

## Ο ρόλος της Καρδιοαναπνευστικής Δοκιμασίας Κόπωσης στη διερεύνηση της Δύσπνοιας

ΣΤΑΥΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Παθολόγος-Εντατικολόγος, EDIC, Διδάκτωρ Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ, Επιμελητής Α', Καρδιοχειρουργική Μονάδα Εντατικής Θεραπείας, Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο

<sup>2</sup> Εργαστήριο Καρδιοαναπνευστικής Δοκιμασίας Κοπώσεως & Αποκατάστασης, Νοσοκομείο Ευαγγελισμός, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

### Λέξεις ευρετηρίου

Εργοσπιρομετρία, Δύσπνοια, Καμπύλη ροής-όγκου, διαφορική διάγνωση

### Σταύρος Δημόπουλος

Παθολόγος-Εντατικολόγος

### Διεύθυνση επικοινωνίας

Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο,  
Λεωφ. Συγγρού 356, Καλλιθέα, Τ.Κ.: 17674  
Τηλ.: 210 9493000  
E-mail: stdimop@gmail.com

**Η** Καρδιοαναπνευστική Δοκιμασία Κοπώσεως (ΚΑΔΚ) αποτελεί ίσως την καταλληλότερη διαγνωστική εξέταση για την αξιολόγηση των παθολογικών καρδιοαναπνευστικών και μεταβολικών προσαρμογών κατά τη διάρκεια της άσκησης.

### Εισαγωγή

Ένα από τα συχνότερα συμπτώματα που χαρακτηρίζει τους ασθενείς που επισκέπτονται τα Εξωτερικά Ιατρεία και το Τμήμα Επειγόντων είναι το αίσθημα της δύσπνοιας. Ως δύσπνοια ορίζεται το υποκειμενικό αίσθημα δυσκολίας στην αναπνοή διαφορετικής έντασης που εκφράζεται και βιώνεται εξατομικευμένα από τον κάθε ασθενή. Η Αμερικανική Εταιρεία Θώρακος ορίζει τη δύσπνοια ως μία σύνθετη διεργασία αλληλεπίδρασης πολλαπλών φυσιολογικών, ψυχολογικών και περιβαλλοντολογικών παραγόντων με επιδράσεις σε σωματικό και ψυχολογικό επίπεδο.<sup>1</sup>

Η δύσπνοια είναι μία υποκειμενική αντίληψη αυξημένης αναπνευστικής δραστηριότητας του κέντρου αναπνοής στο οποίο διενεργούνται σύνθετες διεργασίες ανάλυσης ερεθισμάτων που φθάνουν από περιφερικές οδούς όπως χημειούποδοχείς των καρωτιδικών και αορτικών σωματίων ευαίσθητοι στην υπερκαπνία και / ή την υποξαιμία, μηχανικοί υποδοχείς του πνεύμονα και του θώρακα, αλλά και των ανώτερων ενδοθωρακικών αεραγωγών, διέγερση του πνευμονογαστρικού νεύρου και αύξηση του αναπνευστικού μηχανικού έργου λόγω δυσλειτουργίας των αναπνευστικών μυών.

Η δύσπνοια χαρακτηρίζεται ως αγνώστου αιτιολογίας αν το αίτιο της εμφάνισης δύσπνοιας δεν έχει προσδιοριστεί μετά από ένα βασικό κλινικό-εργαστηριακό και διαγνωστικό έλεγχο. Έχει υπολογισθεί ότι ένα ποσοστό της τάξεως του 4% περίπου προσέρχεται στο τμήμα επειγόντων του Νοσοκομείου στις Η.Π.Α. και εξ' αυτών στο 50% περίπου γίνεται εισαγωγή στο Νοσοκομείο για περαιτέρω διερεύνηση και αν-

τιμτώπιση με παρόμοια περίπου επιδημιολογικά δεδομένα από την Ευρώπη.<sup>2</sup> Η αξιολόγηση της δύσπνοιας μπορεί να είναι ιδιαίτερα δύσκολη και απαιτεί σχολαστική λήψη του ιστορικού του ασθενούς (π.χ. κάπνισμα, επαγγελματική έκθεση, φάρμακα, τύπος δύσπνοιας-αναπνοής, ψυχιατρικές διαταραχές κ.τ.λ.), φυσική εξέταση, εργαστηριακό έλεγχο, ηλεκτροκαρδιογράφημα, ακτινογραφία θώρακος και απλές λειτουργικές δοκιμασίες πνεύμονα (σπιρομέτρηση).

