



# «Προπόνηση αναπνευστικών μυών και απόδοση στα χειμερινά αθλήματα – Πρακτικές εφαρμογές»

**Δήμος Πρανσίδης**

Msc, PhD, Μεταδιδακτορικός ερευνητής  
Ομοσπονδιακός προπονητής Ορ. Σκι ΕΟΟΑ



## ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΙ ΜΥΕΣ



# Σκοπός της Ρύθμισης της Αναπνοής

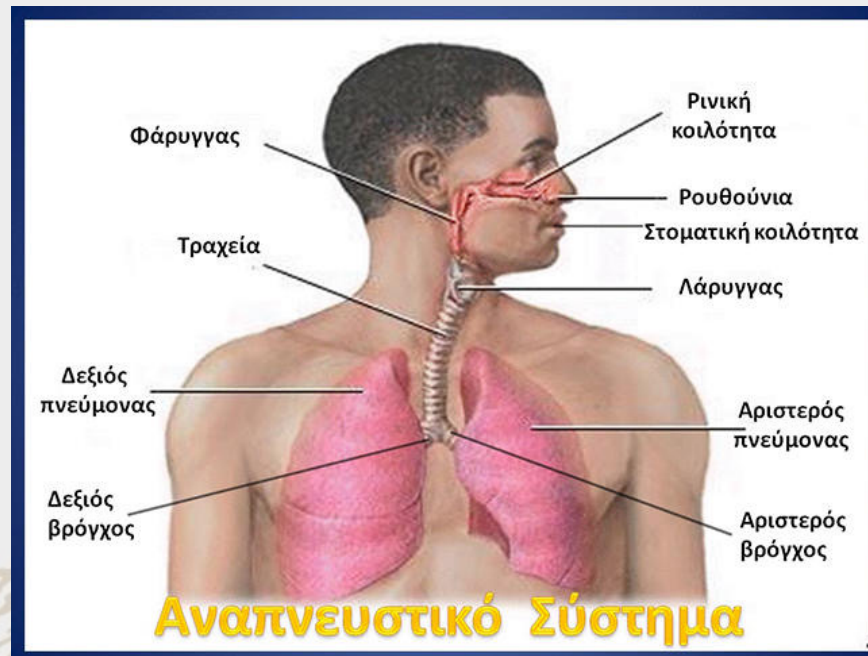
- Διατήρηση  $PO_2$  /  $PCO_2$  / pH αρτηριακού αίματος χωρίς μεταβολή

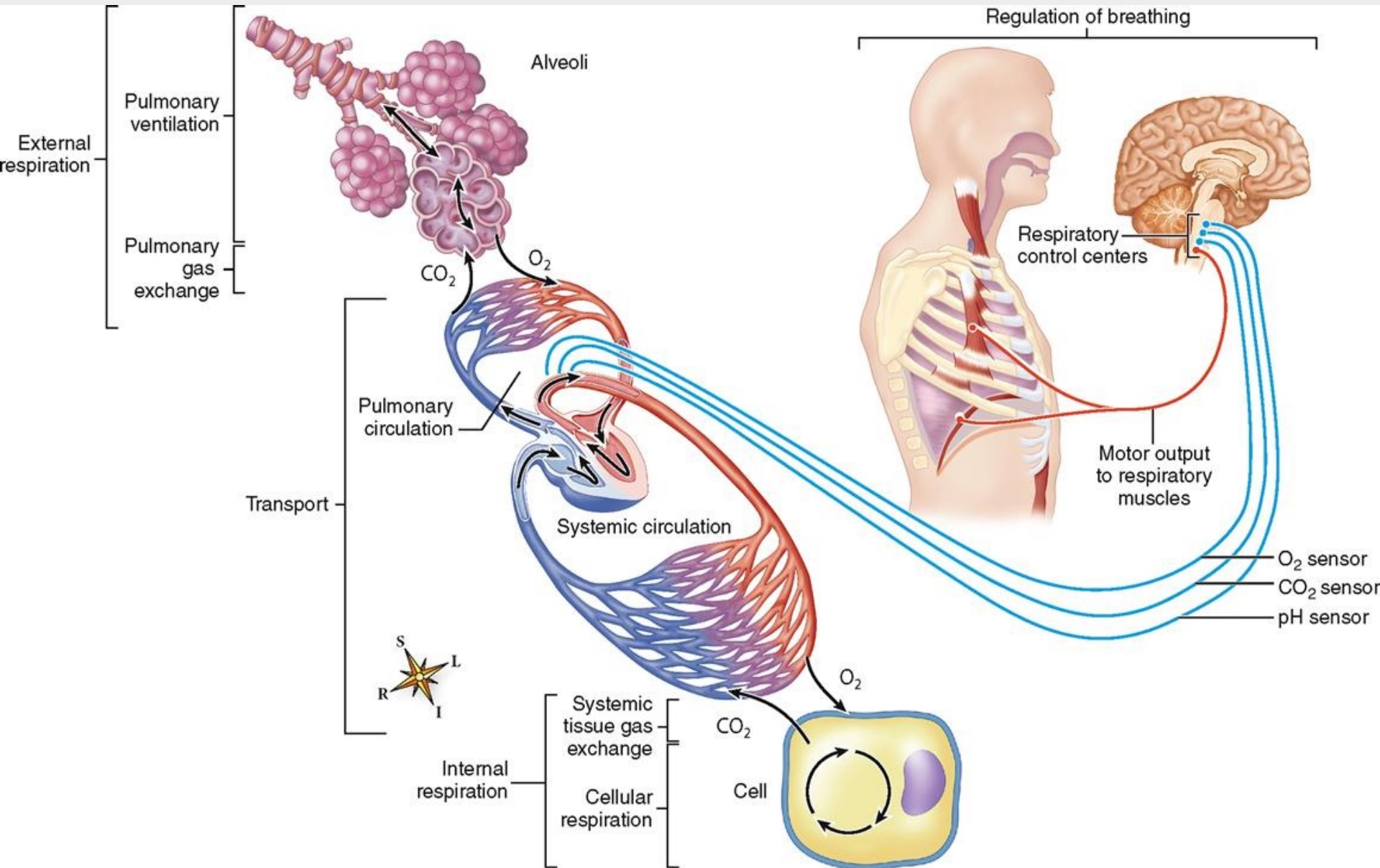
Arterial Blood Gases & pH	Normal range
Arterial pH	7.35 – 7.45
Arterial $PO_2$	81 – 100 mm Hg
Arterial $PCO_2$	35 – 45 mm Hg



# Λειτουργική ανατομία

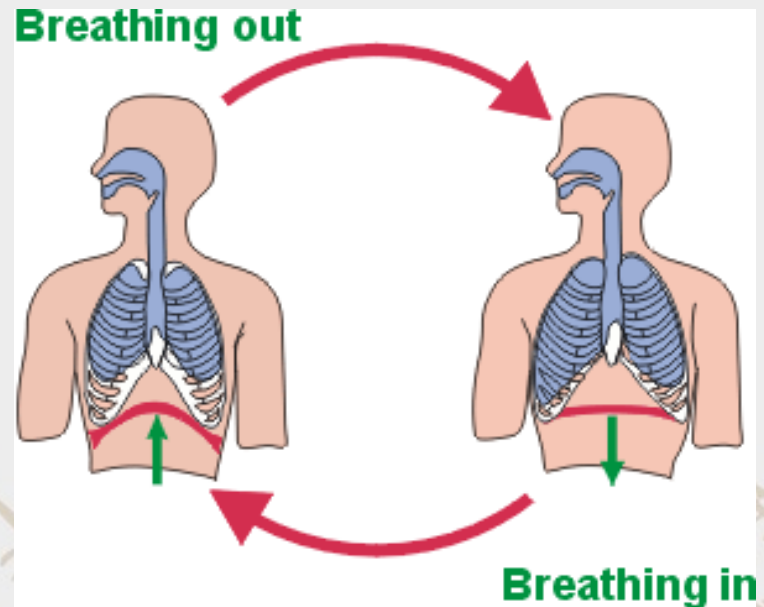
- Η αναπνευστική οδός ξεκινά από την ρινική και στοματική κοιλότητα, συνεχίζεται με ένα τμήμα του φάρυγγα, και κατόπιν με το λάρυγγα και την τραχεία.
- Οι πνεύμονες καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση, σχεδόν όλο το χώρο της θωρακικής κοιλότητας. Μεταξύ τους βρίσκεται η καρδιά.

