breathing obstruction
↓ Hypoxia
↑ Sleep duration



Memory Foam Pillow as an Intervention in Obstructive Sleep Apnea Syndrome: A Preliminary Randomized Study

	Total (n = 32)	Group A (n = 20)			Group B (n = 12)			P value between groups
		LP	OP	P value	LP	MFP	P value	
AHI, events/h	34.9 ± 22.6	39.0 ± 27.7	42.2 ± 32.5	0.279	28.0 ± 5.9	26.6 ± 9.0	0.301	0.173
Non-REM, %	34.8 ± 24.3	40.2 ± 29.1	41.5 ± 33.8	0.514	26.0 ± 8.4	27.0 ± 10.6	0.340	0.498
REM, %	40.8 ± 22.5	38.3 ± 24.6	44.3 ± 26.8	0.247	44.9 ± 18.9	35.1 ± 15.4	0.032	0.946
Body position distribution desaturation at								
Left, %	31.1 ± 34.2	28.0 ± 11.4	16.7 ± 8.6	0.001	68.9 ± 27.4	46.2 ± 29.3	0.013	<0.001
Right, %	51.9 ± 43.8	47.2 ± 54.3	14.3 ± 5.1	0.001	59.8 ± 14.3	59.5 ± 21.3	0.875	0.934
Up, %	51.3 ± 68.4	67.1 ± 83.2	83.4 ± 88.1	0.274	25.0 ± 5.5	6.5 ± 3.1	0.005	0.145
Averages values in HR during awakening, bpm	77.1 ± 10.2	75.2 ± 12.0	78.5 ± 22.9	0.247	80.4 ± 4.0	84.6 ± 5.2	0.003	0.799
Averages values in HR non-REM stage, bpm	66.6 ± 9.3	68.0 ± 8.3	69.4 ± 7.7	0.305	64.3 ± 10.8	72.2 ± 4.7	0.003	0.051
Averages values in HR REM stage, bpm	72.1 ± 10.2	69.8 ± 11.7	72.1 ± 16.3	0.191	75.8 ± 6.0	80.3 ± 9.1	0.003	0.459
Desaturation index during sleep	34.8 ± 25.0	40.3 ± 29.9	43.7 ± 35.3	0.296	25.6 ± 8.9	23.3 ± 8.6	0.017	0.140
Desaturation duration, min	14.4 ± 9.9	16.0 ± 12.5	16.3 ± 12.9	0.747	11.8 ± 3.5	10.9 ± 3.8	0.054	0.253
Averages values in SaO ₂ per respiratory event, %	90.0 ± 3.8	89.6 ± 4.7	88.7 ± 4.9	0.038	90.8 ± 1.2	90.7 ± 1.1	0.011	0.143
Minimum SaO ₂ per respiratory event, %	83.0 ± 7.2	83.2 ± 8.7	81.6 ± 8.8	0.192	82.7 ± 3.7	84.8 ± 2.9	0.006	0.159
Awakening index, n/h	37.5 ± 24.6	41.5 ± 30.1	53.9 ± 29.8	<0.001	31.0 ± 7.9	30.0 ± 10.0	0.301	0.031
Snoring duration, min	36.8 ± 21.2	33.6 ± 26.2	30.2 ± 17.2	0.911	42.2 ± 5.0	37.5 ± 3.7	0.002	0.356
Snoring events	100.3 ± 48.8	96.8 ± 60.6	94.5 ± 55.6	0.852	106.0 ± 17.8	55.8 ± 23.7	0.002	0.058

Data are expressed as mean ± standard deviation or percentages changes. AHI, apnea-hypopnea index; HR, heart rate; Left: Desaturation during sleep in left body position; LP, laboratory pillow; MFP, memory foam pillow; OP, own-pillow; REM, rapid eye movement during sleep; Right: Desaturation during sleep in right body position; Up: Desaturation during sleep in supine body position.