Παρότι τα συνήθη αίτια δύσπνοιας είναι η Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια, η Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια, τα διάμεσα πνευμονικά νοσήματα, το Άσθμα και η έλλειψη φυσικής δραστηριότητας-παχυσαρκία, η διαγνωστική προσπέλαση και η διαφορική διάγνωση μπορεί να είναι ιδιαίτερα δύσκολη και απαιτητική, καθώς πολλές φορές οι ασθενείς έχουν συννοσηρότητες με σύνθετες καρδιοαναπνευστικές και μεταβολικές διαταραχές.

Η ΚΑΔΚ έχει το πλεονέκτημα της ολιστικής προσέγγισης των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συστημάτων (καρδιοαναπνευστικό, κυκλοφορικό, νευρομυϊκό, ορμονικό) που συμμετέχουν κατά την άσκηση και για το λόγο αυτό φαίνεται να έχει κεντρικό ρόλο στον αλγόριθμο της διερεύνησης

της δύσπνοιας με ικανοποιητική σχέση κόστους-όφελους όταν αυτή διενεργείται από το κατάλληλα εξειδικευμένο προσωπικό.

Η Αμερικανική Εταιρεία Θώρακος και η Αμερικανική Καρδιολογική Εταιρεία, καθώς και η Ευρωπαϊκή Εταιρεία Προληπτικής Καρδιολογίας εδω και πολλά χρόνια έχουν καθορίσει ως απόλυτη ένδειξη την χρήση της ΚΑΔΚ στη διαφορική διάγνωση της δύσπνοιας.<sup>3-5</sup>

Στόχος της ΚΑΔΚ κατά τη διερεύνηση του ασθενούς με δύσπνοια είναι η αναπαραγωγή της συμπτωματολογίας μέσω της άσκησης και η διερεύνηση του μηχανισμού των παθολογικών προσαρμογών κατά την άσκηση.

Η ΚΑΔΚ δίνει τη δυνατότητα διάγνωσης του αιτίου της δύσπνοιας ή περιορισμού του εύρους της διαφορικής διάγνωσης ανιχνεύοντας διαταραχές που σχετίζονται με την απόδοση του οξυγόνου (καρδιολογικά-αιματολογικά αίτια), αναπνευστικές διαταραχές, αλλά και με διαταραχές της χρήσης του οξυγόνου από τους ιστούς (νευρομυϊκά-μεταβολικά αίτια).

Στο παρακάτω Πίνακα 1 παρουσιάζεται ένας βασικός διαγνωστικός έλεγχος για τη διερεύνηση της δύσπνοιας:

### Πίνακας 1.

#### Βασική Διαγνωστική προσπέλαση ασθενών με δύσπνοια

##### Αρχική αξιολόγηση

- Ιστορικό
- Φυσική εξέταση
- Ηλεκτροκαρδιογράφημα
- Ακτινογραφία θώρακος
  - ▶ Βασικές αιματολογικές εξετάσεις (Γενική αίματος, βιοχημεία ήπατος και νεφρών)
- Σπιρομέτρηση
  - ▶ Αέρια αίματος

##### Ειδικός διαγνωστικός έλεγχος

##### A) Αναπνευστικού

- Διαχυτική ικανότητα πνευμόνων
- Στατικοί όγκοι (πληθυσμογραφία πνευμόνων)
- Καμπύλη ροής όγκου
- Δοκιμασίες βρογχικής πρόκλησης (σπιρομέτρηση)
- Μέγιστη εισπνευστική κι εκπνευστική μυϊκή ισχύς
- Μέγιστος αερισμός

##### B) Καρδιάς – αγγείων

- Διαθωρακικό υπερηχογράφημα καρδιάς
- Triplex αγγείων κάτω άκρων

##### Γ) Λειτουργικός έλεγχος κατά την άσκηση

- Δοκιμασία βάρδισης
- Δοκιμασία κοπώσεως (ΗΚΓ)
- Καρδιοαναπνευστική Δοκιμασία Κοπώσεως

##### Δ) Ειδικός αιματολογικός-βιοχημικός έλεγχος

- Θυρεοειδική λειτουργία
- Αιματολογικός έλεγχος επί διαπίστωσης αναιμίας
- D-Dimers, τροπονίνη, Νατριουρητικό πεπτίδιο
- Κολλαγονικός έλεγχος-έλεγχος αυτοάνοσων νοσημάτων

## Πίνακας 1. (συνέχεια)

### Εξειδικευμένος διαγνωστικός έλεγχος

- Υπολογιστική τομογραφία θώρακος υψηλής ευκρίνειας
- Πνευμονική Αγγειογραφία
- Σπινθηρογράφημα αερισμού-αιματώσεως
- Υπερηχοκαρδιογραφία κοπώσεως / Διοισοφάγεια Υπερηχοκαρδιογραφία
- Σπινθηρογράφημα κοπώσεως με Thallium
- Δεξιός Καθετηριασμός
- Μελέτη ύπνου
- Γαστροσκόπηση, pHμετρία οισοφάγου,
- Ακτινοσκόπηση διαφραγμάτων
- Ειδικός μεταβολικός έλεγχος μυϊκής λειτουργίας
- Ηλεκτρονευρομυογραφία σκελετικών μυών
- Βιοψία μυός
- Βιοψία πνεύμονα

Για την αξιοποίηση της ΚΑΔΚ στη διαφορική διάγνωση δύσπνοιας απαιτείται αξιολόγηση των μετρούμενων και υπολογιζόμενων παραμέτρων αναπνευστικής, καρδιαγγειακής και μεταβολικής απόκρισης κατά την άσκηση και κατά τη φάση της ανάκαμψης μετά την άσκηση, τόσο σε απόλυτες και σχετικές τιμές, (Πίνακας 2), όσο και μέσω γραφημάτων που σκιαγραφούν και αποτυπώνουν το προφίλ του κάθε ασθενούς.

Βασική προϋπόθεση στην αξιολόγηση του ασθενούς είναι η αναπαραγωγή της συμπτωματολογίας και η τεκμηρίωση μίας μέγιστης καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κοπώσεως.

Η τεκμηρίωση μίας μέγιστης ΚΑΔΚ γίνεται με βάση υποκειμενικά και αντικειμενικά κριτήρια:

- υποκειμενικά κριτήρια
  - ▶ διακοπή άσκησης λόγω έντονης δύσπνοιας ή έντονου μυϊκού κόπματος)
- επικουρικά με αντικειμενικούς δείκτες
  - ▶ αναπνευστικό πηλίκο >1.1,
  - ▶ μέγιστη προβλεπόμενη καρδιακή συχνότητα >100%,
  - ▶ γαλακτικό αίματος >8mmol/L
  - ▶ τροποποιημένη Κλίμακα Borg >9/10

Πρό της έναρξης της ΚΑΔΚ ο ασθενής υποβάλλεται απαραίτητα σε σπιρομετρικό έλεγχο με μέτρηση της FEV1 και του μέγιστου εκούσιου αερισμού (MVV), καθώς και σε αξιολόγηση με τη καμπύλη ροής-όγκου.

Στις περιπτώσεις υποψίας διάγνωσης ασκισιογενούς άσθματος θα πρέπει να επαναλαμβάνεται η σπιρομέτρηση στο 1°, 3°, 5°, 7°, 10°, 15° και 20° λεπτό μετά το τέλος της άσκησης όπου δύναται να ανιχνευθεί μείωση της FEV1 <15% από τις αρχικές τιμές ηρεμίας.

Επιπλέον η εφαρμογή της καμπύλης ροής-όγκου κατά τη διάρκεια της ΚΑΔΚ ανά 2 περίπου λεπτά μπορεί να αναδείξει περιορισμό της εκπνευστικής ροής κατά την άσκηση όταν οι εκπνεόμενοι όγκοι κατά την άσκηση (δυναμική καμπύλη ροής-όγκου) επάγουν ροές που ξεπερνούν >40% τις ροές του τμήματος της καμπύλης της εκπνευστικής ροής ηρεμίας (στατική μέγιστη καμπύλη ροής-όγκου ηρεμίας) και ταυτόχρονα μείωση της εισπνευστικής χωρητικότητας.

Η ΚΑΔΚ προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες που αφορούν την αερόβια ικανότητα για άσκηση, το καρδιαγγειακό περιορισμό (καρδιακή παροχή), διαταραχές της σχέσης αερισμού-αιματώσεως, των συστημάτων μεταφοράς οξυγόνου και μεταβολικές διαταραχές των μυών, αλλά και πιθανόν συνδυασμό τους.

Η λειτουργική ικανότητα των ασθενών αξιολογείται μέσω της μέτρησης της αερόβιας ικανότητας κατά τη ΚΑΔΚ. Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2peak}$ ) είναι η «gold standard» μέτρηση της αερόβιας ικανότητας και η μείωσή της μας δίνει τη δυνατότητα τεκμηρίωσης της δύσπνοιας του ασθενούς κατά την άσκηση. Δεδομένου της μεγάλης διακύμανσης του  $VO_{2peak}$  στο γενικό πληθυσμό, σημαντική είναι η χρήση του ποσοστού επί της προβλεπόμενης  $VO_{2peak}$  έναντι της απόλυτης τιμής. Το ποσοστό μείωσης της προβλεπόμενης  $VO_{2peak}$  αντικατοπτρίζει το βαθμό μείωσης της αερόβιας ικανότητας ανεξάρτητα του παθογενετικού μηχανισμού. Για την αξιολόγηση της ικανότητας για άσκηση χρησιμοποιούμε και άλλες παραμέτρους της ΚΑΔΚ, όπως το μέγιστο έργο και ο αναπνευστικός αναερόβιος ουδός.

Επιπλέον ο ρυθμός αύξησης έργου ως προς την πρόσληψη οξυγόνου ( $\Delta VO_2/\Delta W$ R), το οξυ-

Πίνακας 2.	
Διερεύνηση Δύσπνοιας μέσω Καρδιοαναπνευστικής Δοκιμασίας Κοπώσεως	
Α) Τεκμηρίωση αξιόπιστης μέγιστης Καρδιοαναπνευστικής Δοκιμασίας Κοπώσεως	
ΝΑΙ	ΟΧΙ ▶ Πτωχή προσπάθεια ▶ Πρώιμη διακοπή (π.χ. λόγω ισχαιμίας, πτώσης Αρτηριακής Πίεσης, Αρρυθμίες) 1) Εναλλακτικός ειδικός έλεγχος ή 2) Επανάληψη ΚΑΔΚ
Β) Καταγραφή παθολογικής διαταραχής κατά την άσκηση	
ΝΑΙ	ΟΧΙ 1) Ψυχογενή αίτια 2) Παρακολούθηση-Προγραμματισμός ΚΑΔΚ σε 6-12 μήνες
Γ) Διερεύνηση παθολογικής απόκρισης κατά την άσκηση	
▶ Εκτίμηση παραμέτρων ΚΑΔΚ και γραφημάτων απόκρισης κατά την άσκηση και κατά τη φάση περιόδου ανάκαμψης (βλ. Πίνακες 3 & 4). ▶ Διαταραχές <ul style="list-style-type: none"> <li>- Αναπνευστικού</li> <li>- Καρδιαγγειακού</li> <li>- Αιματολογικές</li> <li>- Μεταβολικές</li> <li>- «Deconditioning»</li> <li>- Συνδυασμός</li> </ul>	
Δ) Επίκριση-Ερμηνεία αποτελεσμάτων ΚΑΔΚ	
Διάγνωση-Περατέρω ειδικός διαγνωστικός έλεγχος	

γόνο παλμού ( $VO_2/HR$ ) και η σχέση  $HR/VO_2$  εκφράζουν την καρδιαγγειακή απόκριση στην άσκηση και η τυχόν μείωσή τους ή επιπέδωση της γραμμικής τους σχέσης ( $\Delta VO_2/\Delta WR$ ,  $VO_2/HR$ ), υποδηλώνει επιβάρυνση του καρδιαγγειακού με χαμηλή απόδοση οξυγόνου στους ιστούς κυρίως λόγω χαμηλής καρδιακής παροχής (πιθανή ισχαιμία του μυοκαρδίου, διαστολική ή συστολική καρδιακή ανεπάρκεια, πνευμονική υπέρταση).<sup>4,6</sup>

Οι αυξανόμενες τιμές της κλίσης  $VE/VCO_2$  και η μη αύξηση ή μείωση των τιμών  $PETCO_2$  κατά την άσκηση εκφράζουν «ανεπαρκή αερισμό», αύξηση του νεκρού χώρου, διαταραχές αερισμού-αιματώσεως και πιθανότατα αυξημένες τιμές πιέσεων πνευμονικής κυκλοφορίας (πνευμονική υπέρταση) που υποδηλώνουν επιβάρυνση του πνευμονικού παρεγχύματος και / ή πνευμονικής αγγειακής νόσου.<sup>7,8</sup>

Η μείωση του κορεσμού του οξυγόνου κατά

την άσκηση εκφράζει την μειωμένη διαχυτική ικανότητα, διαταραχές αερισμού-αιματώσεως και την ύπαρξη «shunt» (δεξιά προς τα αριστερά) λόγω Χρόνιας Αποφρακτικής Πνευμονοπάθειας (ΧΑΠ) και πνευμονικής υπέρτασης αντίστοιχα.

Η μείωση της αναπνευστικής εφεδρείας κατά την άσκηση είναι ενδεικτική της ΧΑΠ, ενώ η αυξημένη αναπνευστική συχνότητα (>50/λεπτό) στο τέλος της άσκησης είναι συνήθως ένδειξη διάμεσων πνευμονικών νοσημάτων. Παρά ταύτα είναι δυνατόν να μην διαπιστώνεται μείωση της αναπνευστικής εφεδρείας και να μην έχουμε παθολογική αύξηση της αναπνευστικής συχνότητας κατά την άσκηση, όμως κατά την δυναμική καμπύλη ροής-όγκου κατά την άσκηση να παρατηρείται περιορισμός της εκπνευστικής ροής, στοιχεία δυναμικής υπερδιάτασης των πνευμόνων που να επεξηγούν την εμφάνιση δύσπνοιας προσπαθείας.<sup>9,10</sup>

Σε περιπτώσεις δύσπνοιας προσπαθείας που δεν παρατηρούνται διαταραχές στις παραμέτρους που αξιολογούνται κατά τη ΚΑΔΚ, είναι σημαντικό να διενεργείται δοκιμασία σπιρομέτρησης αμέσως μετά την άσκηση για τη διάγνωση ασκηση-γενούς άσθμα όπως προαναφέρθηκε.<sup>3-5</sup>

Σε περιπτώσεις ασθενών με δύσπνοια καρδιογενούς αιτιολογίας (καρδιακή ανεπάρκεια) ή διαταραχές του αυτόνομου νευρικού συστήματος είναι δυνατόν να παρατηρηθεί το φαινόμενο της αναπνευστικής διακύμανσης κατά την ηρεμία και / ή κατά την άσκηση («exercise oscillatory ventilation / periodic breathing»)<sup>11</sup> Ιδιαίτερα σημαντική είναι η μειωμένη ανάκαμψη της καρδιακής συχνότητας μετά το τέλος της άσκησης («heart rate recovery») ενδεικτική διαταραχής του αυτόνομου νευρικού συστήματος και ειδικότερα του παρασυμπαθητικού που θα πρέπει να υπολογίζεται και να συναξιολογείται σε κάθε ΚΑΔΚ (ειδικότερα όταν πρόκειται για ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια, χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια ή πνευμονική υπέρταση).<sup>8, 12</sup>

Στη περίπτωση της περιφερικής αγγειοπάθειας παρατηρείται πρώιμη διακοπή της ΚΑΔΚ και παράλληλα υπερβολική υπερτασική απόκριση οποια είναι χαρακτηριστική και αφορά κυρίως τη Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (>20mmHg από τις τιμές ηρεμίας).

Πολύ πιο σπάνια σε περιπτώσεις δύσπνοιας λόγω μεταβολικής αιτίας και ειδικότερα μιτοχονδριακής μυοπάθειας παρατηρείται σοβαρή μείωση της ικανότητας για άσκηση με υψηλή σχέση αερισμού ως προς την αποβολή του διοξειδίου του άν-

θρακα (υψηλή κλίση  $V_E/VCO_2$ ) χωρίς τη παρουσία πνευμονικής ή καρδιαγγειακής διαταραχής<sup>13</sup>.

Εξίσου σημαντική είναι η συμβολή της ΚΑΔΚ στον διάγνωση της δύσπνοιας από ψυχογενή αίτια, όταν τεκμηριώνεται μία μέγιστη ΚΑΔΚ χωρίς όμως αντικειμενικούς δείκτες περιορισμού της ικανότητας για άσκηση.

Στην ερμηνεία κι επίκριση μίας ΚΑΔΚ είναι επιβεβλημένη η αναφορά στην πιθανή διάγνωση, αλλά και στη παραπομπή του ασθενούς για περαιτέρω ειδικό έλεγχο εφόσον αυτό ενδείκνυται βάσει των αποτελεσμάτων της ΚΑΔΚ.

Συμπερασματικά λοιπόν η ΚΑΔΚ αποτελεί σημαντική εξέταση στο διαγνωστικό αλγόριθμο της ανεξήγητης δύσπνοιας προσπαθείας εφόσον έχει αρχικά ολοκληρωθεί ένας βασικός διαγνωστικός έλεγχος για τον ασθενή. Η ΚΑΔΚ προσφέρει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τις διαταραχές των συστημάτων που συμμετέχουν κατά την άσκηση και μπορούν να εξηγήσουν τη δύσπνοια προσπαθείας με την προϋπόθεση αξιοποίησης στο μέγιστο των παραμέτρων της ΚΑΔΚ, τόσο κατά την άσκηση όσο και μετά το τέλος της ανάκαμψης.

<b>Πίνακας 3.</b>			
<b>Διαγνωστική διαστρωμάτωση ασθενών με δύσπνοια προσπαθείας</b>			
<b>Κύριες παράμετροι Καρδιοαναπνευστικής Δοκιμασίας Κοπώσεως</b>			
<b><math>V_E/VCO_2</math> slope</b>	<b>% predicted <math>pVO_2</math></b>	<b><math>P_{ETCO_2}</math></b>	<b><math>V_E/MV</math></b>
Στάδιο I ( $V_E/VCO_2$ slope <30)	≥100	$P_{ETCO_2}$ ηρεμίας 36-42mmHg ↑3-8mmHg κατά την άσκηση	≤0.8
Στάδιο II ( $V_E/VCO_2$ slope 30-35.9)	75-99		
Στάδιο III ( $V_E/VCO_2$ slope 36-44.9)	50-74		
<b>Στάδιο IV</b> ( $V_E/VCO_2$ slope >45)	<b>&lt;50</b>	$P_{ETCO_2}$ ηρεμίας ↓ <36mmHg <↑3mmHg κατά την άσκηση	>0.8
<b>Κύριες λειτουργικές δοκιμασίες πνεύμονα</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Καμπύλη ροής όγκου</li> <li>• Σπυρομέτρηση</li> </ul>			
<b>Καμπύλη ροής όγκου κατά την άσκηση</b>	<b>Κφ</b>	<b>Περιορισμός της εκπνευστικής ροής</b>	
Σπυρομέτρηση	FEV <sub>1</sub> αμετάβλητη μετά την άσκηση συγκριτικά με τις τιμές ηρεμίας	>15% ↓FEV <sub>1</sub> μετά την άσκηση συγκριτικά με τις τιμές ηρεμίας	
<b>Κύριες παράμετροι κλασσικής Δοκιμασίας Κοπώσεως (ΗΚΓ)</b>			
<b>Αιμοδυναμικά</b>	<b>ΗΚΓ</b>	<b>ΗΚΓ</b>	
†Αρτηριακής Πίεσης κατά την άσκηση κατά 10mmHg/METS	Αρνητικό για εμφάνιση εμμένουσας αρρυθμίας, έκτακτων κοιλιακών συστολών και / ή διαταραχών του τμήματος ST κατά την άσκηση και / ή κατά την ανάκαμψη της άσκησης.	Χωρίς μεταβολή της SpO <sub>2</sub> από τις τιμές ηρεμίας	
	Διαταραχές ρυθμού, έκτακτες κοιλιακές συστολές και / ή διαταραχών του τμήματος ST κατά την άσκηση και / ή κατά την ανάκαμψη της άσκησης. Χωρίς πρόωρη διακοπή της δοκιμασίας κοπώσεως.		
Καμία ↑ ή πτώση Αρτηριακής Πίεσης κατά την άσκηση ή Υπερβολική ↑ της Αρτηριακής Πίεσης κατά την άσκηση κατά > 20mmHg/METS	Διαταραχές ρυθμού, έκτακτες κοιλιακές συστολές και / ή διαταραχών του τμήματος ST κατά την άσκηση και / ή κατά την ανάκαμψη της άσκησης. Πρόωρη διακοπή της δοκιμασίας κοπώσεως.	>5% μεταβολή SpO <sub>2</sub> κατά την άσκηση από τις τιμές ηρεμίας	

$V_E/VCO_2$  slope: κλίση αναπνευστικού ισοδύναμου ως προς την αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα, Predicted  $VO_2$  peak: Προβλεπόμενη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, VE: Αερισμός κατά λεπτό, MVV: Μέγιστος εκούσιος αερισμός, FEV<sub>1</sub>: Βίαια εκπνεόμενος όγκος αέρα σε 1 δευτερόλεπτο, SpO<sub>2</sub>: Κορεσμός αιμοσφαιρίνης στο περιφερικό αίμα,

**Πίνακας 4.**  
**Διαφορική διάγνωση δύσπνοιας βάσει παραμέτρων Καρδιοαναπνευστικής Δοκιμασίας Κοπώσεως**

Παράμετροι ΚΑΔΚ	Καρδιακής αιτιολογίας	Αναπνευστικής αιτιολογίας	Πνευμονική Αρτηριακή Υπέρταση	Περιφερική μυσπάθεια	«Deconditioning»
VO <sub>2</sub> peak	↓	↓	↓↓	↓	↓
VO <sub>2</sub> AT	↓	↓ ή κφ	↓↓	↓	↓
ΔVO <sub>2</sub> /ΔWR	↓	↓ ή κφ	↓↓	↓	↓
HR peak, VO <sub>2</sub> /HR	Πιθανή μείωση ↓	Πιθανή μείωση ↓	↓	↓↓	κφ
BR (1-VE/MVV)	>20%	<15%	>20%	>20%	>20%
F <sub>E</sub> V <sub>1</sub> μετά το τέλος της άσκησης	~	↓ σε σχέση με τις τιμές ηρεμίας	~	~	~
SpO <sub>2</sub> peak	κφ	↓ συχνά	πιθανή ↓	κφ	κφ
VD/Vt	κφ ή ↑	↑	↑↑	κφ	κφ
V <sub>E</sub> /VCO <sub>2</sub> slope	πιθανή ↑	Συχνή ↑	↑↑↑	κφ	κφ
Heart rate recovery	↓	↓	↓↓	κφ	↓
VO <sub>2</sub> /t slope	↓	↓	↓↓	κφ	↓

VO<sub>2</sub>peak:Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, VO<sub>2</sub>AT:Αναπνευστικός αναερόβιος ουδός, WR: αυξανόμενο έργο, HR: Καρδιακή Συχνότητα, VO<sub>2</sub>/HR: οξυγόνο παλμού, BR: Αναπνευστική εφεδρεία, VE: Αερισμός κατά λεπτό, MVV: Μέγιστος εκούσιος αερισμός, FEV<sub>1</sub>: Βίαια εκπνεόμενος όγκος αέρα σε 1 δευτερόλεπτο, SpO<sub>2</sub>:Κορεσμός αιμοσφαιρίνης στο περιφερικό αίμα, VD: Όγκος νεκρού χώρου, V<sub>E</sub>/VCO<sub>2</sub> slope: κλίση αναπνευστικού ισοδύναμου ως προς την αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα, Heart rate recovery: Η ανάκαμψη της καρδιακής συχνότητας στο 1<sup>ο</sup> λεπτό μετά το τέλος της άσκησης, VO<sub>2</sub>/tslope: Η κλίση μείωσης της VO<sub>2</sub> κατά το 1ο λεπτό μετά το τέλος της άσκησης.

## Βιβλιογραφία

- Parshall, M. B., Schwartzstein, R. M., Adams, L., Banzett, R. B., Manning, H. L., Bourbeau, J., Calverley, P. M., Giff, A. G., Harver, A., Lareau, S. C., Mahler, D. A., Meek, P. M., O'Donnell, D. E., & American Thoracic Society Committee on Dyspnea (2012). An official American Thoracic Society statement: update on the mechanisms, assessment, and management of dyspnea. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 185(4), 435–452. <https://doi.org/10.1164/rccm.201111-2042ST>
- Mockel M, Searle J, Muller R, et al. Chief complaints in medical emergencies: do they relate to underlying disease and outcome? The Charite Emergency Medicine Study (CHARITEM). *Eur J Emerg Med*. 2013;20(2): 103–108. doi:10.1097/MEJ.0b013e328351e609
- Guazzi M, Adams V, Conraads V, Halle M, Mezzani A, Vanhees L, Arena R, Fletcher GF, Forman DE, Kitzman DW, Lavie CJ, Myers J; European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation; American Heart Association. EACPR/ AHA Scientific Statement. Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation*. 2012 Oct 30;126(18): 2261-74. doi: 10.1161/ CIR.0b013e31826fb946. Epub 2012 Sep 5. PMID: 22952317; PMCID: PMC4777325.
- Guazzi M, Arena R, Halle M, Piepoli MF, Myers J, Lavie CJ. 2016 Focused Update: Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations. *Circulation*. 2016 Jun 14;133(24): e694-711. doi: 10.1161/ CIR.0000000000000406. Epub 2016 May 2. PMID: 27143685.
- Radtke T, Crook S, Kaltsakas G, Louvaris Z, Berton D, Urquhart DS, Kampouras A, Rabinovich RA, Verges S, Kontopidis D, Boyd J, Tonia T, Langer D, De Brandt J, Goërtz YMJ, Burtin C, Spruit MA, Braeken DCW, Dacha S, Franssen FME, Laveneziana P, Eber E, Troosters T, Neder JA, Puhon MA, Casaburi R, Vogiatzis I, Hebestreit H. ERS statement on standardisation of cardiopulmonary exercise testing in chronic lung diseases. *EurRespir Rev*. 2019 Dec 18;28(154): 180101. doi: 10.1183/16000617.0101-2018. PMID: 31852745.