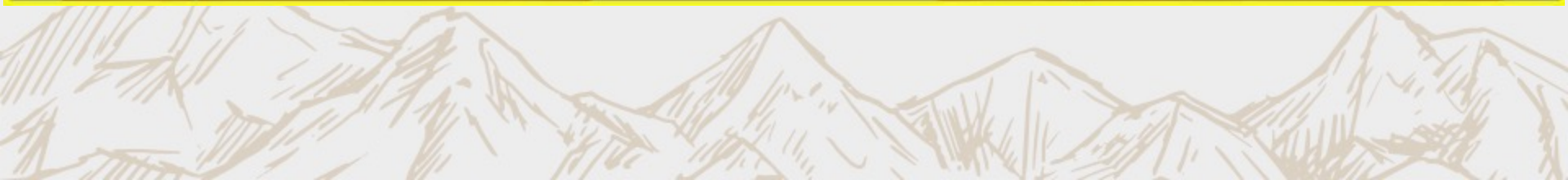
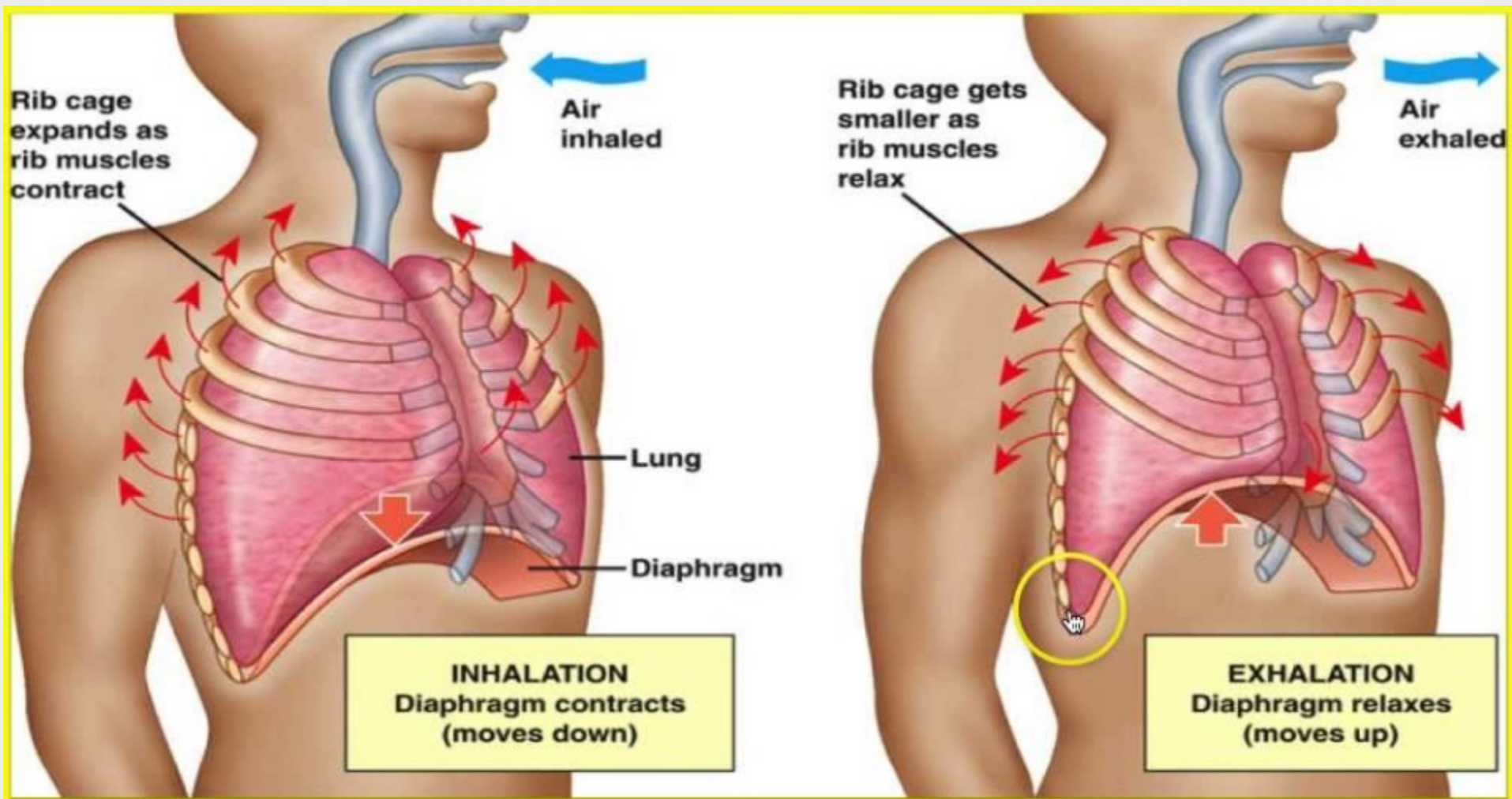