- ✓ Η φυσική δραστηριότητα είναι μια αποτελεσματική μέθοδος παρέμβασης για όσους δεν έχουν επαρκή ποσότητα ή ποιότητα ύπνου
- ✓ Η αλληλεπίδραση ύπνου-άσκησης είναι σημαντική

Sleep Quality

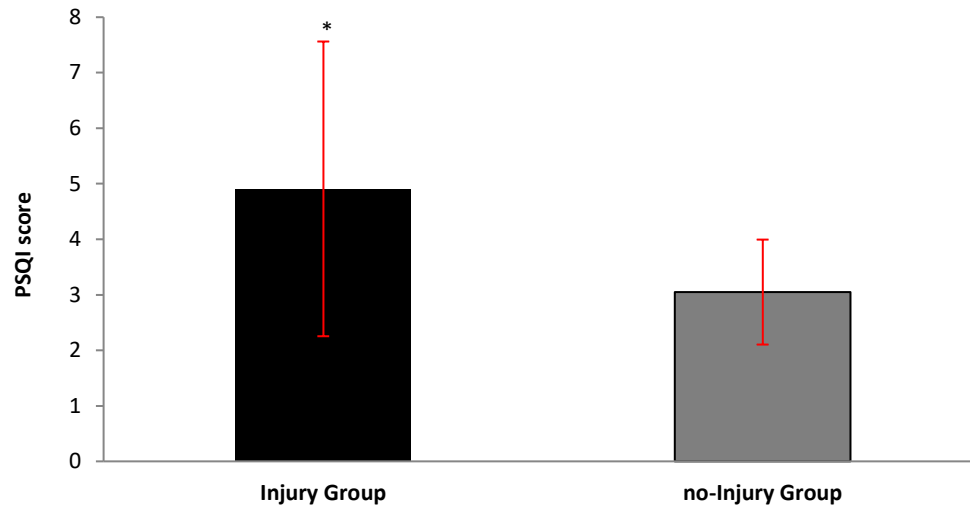


Table 2. Oxygen uptake and heart rate results between groups at rest. Continuous variables are presented as mean \pm standard deviation.

		Injury _{group} (n = 22)	No-Injury _{group} (n = 20)	% Differences	<i>p</i> Value
O ₂ uptake	mL/min/kg	7.5 \pm 1.4	5.5 \pm 1.2	26.3	<0.001
O ₂ uptake predicted	mL/min/kg	8.1 \pm 0.2	8.0 \pm 0.2	0.2	0.772
O ₂ uptake	% of predicted	92.5 \pm 17.2	68.3 \pm 14.6	26.2	<0.001
Heart rate	bpm	100.6 \pm 12.8	93.1 \pm 4.6	10.6	0.001
Heart rate	% of predicted	50.7 \pm 6.4	47.6 \pm 2.8	9.3	0.003

Table III

Effect of sleep loss on the cardiorespiratory variables measured at rest

	Runners		Volleyball players	
	Control (n=10)	Sleepless(n=10)	Control (n=10)	Sleepless (n=10)
HR (beats/min)	69.6±2.79	69.7±2.37	82.4±2.14	83.1±1.85
VO ₂ (mL/kg/min)	3.13±0.2	3.7±0.3*	3.07±0.23	3.84±0.29
VCO ₂ (L/min)	0.2±0.01	0.23±0.02*	0.21±0.02	0.26±0.02*
R	0.88±0.02	0.88±0.02	0.94±0.04	0.94±0.04
VE (L/min)	10.2±0.47	11±1.13	10.3±0.65	10.95±0.07
SaO ₂	94.3±0.65	95.1±0.59	94.7±1.2	93.5±0.81

* p<0.05 significantly different from the respective control.

Table IV

Effect of sleep loss on time to exhaustion and exercise cardiorespiratory parameters

	Runners		Volleyball players	
	Control (n=10)	Sleepless (n=10)	Control (n=10)	Sleepless (n=10)
Time to exhaustion (s)	778±27	740±26.75	701±10.62	667±16.44**
HR (beats/min)	175.7±3.81	171.9±4.31	184.1±2.24	180.7±2.87
VO ₂ (mL/min/kg)	42.7±3.38	42.13±2.48	41.51±1.43	40.79±0.97
VCO ₂ (mL/min/kg)	3.82±0.19	3.26±0.24	3.86±0.12	3.73±0.08
R	1.29±0.05	1.21±0.03	1.28±0.02	1.25±0.02
SaO ₂ %	91.7±1.16	91.6±1.03	92.2±0.77	91.4±1.33
VE (L/min)	159.54±5.69	142.03±4.78*	125.63±4.77	115.49±2.39*

*p<0.05 and **p<0.01 significantly different from the respective control.

