



Λειτουργικός Έλεγχος της Αναπνοής Σύγχρονες εξελίξεις και κλινικές εφαρμογές

Άννα Τζώρτζη

MD, FCCP, Πνευμονολόγος
Founder - Scientific Director PNEUMON CENTER
Πνευμονολογικό Ιατρείο - Εργαστήριο
Λειτουργικού Ελέγχου της Αναπνοής

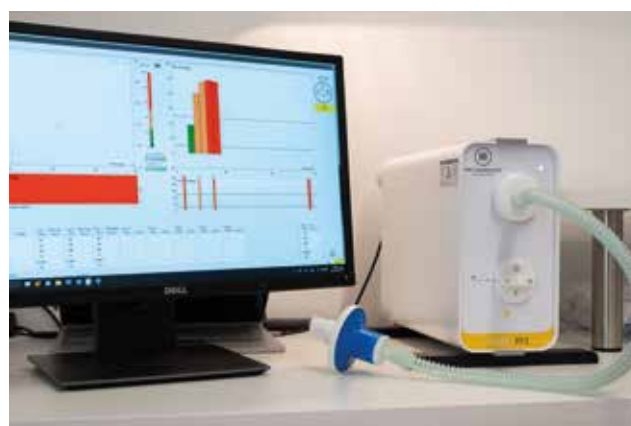


Ο έλεγχος της Μηχανικής της Αναπνοής μετράει ήδη 175 χρόνια. Το σύγχρονο εργαστήριο Λειτουργικού Ελέγχου, βασισμένο στις ίδιες σταθερές αρχές φυσιολογίας, δεν παρέμεινε στατικό. Η ψηφιακή εξέλιξη και συνεχής βελτίωση του εξοπλισμού του επιτρέπει την κλινική εφαρμογή νέων τεχνικών, ταχύτερη, ακριβέστερη προσέγγιση και καλύτερη οργάνωση, με συστήματα φιλικότερα στον χειριστή και τον εξεταζόμενο. Έτσι, μπορούμε σήμερα να εκτιμήσουμε ανώδυνα, μη επεμβατικά, κάθε πτυχή της αναπνευστικής λειτουργίας (κεντρική ρύθμιση της αναπνοής, αναπνευστική αντλία, ανταλλαγή αερίων).

Η καταγραφή της **καμπύλης ροής όγκου** σε εισπνοή - εκπνοή παρέχει διαγνωστικές πληροφορίες για τους αεραγωγούς, τον τύπο της διαταραχής (αποφρακτική, περιοριστική, μεικτή), την εντόπιση (κεντρική ή περιφερική), τη βαρύτητα και το στάδιο. Σε συνδυασμό με χορήγηση βρογχοδιαστολής, αναζητείται η αναστρεψιμότητα της βλάβης, εύρημα που χαρακτηρίζει κυρίως το άσθμα.

Για την απαιτητική μέτρηση του ενδοπνευμονικού όγκου αέρα, η **σωματική πληθυσμογραφία** είναι μέθοδος αναφοράς. Με εξελιγμένη καμπίνα σταθερού όγκου και βελτιωμένο λογισμικό, υπολογίζονται με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια η ολική πνευμονική χωρητικότητα, ο υπολειπόμενος όγκος αέρα - μη μετρήσιμος άμεσα, καθώς δεν εκπνέεται εν ζωή - και οι αντιστάσεις ροής (μέτρο της δυσκολίας στη ροή του αέρα μέσω των αεραγωγών). Η συγκεκριμένη εξέταση θέτει τη διάγνωση της περιοριστικής διαταραχής του αερισμού (σε διάμεσες πνευμονοπάθειες, πνευμονική ίνωση) και ανιχνεύει λειτουργικά χαρακτηριστικά της ΧΑΠ (αυξημένες αντιστάσεις ροής, υπερδιάταση, παγίδευση αέρα).

Η μέτρηση της **διαχυτικής ικανότητας** (μέθοδος μίας εισπνοής μείγματος μονοξειδίου του άνθρακα) εκτιμά την ικανότητα ανταλλαγής αναπνευστικών αερίων και την ακεραιότητα της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης, περιοχής που προσβάλλεται στις διάμεσες πνευμονοπάθειες, αλλά και σε αυτοάνοσα συστηματικά νοσήματα με πνευμονική συμμετοχή.



Στο πλαίσιο της κεντρικής ρύθμισης της αναπνοής, η **πίεση σύγκλεισης** - P01 εκτιμά την αναπνευστική ενόρμηση (νευρωνικό ερέθισμα από το αναπνευστικό κέντρο στην αναπνευστική αντλία, για προσαρμογή του έργου της αναπνοής στις απαιτήσεις του αερισμού). Πρόκειται για την πίεση που αναπτύσσεται στο πρώτο εκατοστό του δευτερολέπτου μιας εισπνοής με κλειστό αεραγωγό και είναι μέτρο της εισπνευστικής προσπάθειας. Επιτρέπει την εκτίμηση του έργου της αναπνοής, σε ΧΑΠ, αναπνευστική και καρδιακή ανεπάρκεια, νευρομυϊκή νόσο, καθώς και τη δυνατότητα απογαλακτισμού από τον αναπνευστήρα.