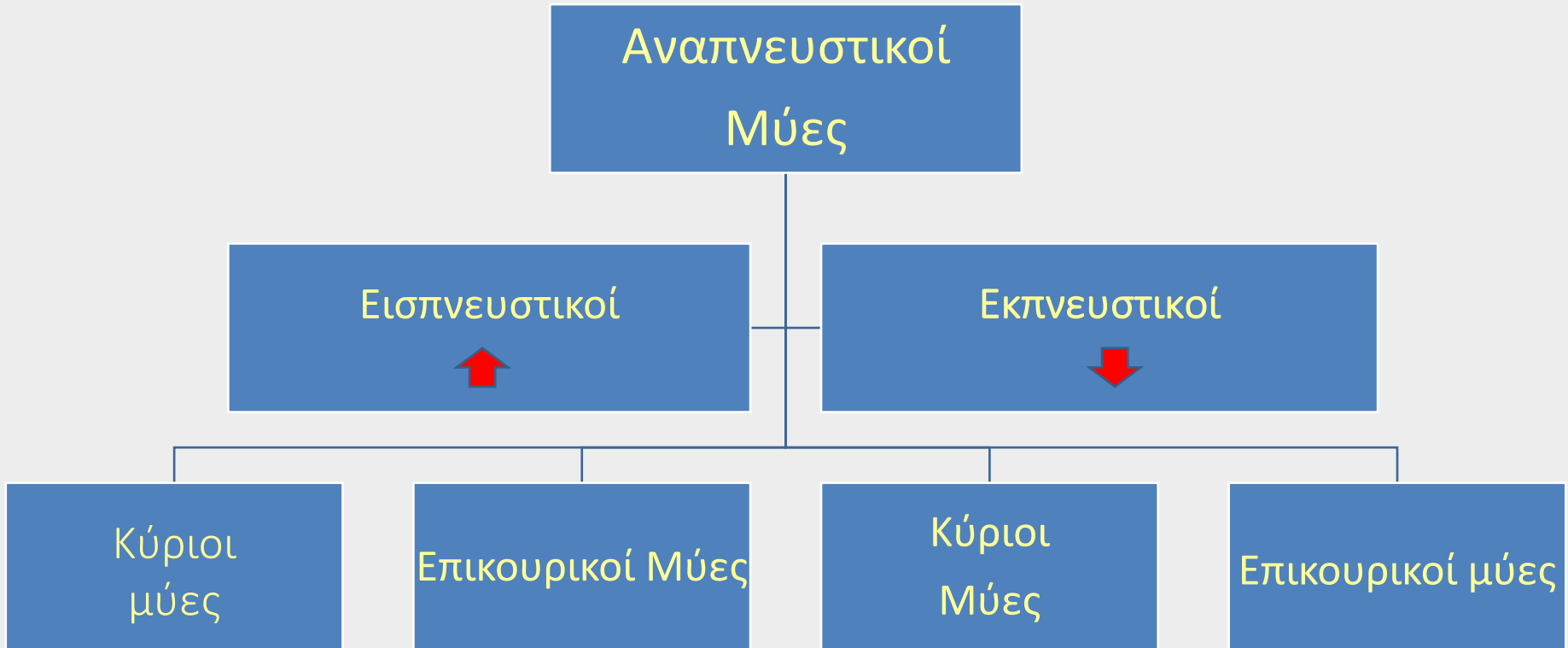
# Φάσεις της αναπνοής

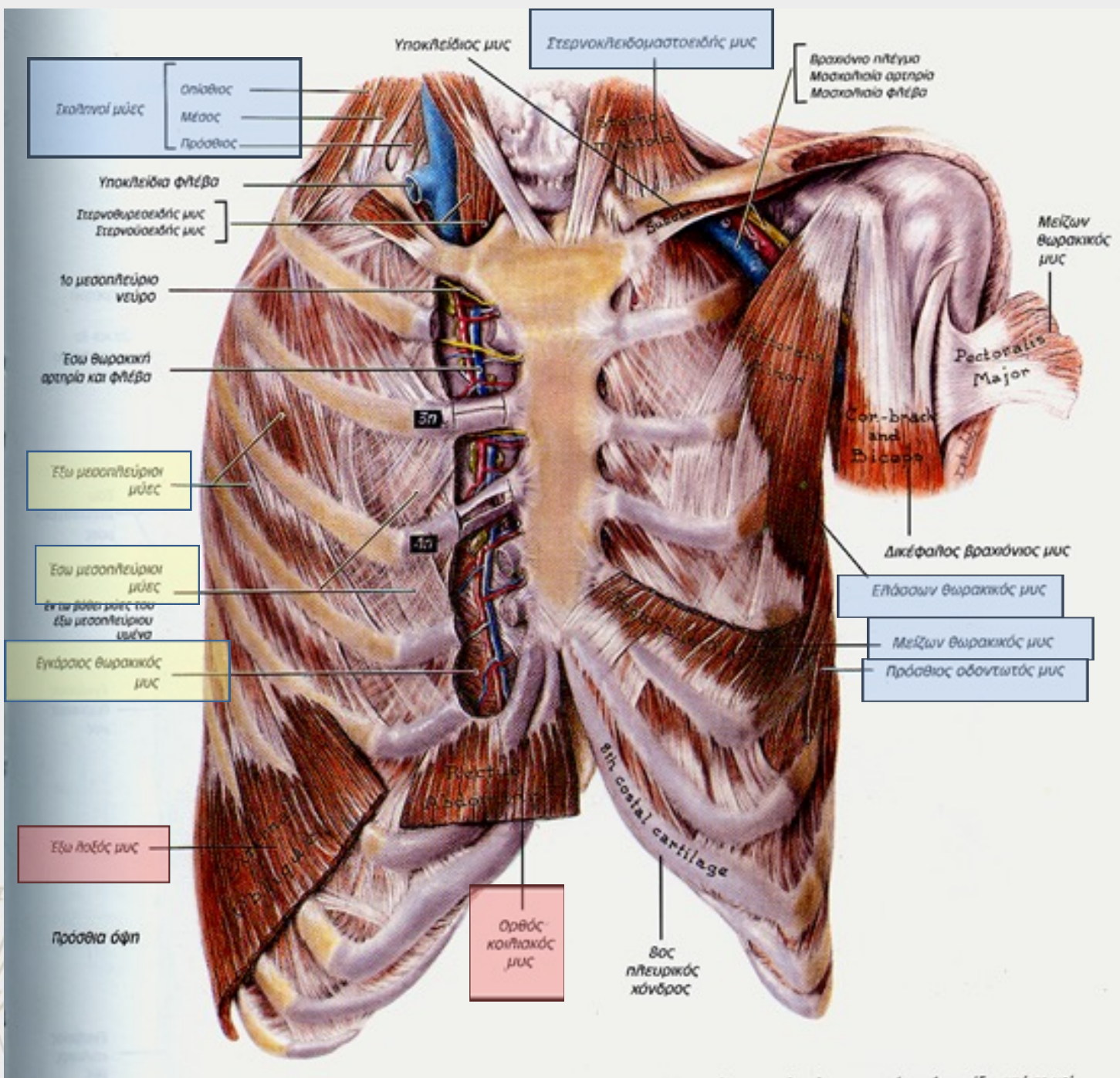
- Η αναπνοή έχει **2 φάσεις, την εισπνοή και την εκπνοή.**
- Κατά την **εισπνοή** γίνεται αύξηση του όγκου της θωρακικής κοιλότητας και έκπτυξη των πνευμόνων, με αποτέλεσμα την είσοδο ατμοσφαιρικού αέρα στις κυψελίδες.
- Κατά την **εκπνοή** γίνεται ελάττωση του όγκου της θωρακικής κοιλότητας και σύμπτυξη των πνευμόνων, με αποτέλεσμα την έξοδο του αέρα από τις κυψελίδες προς την ατμόσφαιρα.





# Ανατομικός & φυσιολογικός ρόλος των Αναπνευστικών Μυών





Σκοληνοί μύες

- Οπίσθιος
- Μέσος
- Πρόσθιος

Υποκλείδιος μύς

Στερνοκλειδομαστοειδής μύς

Βραχίονο πλέγμα  
Μασχαλιαία αρτηρία  
Μασχαλιαία φλέβα

Υποκλείδια φλέβα

Στερνοθυρεοειδής μύς  
Στερνοούλειος μύς

Το μεσοπλευρικό νεύρο

Έσω θωρακική αρτηρία και φλέβα

Ξω μεσοπλευρικοί μύες

Έσω μεσοπλευρικοί μύες

έν τα βάθος τους του  
Ξω μεσοπλευρικού μύα

Έγκάρσιος θωρακικός μύς

Ξω λοξός μύς

Πρόσθια όψη

Ορθός κοιλιακός μύς

8th costal cartilage

8ος πλευρικός χόνδρος

Μείζων θωρακικός μύς

Pectoralis Major

Cor-brach and Dicipa

Δικέφαλος βραχίονιος μύς

Ελάσιων θωρακικός μύς

Μείζων θωρακικός μύς

Πρῶτος οδοντωτός μύς

Αναπνευστικό Σύστημα  
&  
Αθλητική Απόδοση



# Ο «ΠΕΡΙΟΡΙΣΤΙΚΟΣ» ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

- Κύρια λειτουργία αναπνευστικού συστήματος → εφοδιάζει με οξυγόνο τους εργαζόμενους μύες μέσω του κυκλοφορικού συστήματος.
- Το αναπνευστικό σύστημα μπορεί να αποτύχει άμεσα ή έμμεσα σ' αυτή τη βασική του λειτουργία → **μπορεί να περιορίσει την άσκηση** (P.Bye et al., 1983)
- Στην εντατική άσκηση, η κατανάλωση των αναπνευστικών μυών μπορεί να κυμαίνεται από 0,5 έως 1 λίτρο ανά λεπτό (P.Bye et al., 1983).
- Αιμάτωση μυών : Οι αναπνευστικοί μύες «κλέβουν» ροή αίματος από τους σκελετικούς μύες σε άσκηση κοντά στη  $VO_2 \max$ , λόγω των υψηλών απαιτήσεων ενέργειας που έχουν. Ενώ η καρδιακή παροχή έχει μεγιστοποιηθεί, ο υπεραερισμός συνεχίζει να ανεβαίνει κι έτσι οι αναπνευστικοί μύες χρειάζονται περισσότερο οξυγόνο. Έτσι, ενώ η  $VO_2 \max$  παραμένει στα ίδια επίπεδα, το μέγιστο παραγόμενο έργο που επιτυγχάνεται με τη  $VO_2 \max$  μειώνεται (το καταναλώμενο οξυγόνο υποστηρίζει τους αναπνευστικούς μύες σε βάρος των σκελετικών) (P. Bye et al., 1983; S. Seiler, 2001).
- Άσκηση υψηλής έντασης → κόπωση αναπνευστικών μυών → υποαερισμός → υποξία