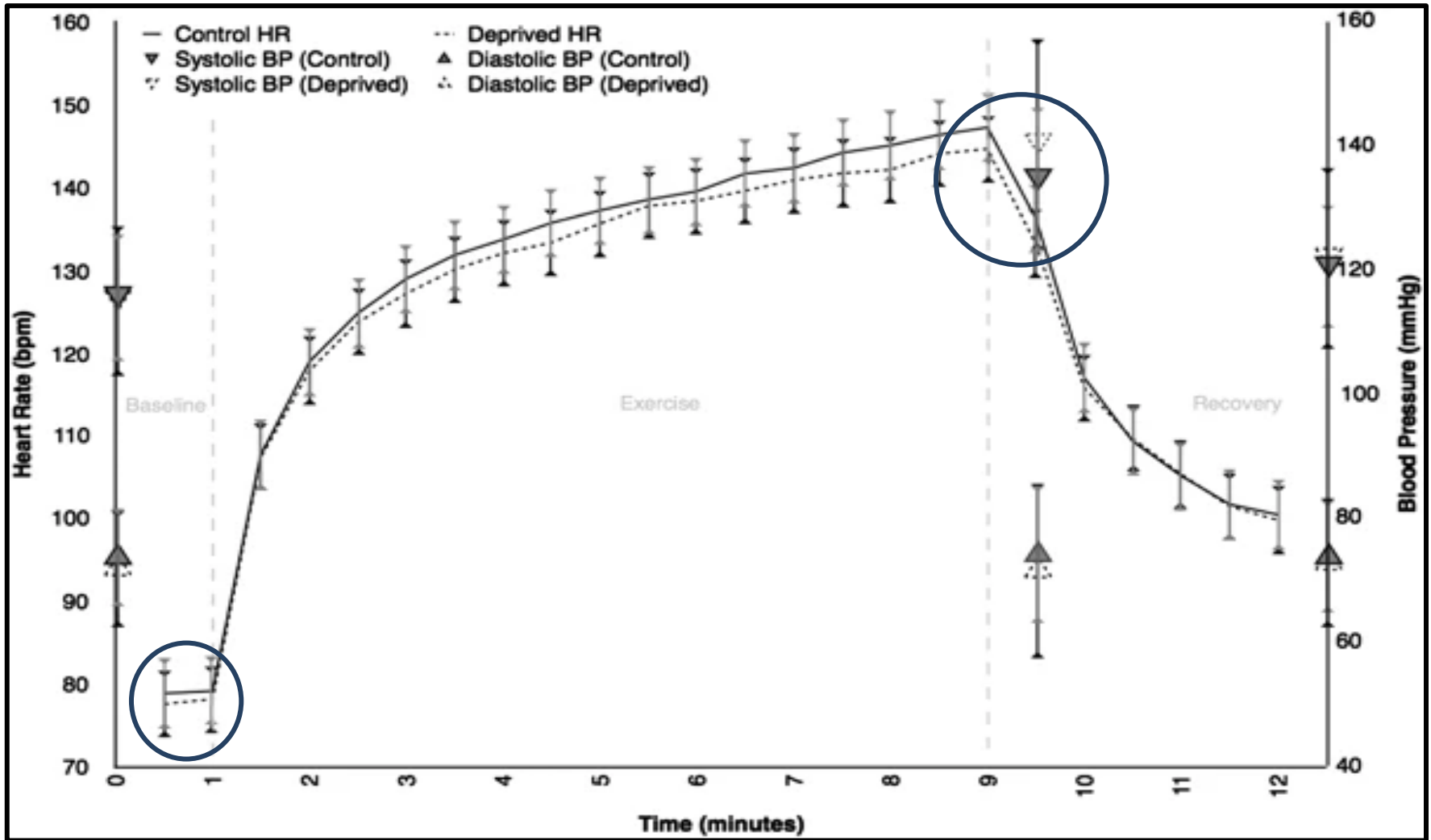


Table 1 Cardio-respiratory, thermoregulatory and perceptual responses to a 30 min steady state pre-load exercise at 60% $\dot{V}O_{2\max}$ after normal sleep (CON) and after 30 h of sleep deprivation (SDEP)