6. Belardinelli R, Lacalaprice F, Carle F, Minnucci A, Cianci G, Perna G, D'Eusano G. Exercise-induced myocardial ischaemia detected by cardiopulmonary exercise testing. *Eur Heart J*. 2003 Jul;24(14):1304-13. doi: 10.1016/s0195-668x(03)00210-0. PMID: 12871687.
7. Nanas SN, Nanas JN, Sakellariou DCh, Dimopoulos SK, Drakos SG, Kapsimalakou SG, Mpatziou CA, Papazachou OG, Dalianis AS, Anastasiou-Nana MI, Roussos C. VE/VCO<sub>2</sub> slope is associated with abnormal resting haemodynamics and is a predictor of long-term survival in chronic heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2006 Jun;8(4):420-7. doi: 10.1016/j.ejheart.2005.10.003. Epub 2005 Nov 28. PMID: 16310408.
8. Dimopoulos S, Anastasiou-Nana M, Katsaros F, Papazachou O, Tzanis G, Gerovasili V, Pozios H, Roussos C, Nanas J, Nanas S. Impairment of autonomic nervous system activity in patients with pulmonary arterial hypertension: a case control study. *J Card Fail*. 2009 Dec;15(10):882-9. doi: 10.1016/j.cardfail.2009.06.001. Epub 2009 Jul 16. PMID: 19944365.
9. Papazachou O, Anastasiou-Nana M, Sakellariou D, Tassiou A, Dimopoulos S, Venetsanakos J, Maroulidis G, Drakos S, Roussos C, Nanas S. Pulmonary function at peak exercise in patients with chronic heart failure. *Int J Cardiol*. 2007 May 16;118(1):28-35. doi: 10.1016/j.ijcard.2006.04.091. Epub 2006 Aug 8. PMID: 16893579.
10. Elbehairy AF, Ciavaglia CE, Webb KA, Guenette JA, Jensen D, Mourad SM, Neder JA, O'Donnell DE; Canadian Respiratory Research Network. Pulmonary Gas Exchange Abnormalities in Mild Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Implications for Dyspnea and Exercise Intolerance. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015 Jun 15;191(12):1384-94. doi: 10.1164/rccm.201501-0157OC. PMID: 25826478.
11. Agostoni P, Corrà U, Emdin M. Periodic Breathing during Incremental Exercise. *Ann Am Thorac Soc*. 2017 Jul;14(Supplement\_1):S116-S122. doi: 0.1513/AnnalsATS.201701-003FR. PMID: 28443680.
12. Nanas S, Anastasiou-Nana M, Dimopoulos S, Sakellariou D, Alexopoulos G, Kapsimalakou S, Papazoglou P, Tsolakis E, Papazachou O, Roussos C, Nanas J. Early heart rate recovery after exercise predicts mortality in patients with chronic heart failure. *Int J Cardiol*. 2006 Jun 28;110(3):393-400. doi: 10.1016/j.ijcard.2005.10.032. Epub 2005 Dec 20. PMID: 16371237.
13. Riley MS, Nicholls DP, Cooper CB. Cardiopulmonary Exercise Testing and Metabolic Myopathies. *Ann Am Thorac Soc*. 2017 Jul;14 (Supplement\_1): S129-S139. doi: 0.1513 / Annals ATS.201701-014FR. PMID: 28590155.

## The role of cardiopulmonary exercise testing in the investigation of dyspnea

**Stavros Dimopoulos**

*Internist-Intensivist,*

*Senior Registrar, Cardiac Surgery Intensive Care Unit,*

*Onassis Cardiac Surgery Center, Athens & Cardiopulmonary Exercise and Rehabilitation Laboratory,*

*Evangelismos Hospital, National and Kapodistrian University of Athens*

One of the frequent symptoms characteristic of patients visiting outpatient clinics and the emergency department is the feeling of shortness of breath. Shortness of breath is defined as the subjective feeling of difficulty in breathing of different intensity expressed and experienced individually by each patient. Shortness of breath is a complex process of interaction of multiple physiological, psychological and environmental factors with physical and psychological effects. Cardiopulmonary exercise enables the diagnosis of the cause of dyspnea or limiting the range of differential diagnosis by detecting disorders associated with oxygen performance (cardiological-hematological causes), respiratory disorders, but also with disorders of oxygen use by tissues (neuromuscular-metabolic causes).

**Keywords:** Cardiopulmonary exercise, dyspnea, flow-volume loop, differential diagnosis