



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Εργοσπιρομετρία

Ενότητα 4: Λειτουργικές δοκιμασίες αναπνευστικού

Κωνσταντίνος Σπυρόπουλος, Καθηγητής  
Σχολή Επιστημών Υγείας  
Τμήμα Ιατρικής

# ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ

- Η καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως (ΚΑΔΚ) διερευνά την απόκριση στην άσκηση μιας αλυσίδας οργάνων και συστημάτων:
  - Του αναπνευστικού συστήματος,
  - Του καρδιαγγειακού συστήματος,
  - Του αιμοποιητικού συστήματος,
  - Του μυοσκελετικού συστήματος και
  - Της μικροκυκλοφορίας.



# ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ

- Σε μία πλήρη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε εργομετρικό ποδήλατο ή κυλιόμενο τάπητα περιλαμβάνονται:
  1. **Οξυμετρία** προ, κατά και μετά τη δοκιμασία.
  2. Έλεγχος **αναπνευστικών μυών**(μέγιστη εισπνευστική, μέγιστη εκπνευστική πίεση).
  3. **Σπιρομέτρηση** προ και μετά τη δοκιμασία.
  4. Αξιολόγηση καμπύλης ροής – όγκου κατά τη διάρκεια της ασκήσεως.
  5. Μέτρηση **μεταβολικών παραμέτρων** κατά την άσκηση(κατανάλωση οξυγόνου, αποβολή διοξειδίου του άνθρακος, ροη, κλπ).
  6. Λήψη αρτηριακών αερίων αίματος.
  7. **ΗΚΓ** προ και κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας.



# ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ

Η φυσιολογική ανταλλαγή αερίων μεταξύ των μυϊκών κυττάρων και της ατμόσφαιρας προϋποθέτει:

1. Επαρκή ανταπόκριση του αναπνευστικού συστήματος έτσι ώστε να εξασφαλιστούν αφ' ενός ο συνεχής εμπλουτισμός των κυψελίδων με φρέσκο ατμοσφαιρικό αέρα πλούσιο σε  $O_2$  και αφ' ετέρου η αποβολή του παραγόμενου  $CO_2$ .
2. Αποτελεσματική αύξηση της ροής αίματος στην πνευμονική κυκλοφορία ώστε να εξιδανικευτεί η σχέση αερισμού / αιμάτωσης και να ευοδωθεί η διάχυση του  $O_2$  και του  $CO_2$  προς και από το αίμα της πνευμονικής κυκλοφορίας μέσω της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης.
3. Αιμοσφαιρίνη σε φυσιολογικές τιμές συγκέντρωσης.



# ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ

4. Αποτελεσματική μεταφορά από την καρδιά (με την καρδιακή παροχή) της αναγκαίας ποσότητας οξυγονωμένου αίματος στην περιφέρεια και ιδανική κατανομή της καρδιακής παροχής με κύριο αποδέκτη τους ασκούμενους περιφερικούς μύες.
5. Ικανοποιητική ανταπόκριση των μυϊκών τριχοειδών αγγείων εξασφαλίζοντας την ιδανική κατανομή οξυγονωμένου αίματος στους εργαζόμενους μύες καθώς και την ευόδωση της διάχυσης μεταξύ μυϊκών τριχοειδών και μιτοχονδρίων.
6. Κατάλληλη ενδοκυτταρική δομή και συγκέντρωση οξειδωτικών ενζύμων στην εσωτερική μεμβράνη των μιτοχονδρίων των μυϊκών ινών.



# ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

## 1. Εκτίμηση αντοχής άσκησης:

- Καθορισμός της μέγιστης λειτουργικής ικανότητας (VO2 max).
- Καθορισμός των παραγόντων περιορισμού άσκησης ή των παθοφυσιολογικών μηχανισμών.



# ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

## 2. Εκτίμηση αδιάγνωστης έκπτωσης της ικανότητας άσκησης:

- Εκτίμηση συμμετοχής καρδιακού ή αναπνευστικού συστήματος στον περιορισμό της ικανότητας της άσκησης.
- Εκδήλωση συμπτωμάτων που δεν υπάρχουν κατά την ηρεμία.
- Δύσπνοια που δεν δικαιολογείται από τις λειτουργικές δοκιμασίες ηρεμίας.



# ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

## 3. Εκτίμηση ασθενών με καρδιοαναπνευστική νόσο:

- Λειτουργική εκτίμηση και πρόγνωση ασθενών με καρδιακή ανεπάρκεια.
- Αξιολόγηση υποψηφίων για μεταμόσχευση καρδιάς.
- Φυσική αποκατάσταση καρδιοπαθών με άσκηση και παρακολούθηση αποτελεσμάτων μετά από το πρόγραμμα.





# ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

## 4. Εκτίμηση ασθενών με αναπνευστικά προβλήματα:

- Εκτίμηση λειτουργικής έκπτωσης.
- Εξακρίβωση του περιορισμού άσκησης και αξιολόγηση της συμμετοχής των διαφόρων συστημάτων.
- Καθορισμός της ανάγκης συνταγογράφησης  $O_2$ .
- Αξιολόγηση θεραπευτικών παρεμβάσεων.
- Σε ασθενείς με ΧΑΠ, διάμεσες πνευμονοπάθειες, πνευμονικές αγγειακές παθήσεις, κυστική ίνωση ή που εμφανίζουν βρογχόσπασμο μετά την άσκηση.



# ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

## 5. Ειδικές κλινικές ενδείξεις:

- Προεγχειρητική εκτίμηση:
  1. Πνευμονεκτομή- Λοβεκτομή.
  2. Επεμβάσεις στην κοιλιά σε ηλικιωμένα άτομα.
  3. Χειρουργική ελάττωση του όγκου του πνεύμονα σε εμφύσημα.
- Εκτίμηση άσκησης για σύσταση πνευμονικής αποκατάστασης.
- Εκτίμηση έκπτωσης ικανότητας άσκησης- ανικανότητας
- Αξιολόγηση υποψηφίων για μεταμόσχευση καρδιάς, πνευμόνων, καρδιάς- πνευμόνων.



# ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

## 1. ΑΠΟΛΥΤΕΣ

- **Οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου**
- **Ασταθής στηθάγχη**
- **Μη ελεγχόμενη αρρυθμία με αιμοδυναμική αστάθεια**
- Συγκοπική προσβολή
- Ενεργός ενδοκαρδίτιδα
- Οξεία μυοκαρδίτιδα και περικαρδίτιδα
- Συμπτωματική σοβαρή στένωση αορτής
- Μη ελεγχόμενη καρδιακή ανεπάρκεια
- **Οξεία πνευμονική εμβολή ή εμφρακτο**
- Θρόμβωση κάτω άκρων
- **Διαχωριστικό ανεύρυσμα**
- **Μη ελεγχόμενο άσθμα**
- **Κορεσμός Ηβ σε ηρεμία <85%**
- **Αναπνευστική ανεπάρκεια**
- Οξείες παθήσεις που πιθανώς να επιδεινωθούν κατά την άσκηση
- Αδυναμία συνεργασίας



# ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

## 2.ΣΧΕΤΙΚΕΣ

- Στένωση του στελέχους ΑΡ στεφανιαίας
- Μέτρια καρδιακή βαλβιδοπαθεια
- **Σοβαρή ΑΥ (Συστολική >200mmHg, Διαστολική > 120 mmHg)**
- Ταχυαρρυθμία ή βραδυαρρυθμία
- Πλήρης κολποκοιλιακός αποκλεισμός
- Υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια
- **Σημαντική πνευμονική υπέρταση**
- Προχωρημένη επιπλεγμένη εγκυμοσύνη
- Ηλεκτρολυτικές διαταραχές
- Ορθοπεδικά προβλήματα που δυσχεραίνουν την άσκηση



# ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

- **Πόνος** στο στήθος που υποδηλώνει ισχαιμία
- Ισχαιμικές **αλλοιώσεις στο ΗΚΓ**
- Πολυεστιακές αρρυθμίες
- 2ου και 3ου βαθμού κολποκοιλιακός αποκλεισμός
- **Πτώση της συστολικής πίεσης** > 20 mmHg από την υψηλότερη τιμή της δοκιμασίας
- **Υπέρταση** ( >250mmHg συστολική, >120mmHg διαστολική)
- Σοβαρός αποκορεσμός: **SatO2 <80%**
- Ξαφνική ωχρότητα
- Απώλεια συνεργασίας
- Πνευματική σύγχυση
- Σημεία Αναπνευστικής Ανεπάρκειας



# ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΤΗΣ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

1. Εκτίμηση κλινικής κατάστασης του εξεταζόμενου,
2. Σύσταση αποφυγής καπνίσματος, ορισμένων φαρμάκων (β- αποκλειστών) και έντονης κόπωσης,
3. Προετοιμασία και τελειοποίηση του εργοσπιρόμετρου και των υπόλοιπων οργάνων, εξοικείωση του εξεταζόμενου, επεξήγηση της δοκιμασίας στον εξεταζόμενο, επιλογή κατάλληλου πρωτοκόλλου.
4. Ερμηνεία αποτελεσμάτων και συσχέτιση με άλλες πληροφορίες.



# ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

- Η επιλογή του είδους του πρωτοκόλλου άσκησης εξαρτάται από τις πληροφορίες που θέλουμε να συλλέξουμε.

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ	ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΕΡΓΟΥ	ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟΥ ΕΡΓΟΥ
ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΑΣΤΑΘΗΣ	ΣΤΑΘΕΡΗ
ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΜΕΓΙΣΤΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ
ΟΡΓΑΝΑ	ΠΟΔΗΛΑΤΟ	ΠΟΔΟΜΥΛΟΣ



WR max	> 80% προβλ.
VO <sub>2max</sub> ή VO <sub>2</sub> peak	> 84% προβλ.
AT (αναερόβιος ουδός)	>40% προβλ. VO <sub>2</sub> max μεγάλο εύρος φ.τ.(40-80%)
Καρδιακή συχνότητα (HRmax)	> 90% προβλ.(προβλ.= 220 ηλικία)
Εφεδρείες HR	< 15 bpm
Αρτηριακή πίεση	< 220 / 90
O <sub>2</sub> pulse (VO <sub>2</sub> /HR)	> 80% .προβλ.
Αερισμός (VEmax)	< 85% MVV μεγάλο εύρος φ.τ. (72=15%) > 11 lt
Εφεδρίες αερισμού (BR=MW-VEmax)	< 60 bpm
Αναπν. Συχνότητα (FR max)	<34
VE/ VCO <sub>2</sub> (at AT)	< 0,28; <0.30για ηλικία>40 ετών
V <sub>D</sub> /V <sub>T</sub>	> 80mmHg
PaO <sub>2</sub>	< 35 mmHg
Aa DO <sub>2</sub>	





# ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΣΠΝΟΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΚΛΙΜΑΚΑ BORG

0. Καθόλου δύσπνοια
1. Πολύ ήπια
2. Ήπια
3. Μέτρια
4. Κάπως σοβαρή
5. Σοβαρή
6. Σοβαρή
7. Πολύ σοβαρή
8. Πολύ σοβαρή
9. Πάρα πολύ σοβαρή
10. Μέγιστη



# ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# ΣΗΜΕΙΩΜΑ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΕΡΓΟΥ

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.1.



# ΣΗΜΕΙΩΜΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Κωνσταντίνος Σπυρόπουλος, Κυριάκος Καρκούλιας. «Εργοσπιρομετρία. Λειτουργικές δοκιμασίες αναπνευστικού». Έκδοση: 1.1. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/MED1041/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

**Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Δεν περιέχει.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

**Πίνακες**

Δεν περιέχει.