	Time (min)	5	10	15	20	25	30
Heart rate (beats min ⁻¹) [†]	CON	124 (13)	130 (16)	135 (15)	139 (18)	139 (17)	143 (15)
	SDEP	122 (12)	129 (13)	135 (14)	136 (16)	139 (19)	143 (15)
$\dot{V}E$ (L min ⁻¹) [†]	CON	60.6 (7.8)	63.6 (6.2)	64.7 (5.0)	66.1 (7.1)	66.1 (7.9)	66.3 (6.9)
	SDEP	58.7 (7.7)	61.5 (5.4)	64.7 (8.3)	64.1 (8.4)	64.4 (8.5)	65.4 (7.7)
$\dot{V}O_2$ (L min ⁻¹)	CON	2.5 (0.2)	2.5 (0.1)	2.4 (0.2)	2.5 (0.1)	2.5 (0.1)	2.5 (0.2)
	SDEP	2.4 (0.2)	2.4 (0.2)	2.5 (0.23)	2.5 (0.3)	2.5 (0.2)	2.6 (0.3) [§]
$\dot{V}CO_2$ (L min ⁻¹) [†]	CON	2.2 (0.2)	2.3 (0.2)	2.3 (0.2)	2.3 (0.2)	2.3 (0.2)	2.3 (0.2)
	SDEP	2.2 (0.2)	2.3 (0.2)	2.4 (0.3)	2.3 (0.3)	2.3 (0.3)	2.4 (0.3)
RER [†]	CON	0.90 (0.04)	0.93 (0.03)	0.94 (0.04)	0.93 (0.04)	0.92 (0.04)	0.93 (0.03)
	SDEP	0.90 (0.06)	0.94 (0.06)	0.94 (0.05)	0.93 (0.05)	0.92 (0.03)	0.93 (0.03)
T_{re} (°C) ^{†‡}	CON	37.4 (0.3)	37.5 (0.2)	37.7 (0.2)	37.9 (0.2)	38.1 (0.2)	38.2 (0.3)
	SDEP	37.2 (0.3)	37.4 (0.3)	37.6 (0.0)	37.7 (0.3)	37.9 (0.3)	38.0 (0.3)
T_{sk} (°C) [†]	CON	29.0 (1.0)	29.5 (0.9)	30.1 (0.8)	30.5 (1.0)	30.7 (1.2)	30.9 (1.3)
	SDEP	29.7 (0.4)	30.1 (0.5)	30.6 (0.7)	31.0 (0.8)	31.3 (0.9)	31.5 (0.9)
RPE [†]	CON	8.3 (1.6)	9.5 (1.7)	10.2 (1.8)	10.9 (1.7)	11.3 (1.7)	11.3 (1.8)
	SDEP	8.5 (1.8)	9.1 (1.5)	10.2 (1.5)	10.8 (1.4)	11.5 (1.8)	11.5 (1.6)

Values are mean \pm (SD), $n = 11$ for heart rate, rating of perceived exertion (RPE), core temperature (T_{re}), $n = 10$ for mean skin temperature (T_{sk}), minute ventilation ($\dot{V}E$), O_2 production ($\dot{V}O_2$), CO_2 production ($\dot{V}CO_2$), and respiratory exchange ratio (RER) Main effect of time [†] $P < 0.05$. Main effect of condition [‡] $P < 0.05$. Significant interaction versus 5 min on SDEP only [§] $P < 0.05$





ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»



Ergospirometry Lab

Αναπνευστικές προσαρμογές της άσκησης σε ασθενείς με αναπνευστικά νοσήματα

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας !!!

Σταύρου Θ. Βασίλειος, PhD,
Εργοφυσιολόγος - Κλινικός Εργοφυσιολόγος
Εργαστήριο Εργοσπιρομετρίας και Πνευμονικής Αποκατάστασης, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας