



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εκτίμηση αναπνευστικής λειτουργίας
εργαζομένων πισίνας κέντρου αποκατάστασης
και αποθεραπείας**

**Μπαδάνη Εμμανουέλα
Φυσικοθεραπεύτρια**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

**Γουργουλιάνης Ι. Κωνσταντίνος, Καθηγητής Πνευμονολογίας
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας,
Διευθυντής Πνευμονολογικής Κλινικής και Πρύτανης Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας,
Επιβλέπων Καθηγητής**

**Δανιήλ Ζωή, Πνευμονολόγος Καθηγήτρια Πνευμονολογίας ΠΘ
Μέλος Τριμελούς Επιτροπής**

**Καρέτση Ελένη, Επιμελήτρια Α' Πνευμονολογικής Κλινικής Π.Γ.Ν.Α
Μέλος Τριμελούς Επιτροπής**

Λάρισα, 2018



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ
ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**



**Evaluation of respiratory function in pool workers at
Recovery and Rehabilitation center**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| Τίτλος κεφαλαίου | Σελ. |
|---|------|
| Περιεχόμενα | 3 |
| Πρόλογος – Ευχαριστίες | 5 |
| Περίληψη | 6 |
| Abstract | 7 |
| Εισαγωγή | 8 |
| Γενικό μέρος | 9 |
| 1.Αναπνευστικό σύστημα | 9 |
| 1.1 Δομές αναπνευστικού συστήματος..... | 9 |
| 1.2 Εισπνοή-Εκπνοή..... | 9 |
| 1.3 Πνευμονικοί όγκοι και χωρητικότητες..... | 10 |
| 2.Κλειστή πισίνα και Υγεία | 12 |
| 2.1 Άσκηση στο νερό και Υγεία..... | 12 |
| 2.1.1 Η θετική επίδραση της άσκησης στο νερό στην υγεία..... | 12 |
| 2.1.2 Η αρνητική επίδραση της άσκησης στο νερό στην υγεία..... | 12 |
| 2.2 Βλαπτικοί παράγοντες της κλειστής πισίνας και οι επιπτώσεις στην υγεία..... | 12 |
| 2.2.1 Μέθοδος απολύμανσης του νερού με χλώριο..... | 12 |
| 2.2.2 Υποπροϊόντα χλωρίωσης..... | 13 |
| 2.2.3 Επιπτώσεις στην υγεία..... | 15 |
| 3.Επίδραση του χλωρίου στο αναπνευστικό σύστημα | 16 |
| 3.1 Επιδημιολογικές μελέτες..... | 16 |
| 3.2 Επίδραση στο ανώτερο αναπνευστικό σύστημα..... | 21 |
| 3.3 Επίδραση στο κατώτερο αναπνευστικό σύστημα..... | 21 |
| 4.Σπιρομέτρηση | 25 |
| 5.Μέτρηση εκπνεόμενου μονοξειδίου του αζώτου | 26 |
| 6. Καρδιοαναπνευστική Δοκιμασία κόπωσης | 27 |
| Ειδικό μέρος | 28 |
| 7.Μεθοδολογία | 28 |
| 7.1 Σκοπός..... | 28 |
| 7.2 Ερευνητική διαδικασία και εργαλεία..... | 29 |
| 7.3 Ανάλυση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων της έρευνας..... | 30 |
| 8.Αποτελέσματα | 32 |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 8.1 Περιγραφικά χαρακτηριστικά..... | 32 |
| 8.2 Ερευνητικά ερωτήματα..... | 33 |
| 9.Συζήτηση..... | 49 |
| Βιβλιογραφικές αναφορές..... | 53 |

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή εκπονήθηκε ως Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία στο πλαίσιο του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Άσκηση, Εργοσπιρομετρία και Αποκατάσταση» του Τμήματος Ιατρικής και του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γουργουλιάνη Κωνσταντίνο, Καθηγητή Πνευμονολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Διευθυντή Πνευμονολογικής Κλινικής και Πρύτανη Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την πολύτιμη βοήθεια στην υλοποίηση της μεταπτυχιακής διατριβής.

Ακόμη οφείλω να ευχαριστήσω τους πνευμονολόγους της Πνευμονολογικής Κλινικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Λάρισας, κα Καρέτση Ελένη, κ. Λαδιά Σπύρο, κ. Μπούτλα Στέλιο καθώς και τον εργοφυσιολόγο κ. Σταύρου Βασίλη που συνετέλεσαν ώστε να γίνει η συλλογή των ερευνητικών δεδομένων.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους εργαζόμενους της πισίνας του Κ.Α.Α Animus που δέχθηκαν να πάρουν μέρος στη μελέτη καθώς και όλη τη διοίκηση του κέντρου και ιδιαίτερα την κα Κωνσταντινίδου Ελίζα γιατί πίστεψε σε εμένα και μου έδωσε τη δύναμη για να τα καταφέρω.