Επί νευρομυϊκής νόσου (ALS) ή παθολογίας του διαφράγματος, η διάγνωση διευκολύνεται με μέτρηση της μέγιστης εισπνευστικής (MIP) και μέγιστης εκπνευστικής πίεσης (MEP), μέτρο της **ισχύος των αναπνευστικών μυών**.

Στο πεδίο των εξαναγκασμένων ταλαντώσεων (FOT), αν και η έρευνα άρχισε το 1956 (duBois) και η τροποποιημένη εκδοχή της, η **παλμική ταλαντωσιμετρία** (IOS) το 1975 (Michaelson), η ενσωμάτωσή της στην κλινική πρακτική έγινε εφικτή αργότερα, με τον σχεδιασμό εύχρηστων εμπορικών συστημάτων.

Εφαρμόζοντας στο στόμα ταλαντώσεις διαφορετικών συχνοτήτων, η τεχνική IOS επιτρέπει την άμεση εκτίμηση της μηχανικής ολόκληρου του αναπνευστικού συστήματος και παρέχει πληροφορίες για την απόφραξη κεντρικών ή περιφερικών αεραγωγών και για τις ελαστικές ιδιότητες - διατασιμότητα του συστήματος. Πιο ευαίσθητη από τη σπιρομέτρηση στην πρώιμη διάγνωση της ΧΑΠ, συσχετίζεται καλύτερα με τα αναπνευστικά συμπτώματα, τη βρογχική υπεραντιδραστικότητα και την ανταπόκριση του άσθματος στη θεραπεία.



Είναι η μοναδική αναπνευστική δοκιμασία που εξετάζει την ήρεμη αναπνοή, πλεονέκτημα που την καθιστά ιδανική για παιδιά και ηλικιωμένους.

Η ερευνητική δραστηριότητα με αντικείμενο τον εκπνεόμενο αέρα μετράει ήδη περισσότερο από 2 δεκαετίες. Στην καθημερινή πρακτική, σημαντική θέση έχει η μέτρηση του **εκπνεόμενου μονοξειδίου αζώτου**. Δείκτης φλεγμονής του αναπνευστικού συστήματος επιτρέπει τη διάγνωση και εκτίμηση του βαθμού φλεγμονής των αεραγωγών (άσθμα), κυψελίδων (διάμεσες πνευμονοπάθειες) ή ρινός (κυστική ίνωση, δυσκίνησία κροσσών). Η σημαντικότερη και πιο συχνή εφαρμογή της μεθόδου είναι στο άσθμα, καθώς συσχετίζεται με το μονοπάτι φλεγμονής τύπου II, όπως τα ηωσινοφίλα και η Ολική IgE, τα δε επίπεδά του παρακολουθούν την έξαρση και την ανταπόκριση στη θεραπεία με κορτικοειδή και βιολογικούς παράγοντες.

Το ψυχόμενο εκνέφωμα της αναπνοής (**exhaled breath condensate**), σε ερευνητικό επίπεδο ακόμα, θεωρείται ένα «δυνάμει υγρό βιολογικό υπόστρωμα» προς αναζήτηση του πρώιμου, μεταβολικού, πρωτεομικού και γενομικού αποτυπώματος νόσων διαφόρων συστημάτων.

Στο πεδίο της αυτοματοποιημένης ερμηνείας, σταθμό αποτελεί η χρήση της Μηχανικής Μάθησης (ML) η οποία, χωρίς να εγκλωβίζεται σε προκαθορισμένα πρότυπα («unsupervised»), αναλύει συνεχή αριθμητικά και γραφικά δεδομένα και, στη βάση μιας «probabilistic» προσέγγισης, μπορεί να ανιχνεύει ομάδες δεδομένων με κοινά χαρακτηριστικά, ώστε αναμένεται να αναδείξει νέα, πρώιμα πρότυπα φυσιολογικών διαταραχών, ενδεχομένως μη ανιχνεύσιμα σήμερα. Η ανάλυση του ανθρώπινου γονιδιώματος σε συδυασμό με μελέτες μεγάλων πληθυσμών και ταχεία ανάλυση μαζικών δεδομένων, μέσω της Τεχνητής Νοημοσύνης, αναμένεται να αναδείξει νέους φαινοτύπους και βιο-δείκτες, στοχεύοντας σε πρώιμη διάγνωση και σχεδιασμό νέων θεραπειών, στο πλαίσιο ανάπτυξης και εξέλιξης της ιατρικής ακριβείας.