# Κόπωση των αναπνευστικών μυών

- Η άσκηση αποτελεί παράγοντα κόπωσης ολόκληρου του μυϊκού συστήματος του ανθρώπου. Όπως στους περιφερικούς μυς έτσι και στους αναπνευστικούς τα σημάδια κόπωσης κατά την άσκηση είναι εμφανή (Johnson et al., 1993; Mador et al., 1993).
- Έρευνες που πραγματοποιήθηκαν τόσο σε ανθρώπους όσο και σε πειραματόζωα φανέρωσαν ότι η κόπωση των αναπνευστικών μυών και ιδιαίτερα η κόπωση του διαφράγματος κατά τη διάρκεια έντονης αερόβιας άσκησης, αποτελεί περιοριστικό παράγοντα της αναπνευστικής απόδοσης (Chevrolet et al., 1993; Vrabas 39 et al., 1999).
- Η προκαλούμενη υπέρπνοια που παρατηρείται κυρίως σε αθλητές αντοχής, όπως κωπηλάτες, δρομείς μεγάλων αποστάσεων, κολυμβητές και ποδηλάτες μειώνει εξίσου σημαντικά και την αγωνιστική τους επίδοση (Dempsey et al., 1982; Caine and Mc Connell, 2000).



# Κόπωση των αναπνευστικών μυών

- Παρόλα αυτά οι μύες της αναπνοής, όπως ακριβώς και οι περιφερικοί μύες, επιδέχονται προπόνηση **βελτίωσης της απόδοσής τους**.
- Η βελτίωση της αναπνευστικής απόδοσης μπορεί να **αντιστρέψει** την κόπωση των αναπνευστικών μυών που προκαλούνται λόγω της διάρκειας και της έντασης της άσκησης σε αγωνίσματα αντοχής.
- Η βελτίωση της απόδοσης των αναπνευστικών μυών προκαλεί μείωση της αναπνευστικής συχνότητας και του υπεραερισμού των αθλητών καθώς και καθυστέρηση εμφάνισης του αισθήματος της δύσπνοιας (Spengler and Boutellier, 2000).



# Αναπνευστική λειτουργία και Υψόμετρο



# Αναπνευστική λειτουργία και Υψόμετρο

- Οι πνεύμονες αποτελούν τον **συνδεδετικό κρίκο ανάμεσα στο οξυγόνο της ατμόσφαιρας και του μεταβολικού μηχανισμού του ανθρώπινου οργανισμού.**
- Καθώς το υψόμετρο αυξάνεται, η βαρομετρική πίεση μειώνεται σε σχέση με το επίπεδο της θάλασσας και οι πνεύμονες καταβάλουν **μεγαλύτερη προσπάθεια** ώστε να λάβουν μεγαλύτερο όγκο αέρα για το ίδιο παραγόμενο έργο (West et al., 1983; Sutton et al., 1988).
- Ταυτόχρονα ο **υπεραερισμός** αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα στην προσπάθεια εγκλιματισμού ενός οργανισμού στο υψόμετρο, παράγοντα που διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο όταν το άτομο αυτό ασκείται υπό τέτοιες συνθήκες (West, 1982).



# Αναπνευστική λειτουργία και Υψόμετρο

- ❖ Η **ανταπόκριση** ενός οργανισμού στην άμεση έκθεση στο υψόμετρο εξαρτάται από την ένταση της άσκησης, το επίπεδο του υψομέτρου, καθώς και την φυσική κατάσταση του ατόμου.
- ❖ Σε υψόμετρα 1.500 μέτρων έως και 2.300 μέτρων έχει παρατηρηθεί **μείωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου** σε σχέση με τις τιμές στο επίπεδο της θάλασσας, σε ποσοστά που κυμαίνονται από **12% έως 17%** (Bailey et al., 1998; Roberts et al., 1998; Jensen et al., 1993; Saltin et al., 1995; Daniels & Oldridge, 1970; Adams et al., 1975; Faulkner et al., 1967).



# EFFECTS OF ALTITUDE ON YOUR BODY

ELEVATION	% OXYGEN COMPARED TO SEA LEVEL	VO <sub>2</sub> max DECREASES
-----------	--------------------------------	-------------------------------

MOUNT EVEREST ELEVATION:

8,848 m	33%	80%
---------	-----	-----

6,000 m	49%	45%
---------	-----	-----

3,000 m	71%	15%
---------	-----	-----

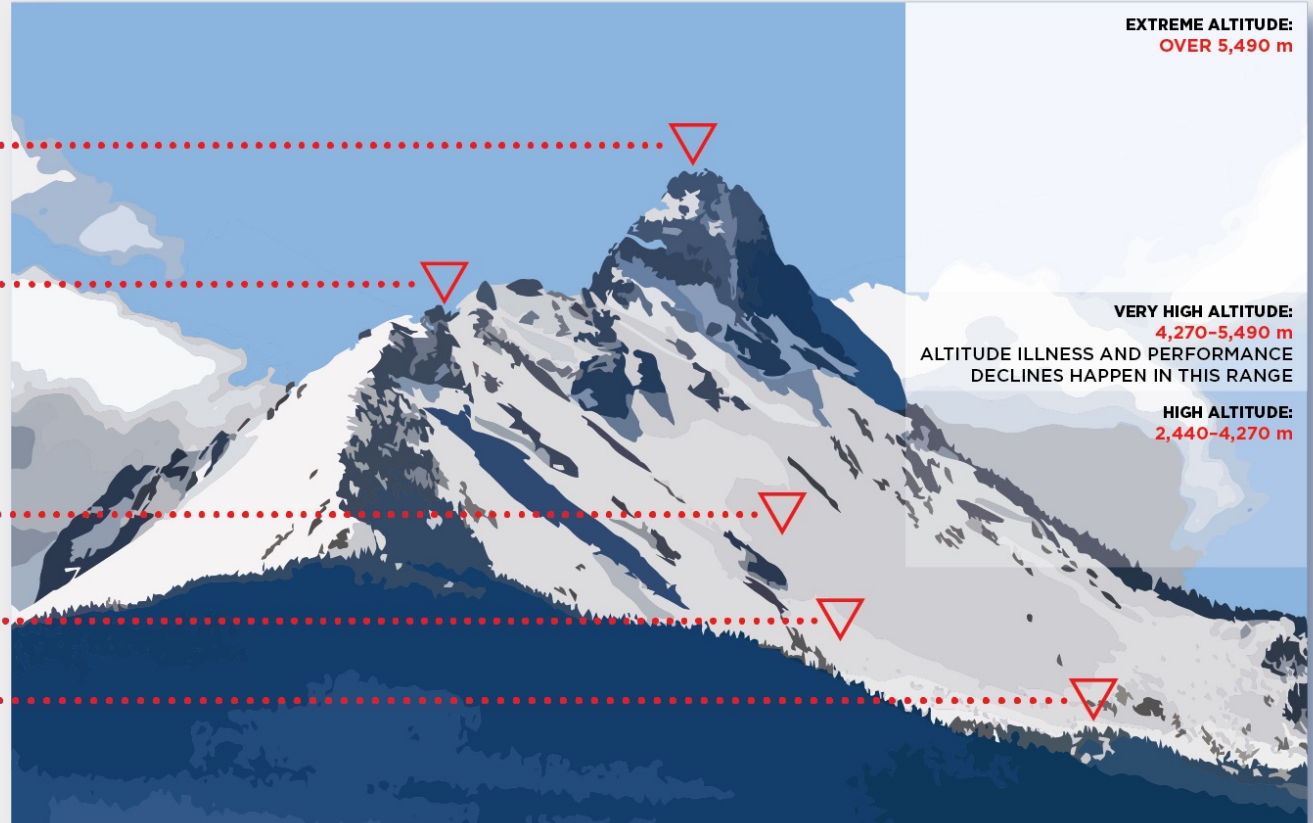
AFGHANISTAN ELEVATION (AVERAGE):

1,885 m	81%	7%
---------	-----	----

ONE MILE:

1,600 m	83%	5%
---------	-----	----

As elevation increases, the lower oxygen pressure leads to different effects on your body such as decreasing the maximum amount of oxygen you use (VO<sub>2</sub>max) and altitude illness. As your VO<sub>2</sub>max goes down, so does your ability to perform because you can't get enough oxygen to your muscles and brain.