Τέλος δεν θα μπορούσα να μην αναφερθώ στον άντρα μου Καλπουζάνη Χρήστο που με στήριξε από την αρχή μέχρι το τέλος, ήταν δίπλα μου σε κάθε βήμα εύκολο ή δύσκολο και δεν θα μπορούσα να τα καταφέρω χωρίς εκείνον, για αυτό το λόγο του αφιερώνω την εργασία.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους!

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Το χλωριωμένο περιβάλλον της πισίνας συμβάλλει στην ανάπτυξη αναπνευστικών συμπτωμάτων σε κολυμβητές, ναυαγοσώστες, συντηρητές πισίνας και προπονητές κολύμβησης.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εκτίμηση της αναπνευστικής λειτουργίας σε εργαζόμενους κλειστής πισίνας κέντρου αποκατάστασης και αποθεραπείας και η μελέτη της αλληλεπίδρασης με το εργασιακό περιβάλλον.

Υλικό και Μέθοδοι: 11 εργαζόμενοι κλειστής πισίνας κέντρου αποκατάστασης και αποθεραπείας, υποβλήθησαν σε έξι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις λειτουργικού ελέγχου αναπνοής και εκπνεόμενο μονοξειδίου του αζώτου, στην αρχή και στο τέλος της εβδομάδας καθώς και σε καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης. Ακόμη μέσω ερωτηματολογίου έγινε συλλογή των περιγραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος. Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα PASW Statistic 22.

Αποτελέσματα: Δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τελική και στην αρχική μέτρηση των FEV₁ (p=0.147), PEF (p=0.791), FVC (p=0.458) και FeNO (0.663). Στατιστικώς, βρέθηκε διαφορετική συμπεριφορά ανάλογα με τα χρόνια εργασίας, τη διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας, τη διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας, το φύλο και την καπνισματική συνήθεια, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα των επαναληπτικών μετρήσεων FEV₁, FVC, PEF και FeNO. Συγκεκριμένα στις εξής περιπτώσεις: Α (ανάλογα με το φύλο) και την FEV₁(p<0.001), FVC(p<0.001), PEF (p=0.002) και Β (ανάλογα με την καπνισματική συνήθεια) και την FEV₁ (p<0.001), FVC (p<0.001), PEF (p=0.007). Η κατανάλωση οξυγόνου στο μέγιστο της δοκιμασίας ως ποσοστό της προβλεπόμενης τιμής των εργαζομένων (VO₂peak % προβλ=97,82±16,6) ήταν εντός φυσιολογικών ορίων.

Συμπεράσματα: Αν και ο αριθμός του δείγματος είναι μικρός, προκύπτει ότι το χλώριο δεν εμφανίζει επίδραση με την αναπνευστική λειτουργία και την φυσική κατάσταση. Το φύλο και η καπνιστική συνήθεια επηρεάζει τους δείκτες πνευμονικής λειτουργίας.

Λέξεις κλειδιά: εργαζόμενοι πισίνας, χλώριο, αναπνευστική λειτουργία, εκπνεόμενο μονοξείδιο του αζώτου, καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης

ABSTRACT

Background: The chlorinated pool environment contributes to the development of respiratory symptoms in swimmers, lifeguards, pool maintainers and swimming coaches.

Aim: The purpose of this study is to evaluate the respiratory function of workers in a closed swimming pool of a recovery and rehabilitation center and to study the interaction with the working environment.

Material and methods: 11 workers of closed swimming pool at recovery and rehabilitation center, performed to six repeated measures of pulmonary function test and exhaled nitric oxide level test, in the beginning and in the end of the week, plus a cardiopulmonary exercise test on a cycle ergometer. To collect the descriptive features of the sample we have been used questionnaire. PASW Statistics 22 program was used for statistical analysis of the data.

Results: No statistically significant difference was found between the final and the initial measurement of FEV₁ (p=0.147), PEF (p=0.791), FVC (p=0.458) και FeNO (0.663). Statistically, it was found different behavior accordingly with years of work, duration of presence in the indoor pool area, duration of presence in pool water, sex and smoking habits, as long as we run the time levels of repeated measurements FEV₁, FVC, PEF and FeNO. Specifically in the following cases: A (according to sex) and FEV₁ (p<0.001), FVC (p<0.001), PEF (p=0.002) and B (according to smoking habit) and FEV₁ (p<0.001), FVC (p<0.001), PEF (p=0.007). The oxygen consumption at the maximum of the test as a percentage of the predicted employee rate (VO₂peak % pred=97,82±16,6) was within normal limits.

Conclusion: Although the sample number is small, chlorine does not show any effect on respiratory function and physical condition. Gender and smoking habits affect pulmonary function markers.

Keywords: pool workers, chlorine, respiratory function, exhaled nitric oxide, cardiopulmonary exercise test

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η άσκηση στην πισίνα χρησιμοποιώντας τις ιδιότητες του νερού συμβάλλει στην αποκατάσταση ποικίλων παθήσεων, μειώνοντας τα επίπεδα του πόνου σε επίπεδο αρθρώσεων και βελτιώνοντας την φυσική κατάσταση [1].

Για να εξασφαλιστεί η ασφάλεια των επισκεπτών της πισίνας από τους παθογόνους παράγοντες πραγματοποιείται χλωρίωση. Το χλώριο εκτός από την απολυμαντική του δράση όταν έρχεται σε επαφή με ούρα, σάλιο και ιδρώτα σχηματίζει επιβλαβείς παραπροϊόντα, τις χλωραμίνες. Οι χλωραμίνες ανήκουν στην κατηγορία των ανόργανων ενώσεων και περιλαμβάνουν την μονοχλωραμίνη (NH_2Cl), διχλωραμίνη (NHCl_2) και τριχλωραμίνη (NCl_3). Η NCl_3 λόγω του ότι απελευθερώνεται στον αέρα προκαλεί ερεθισμό στα μάτια και στο ανώτερο αναπνευστικό. Για το λόγο αυτό ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει εκδόσει οδηγίες σχετικά με τα όρια των χημικών συστατικών στην πισίνα και τους κινδύνους για την υγεία.[2] Οι NCl_3 φαίνεται να επιδρούν στο επιθήλιο των αεραγωγών και να συμβάλλουν στην ανάπτυξη διαταραχών αναπνευστικού συστήματος [3], συμπτώματα του ανώτερου αναπνευστικού έχουν συνδεθεί με αυξημένα επίπεδα χλωραμίνης, με την έκθεση στην NCl_3 να είναι η πιο σημαντική αιτία για την αυξημένη επικράτηση των συμπτωμάτων.[4] Εκτός από τα επίπεδα των NCl_3 , τα επίπεδα των τριαλογονομεθανίων (THMs) στον αέρα σχετίζονται με την εμφάνιση παρόμοιων συμπτωμάτων. Οι ναυαγασώστες και οι προπονητές είχαν το πιο υψηλό μέσο όρο THMs και υψηλό κίνδυνο εμφάνισης οφθαλμολογικών ερεθισμών και αναπνευστικών διαταραχών όπως δύσπνοια ή άσθμα.[5]

Οι εργαζόμενοι σε κλειστούς χώρους πισίνας εμφανίζουν αυξημένη συχνότητα αναπνευστικών συμπτωμάτων σε σύγκριση με εργαζόμενους γραφείου [4]. Η υπεραντίδραση των αεραγωγών από το χλώριο και τα υποπροϊόντα του, κυρίως της τριχλωραμίνης, εκτός από τους ελίτ αθλητές [6], τους κολυμβητές επιδρά και στους εργαζόμενους πισίνας [7]. Μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης συμπτωμάτων παρουσιάζουν οι ναυαγασώστες και οι προπονητές [5]. Τα συμπτώματα αφορούν κυρίως το ανώτερο αναπνευστικό σύστημα [4,3,7,5] αλλά υπάρχουν και συμπτώματα ενδεικτικά ασθματικής αντίδρασης [4,7,8,3,9]. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί οφθαλμικά και ρινικά συμπτώματα, πονόλαιμος, φτέρνισμα, κόκκινα μάτια κ.α [10,4,3,5,11]. Επιπλέον, εκτός από τους κολυμβητές, τους ελίτ αθλητές και οι ναυαγασώστες παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα για άσθμα όταν εκτίθενται συχνά σε χλωριωμένη πισίνα [8].

Η έντονη μακροχρόνια προπόνηση κολύμβησης σε χλωριωμένη κλειστή πισίνα συσχετίζεται με αλλαγές των αεραγωγών παρόμοιες με το ήπιο άσθμα [3]. Επιπρόσθετα η κολύμβηση σε χλωριωμένη πισίνα μπορεί να επιφέρει αυξημένο μέσο όρο του βιοδείκτη διαπερατότητας δέρματος (CC16), μειωμένο FEF_{25-75} όπου σχετίζεται με βλάβη κατώτερων αεραγωγών και μειωμένο FEV_1 (ταχέως εκπνεόμενος όγκος αέρα σε 1s) συγκριτικά με τη κολύμβηση σε πισίνα με όζον.[12]