## Υποξία και AM

- Σε υψόμετρο το αναπνευστικό σύστημα επιβαρύνεται ιδιαίτερα κατά την άσκηση σε υπομέγιστες και μέγιστες εντάσεις. Οι υψηλές απαιτήσεις του πνευμονικού αερισμού απαιτούν μεγαλύτερο αναπνευστικό έργο με αποτέλεσμα την κόπωση του διαφράγματος (*Cibella et al., 1996*).
- Η κόπωση του διαφράγματος είναι εμφανής και ιδιαίτερα έντονη σε επίπεδα άσκησης που ξεπερνούν το 85% της  $VO_{2max}$  (*Johnson et al., 1993; Vogiatzis et al., 2007; Verges et al., 2010*).



# Αναπνευστική λειτουργία και Υψόμετρο

	Αναπνευστική λειτουργία		Αναπνευστικοί μύες
▼	$VO_{2max}$ (12% έως 17%) (1.500 - 2.300 μ, )	▼	Εισπνευστικής πίεσης (στην ηρεμία και στην άσκηση)
▲	ΚΣ (στην ηρεμία και σε υπομέγιστες επιβαρύνσεις)	▲	FVC (κατά την άμεση έκθεση σε μεσαία & μεγάλα υψόμετρα)
▲	VE (στην ηρεμία και σε υπομέγιστες επιβαρύνσεις)	▼	FEV Δυναμικά εκπνεόμενου όγκου αέρα
▲	της εργασίας των αναπνευστικών μυών 20%-30% περισσότερο σε σύγκριση με το επίπεδο της θάλασσας	▼	MVV Μέγιστου βουλητικού αερισμού
		▼	Αντοχής των αναπνευστικών μυών

## $VO_{2max}$ & $SaO_2$

- Κατά την έκθεση του οργανισμού σε συνθήκες υψομέτρου, η μερική πίεση οξυγόνου μειώνεται και η **υποξαιμία** (ελάττωση του  $O_2$  στο αρτηριακό αίμα, σε επίπεδα χαμηλότερα των 80 mmHg) αναπτύσσεται μέσα σε λίγα λεπτά.
- Για να περιοριστεί η πτώση του αρτηριακού οξυγόνου, η καρδιακή παροχή και ο κυψελιδικός αερισμός αυξάνεται μέσω της **ενεργοποίησης του συμπαθητικού** (San Martin et al., 2017).
- Η χαμηλή αναπνευστική επάρκεια αντισταθμίζεται από τον **υπεραερισμό** ώστε να διατηρηθούν τα ικανοποιητικά επίπεδα του  $SaO_2$ , γεγονός που τελικά οδηγεί σε κόπωση των AM (Rusko et al., 2004; Burtscher et al., 2006).



# VO<sub>2max</sub> & SaO<sub>2</sub>

- Η μείωση της μερικής πίεσης του αρτηριακού οξυγόνου, ενεργοποιεί την **ανταπόκριση των αρτηριακών χημειουποδοχέων** αυξάνοντας έτσι τον πνευμονικό αερισμό (Schoene, 2001).
- Η περιορισμένη οξυγόνωση του αίματος είναι γνωστή ως «**Υποξαιμία**» και μπορεί να εμφανιστεί ή/και να ενταθεί από την φυσική άσκηση (Romer et al., 2006), την έκθεση σε υψόμετρο (Romer et al., 2006) ή από διάφορες παθήσεις (San Martin et al., 2017).
- Ως αποτελέσματα του υπεραερισμού μπορεί να παρουσιαστούν **αλλοιωμένες νευρικές αποκρίσεις** (Kayser, 2003) ή/και αλλαγές στους **περιφερειακούς μηχανισμούς κόπωσης** (Kayser et al., 1994).
- Κάθε άτομο διαθέτει **διαφορετικό επίπεδο ανταπόκρισης** στην υποξία. Έτσι ενώ ορισμένοι ανταποκρίνονται ηπιότερα, κάποιοι άλλοι βιώνουν μεγαλύτερα επίπεδα υποξαιμίας (Charman and Emery, 1999) και δύσπνοιας (Amann et al., 2006) κατά την υπομέγιστη άσκηση.



# Αναπνευστικοί μύες & Χειμερινά αθλήματα



VS



VS





- Το αλπικό σκι είναι ένα άθλημα που απαιτεί συνεχή αλλαγή ταχύτητας και θέσης ισορροπίας, καθώς και βραχυπρόθεσμες, έντονες προσπάθειες και ασκείται σε υποβαρικό, υποξικό και κρύο περιβάλλον (Neumayr et al., 2003).
- Ένας αγώνας κατάβασης τελειώνει γενικά σε 2---3 λεπτά.
- Ένας τυπικός αγώνας super-G διαρκεί 1---2 λεπτά για να ολοκληρωθεί. (Szmedra et al., 2001).
  - Ενώ ο αγώνας GS διαρκεί 60---90 δευτερόλεπτα, το σλάλομ τελειώνει σε 45---60 δευτερόλεπτα (Szmedra et al., 2001).



- Το σκι αντοχής είναι ένα ολυμπιακό άθλημα που απαιτεί γρήγορη παραγωγή ενέργειας και υψηλή μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου τόσο στο πάνω όσο και στο κάτω μέρος του σώματος.
- Οι αθλητές προπόνησης επιδιώκουν κυρίως να ενισχύσουν τόσο τα επίπεδα μυϊκής όσο και καρδιαγγειακής αντοχής για να εκτελέσουν τεχνικές δεξιότητες ειδικά για το άθλημα με ελάχιστη κόπωση για μεγάλο χρονικό διάστημα (Marsland et al., 2012).
- Σε αντίθεση με το κυκλοφορικό και το μυϊκό σύστημα, το αναπνευστικό σύστημα συνήθως δεν αξιολογείται ως παράγοντας που επηρεάζει την αερόβια απόδοση. Ωστόσο, υπάρχουν μελέτες που υποδηλώνουν ότι το αναπνευστικό σύστημα παίζει βασικό ρόλο στην αερόβια απόδοση (Amann, 2012).