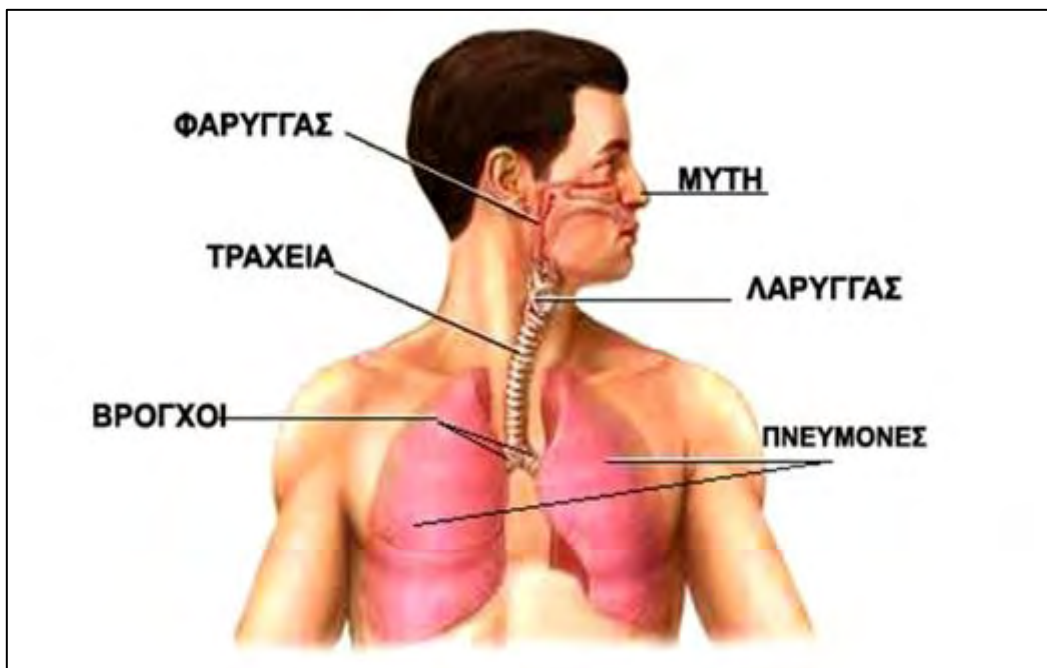
Θέμα μελέτης αποτελεί και το άσθμα συσχετιζόμενο με τον εργασιακό χώρο (WRA). Σύμφωνα με αμερικάνικη μελέτη τα πιο συνηθισμένα επαγγέλματα που αναπτύσσουν επιβεβαιωμένο WRA είναι οι ναυαγασώστες και οι συντηρητές πισίνας [13]. Το άσθμα που σχετίζεται με την πισίνα μπορεί να συμβεί σε εργαζόμενους που δεν εισέρχονται στο νερό. Επομένως, ο αέρας πάνω από τις εσωτερικές πισίνες πρέπει να αξιολογείται και να διαχειρίζεται με προσοχή όσο και το νερό.[14]

Από τα παραπάνω εύκολα συνάγεται ότι οι εργαζόμενοι σε κλειστή πισίνα ανεξαρτήτου επαφής με το νερό πιθανότατα θα αναπτύξουν αναπνευστικά προβλήματα. Αυτή η εργασία αποσκοπεί στο να διερευνήσει την αναπνευστική λειτουργία των εργαζομένων σε χώρο κλειστής πισίνας κέντρου αποκατάστασης και αποθεραπείας και να μελετήσει την επίπτωση που έχει το χλωριωμένο περιβάλλον στην εμφάνιση αναπνευστικών συμπτωμάτων, στους δείκτες αναπνευστικής λειτουργίας και στην φυσική τους κατάσταση.

1.ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

1. Δομές αναπνευστικού συστήματος

Το αναπνευστικό σύστημα συγκροτείται από κοίλα όργανα όπως το στόμα και τη μύτη, το λάρυγγα και το φάρυγγα, τους πνεύμονες, καθώς και από αεροφόρους σωλήνες όπως την τραχεία, τους βρόγχους και τα βρογχιόλια. Χωρίζεται σε ανώτερο και κατώτερο αναπνευστικό σύστημα (Εικόνα 1). Το ανώτερο αναπνευστικό σύστημα περιλαμβάνει την ρινική και στοματική κοιλότητα και το φάρυγγα ενώ το κατώτερο αναπνευστικό σύστημα απαρτίζεται από το λάρυγγα, την τραχεία, τους πνεύμονες και τους βρόγχους. Κύρια λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος είναι η συνεχόμενη ανταλλαγή αερίων με το περιβάλλον. [15]



Εικόνα 1: Ανώτερο και κατώτερο αναπνευστικό σύστημα (Ανατύπωση από <http://94.70.166.103:84/el-gr/%CE%B9%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%B7%CE%B2%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CE%B8%CE%B7%CE%BA%CE%B7/viv13el-gr.aspx>)

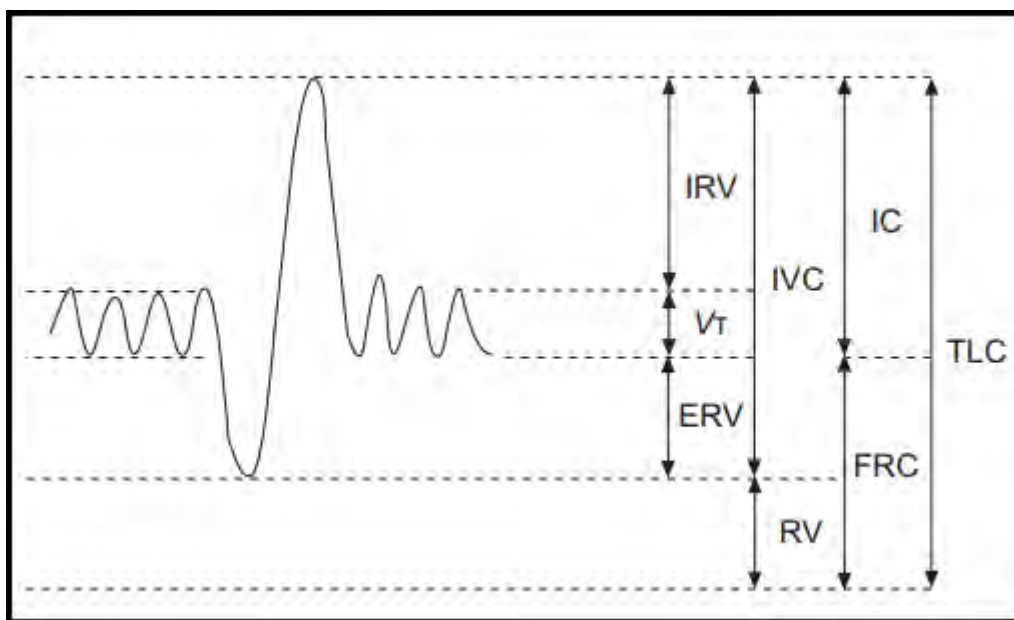
1.2.Εισπνοή-Εκπνοή

Μέσω της αναπνοής γίνεται πρόσληψη οξυγόνου (O_2) από τον ατμοσφαιρικό αέρα και αποβολή του προϊόντος των καύσεων των ιστών, το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Οι φάσεις της αναπνοής είναι δύο, η εισπνοή και η εκπνοή. Κατά την εισπνοή αυξάνεται η χωρητικότητα του θώρακα στην κάθετη, προσθιοπίσθια και την εγκάρσια διάμετρο. Η κάθετη διάμετρο αυξάνεται λόγω της κάθετης κίνησης του διαφράγματος και η προσθιοπίσθια και η εγκάρσια διάμετρο αυξάνεται λόγω της σύσπασης των μεσοπλευρίων μυών. Επομένως, υπάρχει αύξηση του όγκου της θωρακικής κοιλότητας, προκαλώντας την είσοδο ατμοσφαιρικού αέρα στους πνεύμονες. Η εκπνοή σε αντίθεση από την εισπνοή είναι μία

παθητική κίνηση, Οι μεσοπλεύριοι μύες και το διάφραγμα βρίσκονται σε χάλαση, με αποτέλεσμα την επαναφορά της θωρακικής κοιλότητας σε «βασική» τάση και επομένως τη μείωση του όγκου της. Έτσι, οι πνεύμονες συμπιέζονται και ο αέρας ωθείται προς τα έξω.[15]

1.3. Πνευμονικοί όγκοι και χωρητικότητες

Σε κατάσταση ηρεμίας η αναπνοή επιτρέπει ανταλλαγή αέρα που αντιστοιχεί στον αναπνεόμενο όγκο (Tidal Volume- V_T). Σε μέγιστη εισπνευστική προσπάθεια επιτρέπεται πρόσληψη επιπλέον από τον αναπνεόμενο όγκο αντιστοιχεί στον εφεδρικό εισπνεόμενο όγκο (Inspiratory Reserve Volume, IRV) ενώ μετά την παθητική εκπνοή, η μέγιστη εκπνευστική προσπάθεια αποτελεί τον εφεδρικό εκπνεόμενο όγκο (Expiratory Reserve Volume, ERV). Ο υπολειπόμενος όγκος (Residual Volume, RV) ορίζεται ως ο αέρας που παραμένει στους πνεύμονες μετά από μέγιστη εκπνοή. [16]



Εικόνα 2: Πνευμονικοί όγκοι και χωρητικότητες (Ανατύπωση από Wanger J, Clausen JL, Coates A, Pedersen OF, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Crapo R, Enright P, van der Grinten CP, Gustafsson P, Hankinson J, Jensen R, Johnson D, Macintyre N, McKay R, Miller MR, Navajas D, Pellegrino R, Viegi G. Standardization of the measurement of lung volumes. Eur Respir J 2005; 26: 511–522)

Τα αθροίσματα δύο ή και περισσότερων στατικών πνευμονικών όγκων σε διαφορετικούς συνδυασμούς ονομάζονται πνευμονικές χωρητικότητες και αυτές είναι [15] (Εικόνα 2):

- Η Ολική Πνευμονική Χωρητικότητα (Total Lung Capacity, TLC): είναι το άθροισμα όλων των στατικών πνευμονικών όγκων, δηλαδή το άθροισμα του αναπνεόμενου όγκου, του εισπνευστικού εφεδρικού όγκου, του εκπνευστικού εφεδρικού όγκου και του υπολειπόμενου όγκου.

- Η Ζωτική Χωρητικότητα (Vital Capacity, VC): είναι ο μέγιστος όγκος αέρα που μπορεί να εκπνέεται μετά το τέλος μιας μέγιστης εισπνευστικής προσπάθειας. Δηλαδή, είναι το άθροισμα του αναπνεόμενου όγκου, του εισπνευστικού εφεδρικού όγκου και του εκπνευστικού εφεδρικού όγκου. Η ζωτική χωρητικότητα αποτελεί περί το 80% της ολικής πνευμονικής χωρητικότητας.
- Η Εισπνευστική Χωρητικότητα (Inspiratory Capacity, IC): είναι ο μέγιστος όγκος αέρα που είναι δυνατόν να εισπνευσθεί μετά το τέλος μιας ήρεμης εκπνοής, και είναι το άθροισμα του αναπνεόμενου όγκου και του εισπνευστικού εφεδρικού όγκου.
- Η Λειτουργική Υπολειπόμενη Χωρητικότητα (Functional Residual Capacity FRC): είναι ο όγκος του αέρα που παραμένει μέσα στους πνεύμονες μετά το τέλος μιας ήρεμης εκπνοής και αποτελεί το άθροισμα του εκπνευστικού εφεδρικού όγκου και του υπολειπόμενου όγκου αέρα.

2. ΚΛΕΙΣΤΗ ΠΙΣΙΝΑ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

2.1. Άσκηση στο νερό και υγεία

Για πολλούς ανθρώπους η κολύμβηση, το τζόκινγκ και η αεροβική στο νερό αποτελούν σωματική άσκηση, με σημαντικά οφέλη για την υγεία συγκρίσιμα με εκείνα από το περπάτημα και το τρέξιμο.[17]

2.1.1. Η θετική επίδραση της άσκηση στο νερό στην υγεία.

Η άσκηση στο νερό σε οποιαδήποτε μορφή επιδρά στην σωματική αλλά και ψυχική υγεία. Ειδικότερα, προτείνεται σαν μορφή άσκησης σε άτομα με χρόνιες παθήσεις όπως ρευματοειδή αρθρίτιδα, σακχαρώδης διαβήτης και καρδιοπάθειες. Η κολύμβηση φαίνεται να είναι πιο απολαυστική με αποτέλεσμα τη ελάττωση του άγχους και της κατάθλιψης και τη βελτίωση της διάθεσης. Οι ασκούμενοι παρουσιάζουν μειωμένη πιθανότητα θανάτου συγκρινόμενοι με αδρανή άτομα.[18]

2.1.2. Η αρνητική επίδραση της άσκησης στο νερό στην υγεία.

Η κολύμβηση και κυρίως σε κλειστούς χώρους έχει αρνητική επίδραση προς την υγεία λόγω της χλωρίωσης και των παραπροϊόντων του χλωρίου.[12] Οι επιζήμιες επιπτώσεις δεν περιορίζονται μόνο σε κολυμβητές που έχουν άμεση επαφή με το νερό αλλά και στο προσωπικό της κλειστής πισίνας.[10] Όταν το χλώριο έρχεται σε επαφή με ούρα, σάλιο και ιδρώτα σχηματίζονται επιβλαβείς παραπροϊόντα τις χλωραμίνες οι οποίες προκαλούν προβλήματα στα μάτια, στο δέρμα και στο αναπνευστικό σύστημα για το λόγο αυτό ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει εκδόσει οδηγίες σχετικά με τα όρια των χημικών συστατικών στην πισίνα και τους κινδύνους για την υγεία.[2]

2.2. Βλαπτικοί παράγοντες της κλειστής πισίνας και οι επιπτώσεις στην υγεία.

2.2.1 Μέθοδος απολύμανσης του νερού με χλώριο.

Η απολύμανση με χλώριο αποτελεί τη πιο διαδεδομένη μέθοδος καθαρισμού σε κλειστές πισίνες. Το χλώριο μπορεί να προστεθεί στο νερό σαν αέρια μορφή (Cl_2), όπου και υδρολύεται σε υποχλωριώδους οξύ ($HOCl$), είτε σαν υποχλωριώδες νάτριο ($NaOCl$) ή υποχλωριώδες ασβέστιο ($Ca(OCl)_2$).[19]

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας προτείνει οι τιμές του ελεύθερου χλωρίου να μην υπερβαίνουν τα 3 mg/L για τις κλειστές πισίνες, ενώ για τις πισίνες αναψυχής να μην υπερβαίνουν τα 5 mg/L. Οι ελάχιστες συγκεντρώσεις του ελεύθερου χλωρίου ορίζονται στα 1 mg/L, ενώ οι τιμές του συνδυασμένου χλωρίου κυμαίνονται από 0.2 mg/L έως 0.5mg/L. Οι συγκεντρώσεις του ελεύθερου χλωρίου σε τιμές 0.5 mg/L ή χαμηλότερες είναι κατάλληλες όταν το χλώριο, χρησιμοποιείται συνδυαστικά με το όζον ή τις υπεριώδεις ακτίνες (UV). Η χρήση μεγάλων τιμών χλωρίου (εώς 20 mg/L), σαν δόση σοκ, μπορεί να διατηρήσει στην πισίνα τη μικροβιακή ποιότητα του νερού και να μειώσει τη συσσώρευση των χλωραμινών.[2]

2.2.2.Υποπροϊόντα χλωρίωσης

Τα απολυμαντικά στοιχεία δρουν στο νερό με άλλα χημικά συστικά και έτσι δημιουργούνται τα υποπροϊόντα απολύμανσης (disinfection by-products, DBPs) όπως απεικονίζονται και στην εικόνα 3. Οι ενώσεις αυτές μεταφέρονται στον αέρα πάνω από την πισίνα με τη μορφή αερίου ή σαν σταγονίδια με αποτέλεσμα το σχηματισμό χλωραμινών και τριαλομεθανίων.[2]



Εικόνα 3: Η αντίδραση του χλωρίου με το νερό και η δημιουργία DBP (Ανατύπωση από: Uyan Z.S, Carraro S, Piacentini G and Baraldi E. Swimming pool, Respiratory Health and Childhood Asthma: Should We Change Our Beliefs? *Pediatr Pulmonol.* 2009, 44:31-37.)