# Μεταβολικό Αντανακλαστικό

- Η αύξηση του αναερόβιου μεταβολισμού που οφείλεται στην άσκηση κατά την υποξία, οδηγεί στην αύξησή του επίπεδου κυκλοφορίας των **μεταβολικών στοιχείων στο αίμα** (γαλακτικό οξύ & ιόντα υδρογόνου).
- Σε συνθήκες υποξίας η μεγάλη κόπωση των αναπνευστικών μυών, αυξάνει το **ενεργειακό κόστος της της αναπνευστικής διαδικασίας** με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο ανταγωνισμός για την ανακατανομή αίματος και να οδηγεί σε μείωση της ικανότητας άσκησης.
- Έτσι, ενισχύοντας τους αναπνευστικούς μύες, αυτό άμεσα συμβάλλει στην **καθυστερημένη έναρξη της κόπωσης των αναπνευστικών μυών**, μετριάζοντας την έναρξη της αντανακλαστικής αγγειοσυστολής (Harms et al., 1997, 1998; Romer et al., 2006)



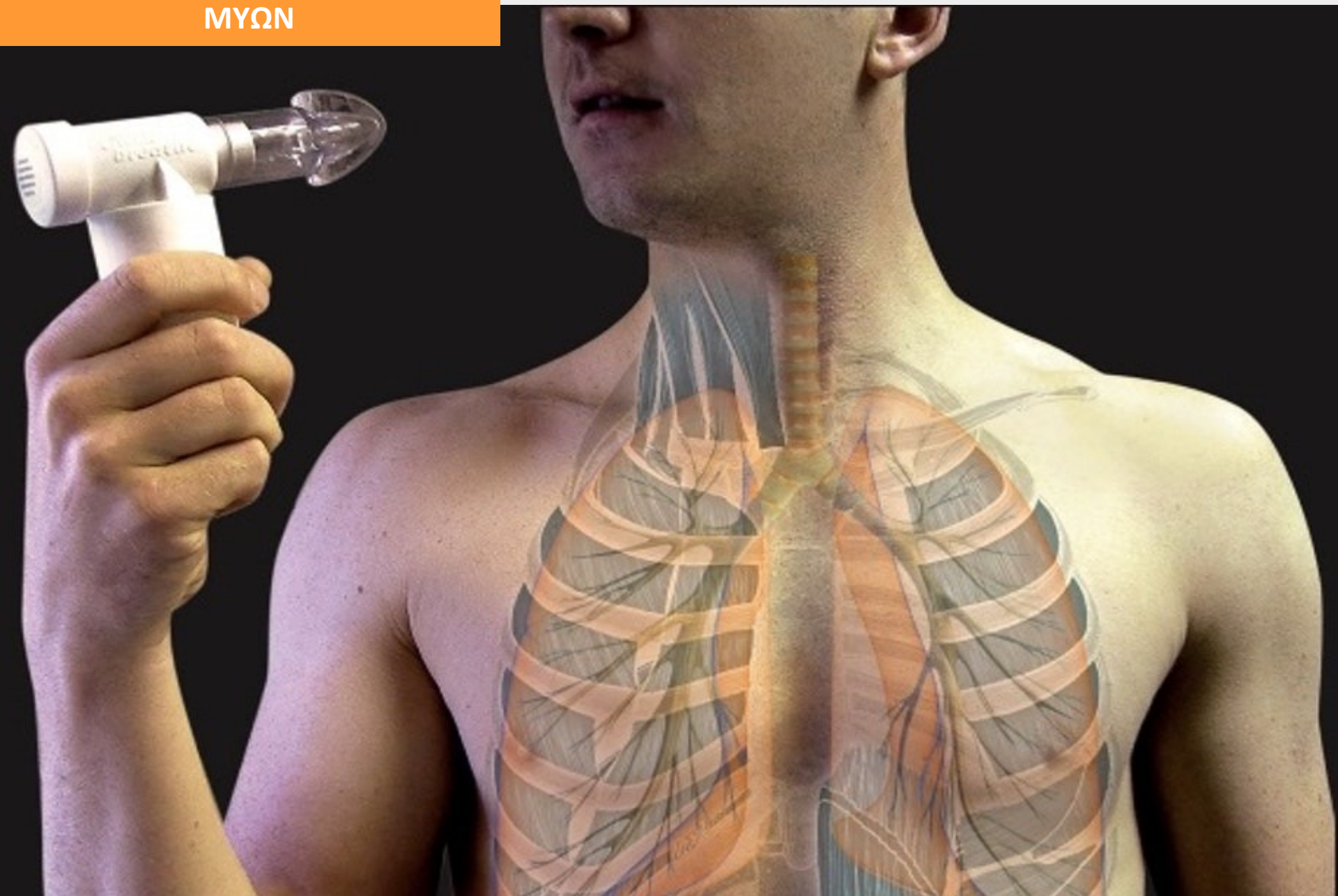
Without inspiratory muscle fatigue



With inspiratory muscle fatigue



# ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΜΥΩΝ



# ΠΑΜ

- Η **βελτίωση της ανακατανομής του αίματος** στους μύες των άκρων κατά την έντονη άσκηση (McConnell and Romer, 2004) που επιτυγχάνεται με την προπόνηση αναπνευστικών μυών, αποτελεί σημαντικό παράγοντα στις αθλητικές δραστηριότητες αντοχής.
- Ταυτόχρονα έχει διατυπωθεί η υπόθεση ότι η ΠΑΜ μπορεί να μειώσει την **πρώιμη κόπωση** των αναπνευστικών μυών κάτω από υψηλές απαιτήσεις σε προπονημένους αθλητές, όπως και σε ορειβάτες που εκτίθενται σε συνθήκες υποξίας (Verges et al., 2010).
- Αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών έχουν δείξει ότι η ΠΑΜ έχει θετικά αποτελέσματα στο επίπεδο της θάλασσας στην αντοχή και δύναμη των αναπνευστικών μυών, στην **καθυστέρηση του μεταβολικού αντανακλαστικού** (Dempsey et al., 2006), στη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος (Verges et al., 2010), στην εμφάνιση της υποξαιμίας (Downey et al., 2007), και στην διέγερση του συμπαθητικού (McConnell and Romer, 2004).
- Ιδανικά αυτές οι θετικές επιδράσεις θα μπορούσαν να είναι ευεργετικές ως μια **ενισχυτική διαδικασία** των ΑΜ πριν την έκθεση στο υψόμετρο και την άσκηση ή αγωνιστική δράση σε αυτό (Downey et al., 2007; Esposito et al., 2010).

# ΠΑΜ

- Σε σύγκριση με το επίπεδο της θάλασσας (Witt et al., 2007), η ΠΑΜ μπορεί να είναι πιο σημαντική σε συνθήκες υποξίας λόγω των υψηλών απαιτήσεων των ΑΜ.
- Οι Prampero (1985) και Ferretti (1990) περιγράφουν τα 4 στάδια κατά τα οποία μπορούν να προκύψουν περιορισμοί στην  $VO_{2max}$  κατά την αναπνευστική διαδικασία και στις δυο συνθήκες (ΕΘ & ΥΨ)

1. Αναπνευστικά: ανάμεσα στο περιβάλλον και στις κυψελίδες

2. Πνευμονικά: ανάμεσα στις κυψελίδες και το αίμα

3. Κυκλοφορικά: ανάμεσα στο αρτηριακό αίμα και τα τριχοειδή αγγεία των μυών

4. Περιφερειακά: ανάμεσα στα τριχοειδή και στα μιτοχόνδρια



# Προπόνηση Αναπνευστικών Μυών

- Προηγούμενες έρευνες έχουν αναδείξει σημαντικές αλλαγές στην αναπνευστική λειτουργία και απόδοση μετά από εξειδικευμένη προπόνηση των αναπνευστικών μυών (*Bradley et al., 1978; Boutellier & Piwko 1992; Suzuki et al., 1993; Stuessi et al., 2001; Markov et al., 2001; Enright et al., 2006; Chiappa et al., 2009*).



## Προπόνηση Αναπνευστικών Μυών

- Παρόλα αυτά μόνο ορισμένες έρευνες παρουσίασαν θετικά αποτελέσματα ως προς την βελτίωση της απόδοσης (Romer et al., 2002; Volianitis et al., 2001; Stuessi et al., 2001).
- Αύξηση της εισπνευστικής ικανότητας και βελτίωση της απόδοσης σε προπονημένους αθλητές όπως κωπηλάτες (Volianitis et al., 2001; Romer et al., 2002) ποδηλάτες (Stuessi et al., 2001) και δρομείς αντοχής (Inbar et al., 2000).



# Προπόνηση Αναπνευστικών Μυών

## Βελτίωση της αντοχής των AM:

- Σε απροπόνητους (10% έως 268%)

(*Bradley et al., 1978; Boutellier & Piwko 1992; Suzuki et al., 1993; Stuessi et al., 2001; Markov et al., 2001; Enright et al., 2006; Chiappa et al., 2009; Gething et al., 2004*).

- Σε προπονημένους (έως 27%)

(*Morgan et al., 1987; Fairbarn et al., 1991; Boutellier et al., 1992; Spengler et al., 1999; Inbar et al., 2000; Sonetti et al., 2001; Romer et al., 2002; Williams et al., 2002; Holm et al., 2004; Wells et al., 2005; Held et al., 2014*).



# Προπόνηση Αναπνευστικών Μυών

## Βελτίωση της εισπνευστικής δύναμης:

- Σε αγύμναστα άτομα με ποσοστά βελτίωσης από 4% έως 45%
- Σε προπονημένους αθλητές μέχρι και 46%

*(Hanel and Secher 1991; Suzuki et al., 1993; 2000; Huang et al., 2002; Edwards and Cooke 2004; Gething et al., 2004; Enrigh et al., 2006; Guenette et al., 2006; Uemura et al., 2012; Edwards 2013)*



# Προπόνηση Αναπνευστικών Μυών

- Έχει φανεί σε ορισμένες έρευνες ότι τα ποσοστά επιβάρυνσης της τάξεως του **30% επι της P<sub>1max</sub>** προκαλούν **αύξηση στην δύναμη** των αναπνευστικών μυών **έως 80% και 100%** (Suzuki et al., 1993, Gething et al., 2004).
- Τρεις με πέντε μέρες ανά εβδομάδα και για περίοδο από 4 μέχρι και 8 εβδομάδες αρκούν για τις παραπάνω προσαρμογές (Leith and Bradley 1976; Romer et al., 2002; Suzuki et al., 1993; Gething et al., 2004; Enright 2006; Sonnetti et al., 2001).



# Προπόνηση Αναπνευστικών Μυών

	Απροπόνητοι	Προπονημένοι
<b>Βελτίωση της αντοχής των AM</b>	10% έως 268%	έως 27%
Βιβλιογραφία	<i>Bradley et al., 1978; Boutellier &amp; Piwko 1992; Suzuki et al., 1993; Stuessi et al., 2001; Markov et al., 2001; Enright et al., 2006; Chiappa et al., 2009; Gething et al., 2004</i>	<i>Morgan et al., 1987; Fairbairn et al., 1991; Boutellier et al., 1992; Spengler et al., 1999; Inbar et al., 2000; Sonetti et al., 2001; Romer et al., 2002; Williams et al., 2002; Holm et al., 2004; Wells et al., 2005</i>
<b>Βελτίωση της εισπνευστικής δύναμης</b>	4% έως 45%	έως 46%
Βιβλιογραφία	<i>Gething et al., 2004; Enright et al., 2006; Guenette et al., 2006; Uemura et al., 2012; Edwards 2013</i>	<i>Hanel and Secher 1991; Suzuki et al., 1993; 2000; Huang et al., 2002; Edwards and Cooke 2004;</i>

# Προπόνηση Αναπνευστικών Μυών

- **Ποδηλάτες**

*(Morgan et al., 1987; Markov et al., 2001; Stuessi et al., 2001; Sonetti et al., 2001; Romer et al., 2002; Holm et al., 2004; Johnson and Sharpe 2007)*

- **Κωπηλάτες**

*(Volianitis et al., 2001; Griffiths and McConnell 2007)*

- **Δρομείς αντοχής**

*(Inbar et al., 2000; Williams et al., 2002; Tong et al., 2008)*

- **Κολυμβητές**

*(Clanton et al., 1987; Wells et al., 2005)*



# ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΠΑΜ

## ❖ Πρωτόκολλα Δύναμης (αντιστάσεων)

Υψηλής δύναμης και χαμηλής ταχύτητας συσπάσεις, δημιουργώντας τη μέγιστη ικανότητα πίεσης των μυών κατά την εισπνοή και εκπνοή ενάντια σε δοσμένη αντίσταση (Leith and Bradley, 1976).

- **2 X 30 επαναλήψεις/ ημέρα στο 50% της MIP**
- **5-7 ημέρες**
- **Διάρκεια 4 εβδομάδων**

## ❖ Πρωτόκολλα Αντοχής (ισοκαπνικής υπέρπνοιας)

Υψηλής ταχύτητας και χαμηλής αντίστασης συσπάσεις, διεγείροντας κυρίως τους εκπνευστικούς μύες (Leith and Bradley, 1976) .