Στην κατηγορία των χλωραμινών ανήκουν η μονοχλωραμίνη, η διχλωροαμίνη και η τριχλωραμίνη. Αρχικά όταν το υποχλωριώδες οξύ (HClO), που οφείλεται στην υδρόλυση του χλωρίου, αντιδράσει με την αμμωνία (NH₃), θα δημιουργήσει τη μονοχλωραμίνη (NH₂Cl) (α), η οποία όταν θα αντιδράσει με το υποχλωριώδες οξύ (HClO) θα δημιουργήσει τη διχλωροαμίνη (NHCl₂) (β), η οποία όταν θα αντιδράσει με το υποχλωριώδες οξύ (HClO) θα σχηματιστεί η τριχλωραμίνη (NCl₃) (γ). Οι αντιδράσεις που για το σχηματισμό των χλωραμινών είναι [14]:

| |
|--|
| $\text{NH}_3 + \text{HClO} \rightarrow \text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \text{ (}\alpha\text{)}$ |
| $\text{NH}_2\text{Cl} + \text{HClO} \rightarrow \text{NHCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \text{ (}\beta\text{)}$ |
| $\text{NHCl}_2 + \text{HClO} \rightarrow \text{NCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \text{ (}\gamma\text{)}$ |

Σύμφωνα με τη διεθνή αρθρογραφία, τα υψηλά επίπεδα χλωραμινών στον αέρα και κυρίως της χλωραμίνης, έχει άμεσο αρνητικό αντίκτυπο στην υγεία με ερεθισμό των οφθαλμών και του αναπνευστικού συστήματος σε εργαζομένους και κολυμβητές.[11] Για το λόγο αυτό, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας η τιμή αναφοράς για την NCl_3 είναι τα 500 mg/m^3 . [2] Τα επίπεδα της NCl_3 δεν είναι σταθερά στις δημόσιες πισίνες λόγω της δόση του χλωρίου, της κατοχή της πισίνας, της υγιεινή των κολυμβητών, τη θερμοκρασία του νερού και του αέρα και την ανανέωση. Η μέση τιμή της NCl_3 σε δημόσια πισίνα κυμαίνεται από $300 - 500 \text{ mg/m}^3$ αλλά οι τιμές μπορούν να φθάσουν μέχρι 2000 mg/m^3 σε ψυχαγωγικές ή ανεπαρκώς αεριζόμενες πισίνες κυρίως σε περιόδους μέγιστης πληρότητας.[20]

Στην κατηγορία των τριαλομεθανίων (trihalomethanes-THMs) ανήκουν το βρωμοφόρμιο (CHBr_3), το διβρωμοχλωρομεθάνιο (CHClBr_2), το βρωμοδιχλωρομεθάνιο (CHCl_2Br) και το χλωροφόρμιο (CHCl_3) όπου και αναγνωρίζονται ως επικίνδυνες καρκινογόνες ουσίες για τον ανθρώπινο οργανισμό.[21]

Τα THMs εισέρχονται στον οργανισμό μέσω της αναπνευστικής οδού και του δέρματος. Η επαναλαμβανόμενη έκθεση μπορεί να προκαλέσει βλάβες σε όργανα του σώματος όπως το συκώτι, τα νεφρά, ο θυρεοειδής αδένας, το νευρικό σύστημα καθώς και οι ανεπιθύμητες ενέργειες στην κυκλοφορία του αίματος.[21]

$$\frac{\sum \text{βρωμοφόρμιο}}{\text{Κ.Τ βρωμοφόρμιο}} + \frac{\sum \text{διβρωμοχλωρομεθάνιο}}{\text{Κ.Τ διβρωμοχλωρομεθάνιο}} + \frac{\sum \text{βρωμοδιχλωρομεθάνιο}}{\text{Κ.Τ βρωμοδιχλωρομεθάνιο}} + \frac{\sum \text{χλωροφόρμιο}}{\text{Κ.Τ χλωροφόρμιο}} \leq 1$$

Σ= συγκέντρωση Κ.Τ= κατευθυντήρια τιμή

Εικόνα 4: εξίσωση σχετικά με τις τιμές των THMs στα πλαίσια πρόληψης της δημόσιας υγείας στο κολυμβητικό νερό.(Ανατύπωση από Mohammadreza H, Nader P, Rahim D. Potentially Hazardous Trihalomethanes (THMs) Levels in Chlorinated Swimming Pools' Water in Fars Province, Iran. J Health Sci Surveillance Sys. 2013;1[32]:67-69)