- **10-30'**
- **3-5 ημέρες**
- **Διάρκεια 4 εβδομάδων**

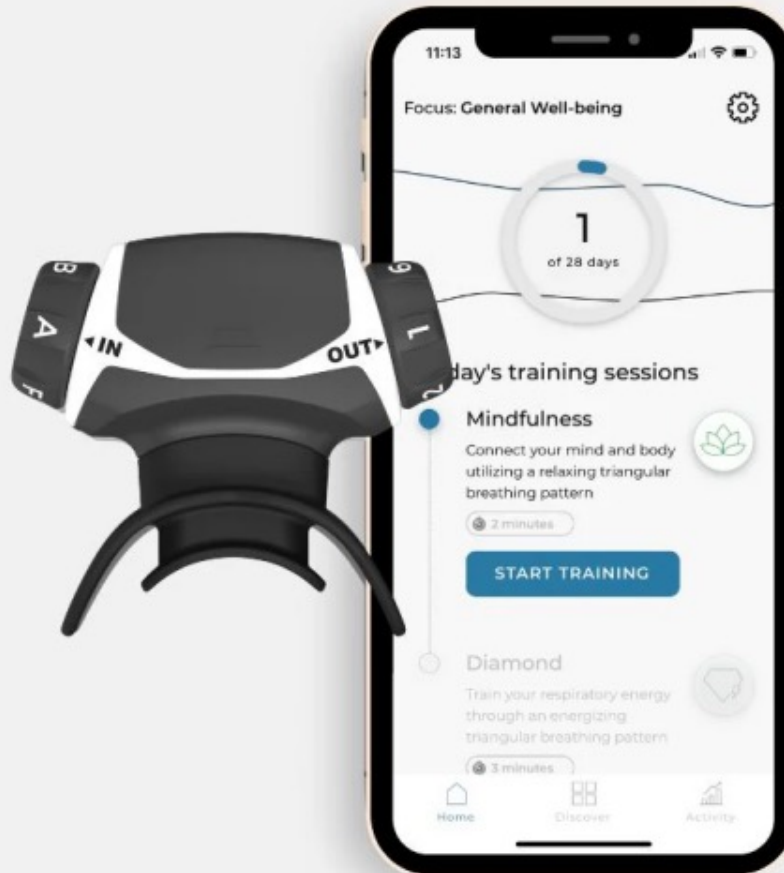


**POWER**<sup>®</sup>  
**breathe**  
the world's no.1 breathing trainer™





# AIRFIT



**AIR****FIT**



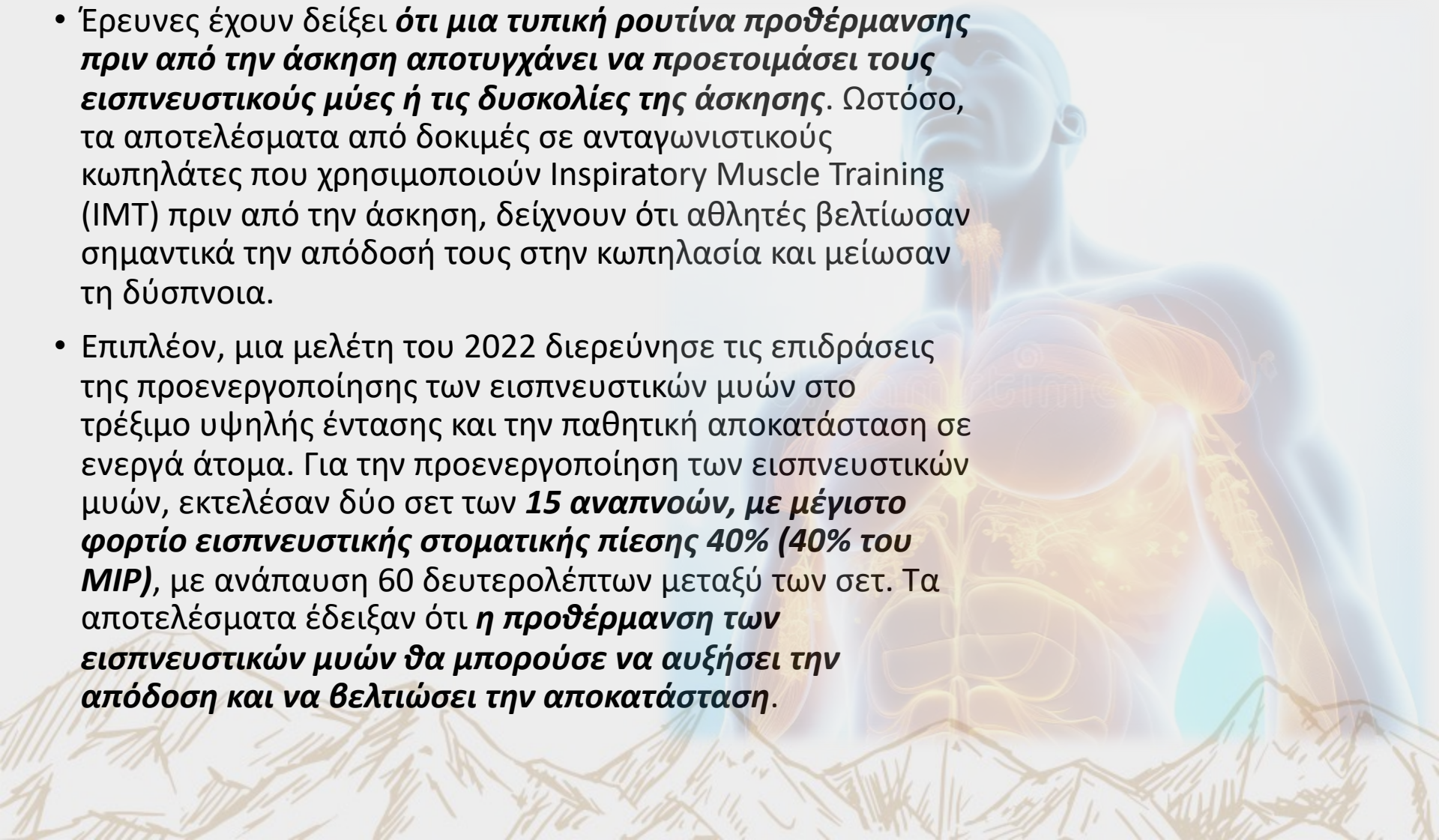
# ΠΑΜ και απόδοση στην Υποξία

- Οι περισσότερες έρευνες δείχνουν ότι η ΠΑΜ μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για την βελτίωση της αναπνευστικής ικανότητας και την καθυστέρηση της πρώιμης κόπωσης κατά την άσκηση σε συνθήκες υποξίας (Downey et al., 2007; Esposito et al., 2010; Lomax, 2010; Helfer et al., 2016; Lomax et al., 2017; Salazar-Martínez et al., 2017). Only Esposito et al. (2010).
- Επειτα από εφαρμογή της ΠΑΜ παρατηρήθηκε βελτιωση στις παρακάτω παραμέτρους:
  - ❖ > 13% Κυψελιδικό αερισμό
  - ❖ > 75% MIP
  - ❖ > αναπνευστική λειτουργία, στατικών & δυναμικών όγκων



# Εισπνευστική προθέρμανση

- Έρευνες έχουν δείξει ότι **μια τυπική ρουτίνα προθέρμανσης πριν από την άσκηση αποτυγχάνει να προετοιμάσει τους εισπνευστικούς μύες ή τις δυσκολίες της άσκησης**. Ωστόσο, τα αποτελέσματα από δοκιμές σε ανταγωνιστικούς κωπηλάτες που χρησιμοποιούν Inspiratory Muscle Training (IMT) πριν από την άσκηση, δείχνουν ότι αθλητές βελτίωσαν σημαντικά την απόδοσή τους στην κωπηλασία και μείωσαν τη δύσπνοια.
- Επιπλέον, μια μελέτη του 2022 διερεύνησε τις επιδράσεις της προενεργοποίησης των εισπνευστικών μυών στο τρέξιμο υψηλής έντασης και την παθητική αποκατάσταση σε ενεργά άτομα. Για την προενεργοποίηση των εισπνευστικών μυών, εκτελέσαν δύο σετ των **15 αναπνοών, με μέγιστο φορτίο εισπνευστικής στοματικής πίεσης 40% (40% του MIP)**, με ανάπαυση 60 δευτερολέπτων μεταξύ των σετ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι **η προθέρμανση των εισπνευστικών μυών θα μπορούσε να αυξήσει την απόδοση και να βελτιώσει την αποκατάσταση**.

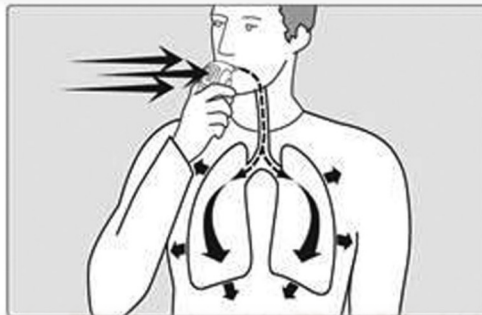


# Πρακτικές Εφαρμογές

1. Τα εξειδικευμένα ή γενικά προγράμματα προπόνησης **δεν δημιουργούν αρκετά ερεθίσματα** για τη βελτίωση της λειτουργίας των αναπνευστικών μυών.
2. Η ΠΑΜ μπορεί να βελτιώσει την αθλητική απόδοση, αντοχή των αναπνευστικών μυών και τη **δύναμη**, τη **μείωση της υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης**, την **δύσπνοια** και την **αναπνευστική κόπωση** κατά την άσκηση σε συνθήκες νορμοξίας και υποξίας.
3. Ένα ευρύ φάσμα προπονητικών συσκευών, μεθόδων και πρωτοκόλλων για ΠΑΜ μπορεί να εφαρμοστεί σε αθλήματα αντοχής, ανάλογα με την προπονητική κατάσταση του αθλητή και τις απαιτήσεις απόδοσης. Τα δημοφιλή πρωτόκολλα IMT περιλαμβάνουν την εκτέλεση **30 εισπνευστικών χειρισμών δύο φορές την ημέρα, 5 ημέρες την εβδομάδα, ή 20–40 λεπτά έντονου αερισμού με συσκευές Isocarptic BWB.**

# Πρακτικές Εφαρμογές

4. Η εστίαση στην ποιότητα της κίνησης πριν από την αύξηση του φορτίου, είναι βασικός κανόνας στον προγραμματισμό ασκήσεων με αντιστάσεις. Ομοίως, ισχύει για την ΠΑΜ και η **ανάπτυξη μιας αποτελεσματικής τεχνικής αναπνοής θα πρέπει να προηγείται της εφαρμογής μεσαίων ή μεγάλων φορτίων προπόνησης.**
5. Η λειτουργία και η δομή των αναπνευστικών μυών είναι παρόμοια με άλλους γραμμωτούς μύες. Επομένως, **γενικές αρχές προπόνησης όπως η προοδευτική υπερφόρτωση, ο περιοδισμός, η ειδικότητα της προπόνησης και η αναστρεψιμότητα έχουν παρόμοια εφαρμογή.**



Σας ευχαριστώ