Προτείνεται μία εξίσωση από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας στα πλαίσια των κατευθυντήριων γραμμών για την πρόληψη της δημόσιας υγείας στο χώρο της πισίνας (Εικόνα 4) που αφορά τιμές των THMs.[21]

2.2.3 Επιπτώσεις στην υγεία

Οι χλωραμίνες σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία συνδέονται με τον ερεθισμό των ματιών και της αναπνευστικής οδού.[2,22] Η χλωριωμένη ατμόσφαιρα μπορεί να είναι επιζήμια για τον πνεύμονα λόγω του υψηλού επιπέδου χλωροφορμίου και της χλωραμίνης που βρίσκονται στον αέρα και το νερό. Υπάρχουν τρεις οδοί από τους οποίους μπορεί να εισέλθουν τα υποπροϊόντα χλωρίωσης, οι οποίοι είναι: η κατάποση, η δερματική ή βλεννογονική επαφή και η εισπνοή.[22]

Η κατάποση συνδέεται με την ηλικία και τους τύπους δραστηριότητας, ενώ οι βλεννογονική επαφή συνδέεται με την επαφή με το νερό. Κατά την εισπνοή τα DBPs που βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια του νερού εισέρχονται στην αναπνευστική οδό ανάλογα με τη μορφή αναπνοής, ρινική ή στοματική.[22] Ο μηχανισμός της εισπνοής έχει περιγραφεί μόνο για τους αθλητές όπου συνήθως συμβαίνει όταν αλλάζει η αναπνοή από ρινική, σε συνδυασμένη αναπνοή μύτης και στόματος και ο πνευμονικός αερισμός είναι μεγαλύτερος από 30 λίτρα το λεπτό. Εκείνη τη χρονική στιγμή παρουσιάζεται παράκαμψη του ρινοφαρυγγικό φίλτρου και το αεροζόλ διεισδύει πιο βαθιά στον πνεύμονα.[8]

Οι ναυαγιστές, οι εργαζόμενοι πισίνας και οι κολυμβητές, άτομα δηλαδή που συχνά εκτίθενται στο χλωριωμένο περιβάλλον της πισίνας αναφέρουν συμπτώματα που αφορούν τους αεραγωγούς.[23] Ακόμη, οι εργαζόμενοι σε χώρους πισίνας είτε σαν επιβλέποντες είτε σαν προπονητές κολύμβησης πιθανότητα να εμφανίσουν αναπνευστικά προβλήματα [19] και ενδέχεται να διατρέξουν κίνδυνο άσθματος [5,8]. Η ανάπτυξη του συνδρόμου δυσλειτουργίας αντιδραστικού βρόγχου (Reactive airways dysfunction syndrome-RADS) και ο υπεραερισμός συνδέονται με την παρατεταμένη χρήση χλωρίου.[8] Η χρόνια έκθεση σε παράγωγα χλωρίου έχει αρνητική επίπτωση στην αναπνευστική οδό των υψηλά προπονημένων αθλητών.[24] Τα συμπτώματα συνήθως είναι στο ανώτερο αναπνευστικό [23] αλλά έχει παρατηρηθεί αυξημένη υπερδραστηριοποίηση των αεραγωγών (AHR) [3] όπου μπορεί να είναι συμπτωματική ή ασυμπτωματική.[23]

Τα παιδιά σχολικής ηλικίας που παρακολουθούν κολύμβηση σε μικρές πισίνες εισπνέουν σχεδόν τη διπλάσια ποσότητα τριχλωραμίνης λόγω του μεγέθους της πισίνας και του αέρα γύρω από αυτήν [8] και οι επιπτώσεις μπορεί να είναι οξείες αλλά και χρόνιες [22].

3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ ΣΤΟ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Κίνητρο για τους ερευνητές έχει αποτελέσει η επίδραση του χλωριωμένου περιβάλλοντος στο αναπνευστικό σύστημα των ατόμων που αλληλεπιδρούν με αυτούς τους χώρους. Οι επιδημιολογικές μελέτες κυρίως επικεντρώνονται σε τέσσερις ομάδες: τους ναυαγосώστες, τους εργαζομένους πισίνας, τα παιδιά και τους αθλητές.[24]

3.1 Επιδημιολογικές μελέτες

Ομάδα Ναυαγосωστών

Οι ναυαγосώστες εκτίθενται χρόνια στο χλώριο.[24] Σύμφωνα με την μελέτη των Massin et al, οι οποίοι κατέγραψαν τη συχνότητα των οφθαλμικών και αναπνευστικών συμπτωμάτων σε δείγμα 334 ναυαγосωστών σε χώρους κλειστής πισίνας με τη χρήση ερωτηματολογίου, υπάρχει αυξημένη εμφάνιση των ερεθιστικών συμπτωμάτων σε σύγκριση με τα χρόνια αναπνευστικά συμπτώματα. Συγκεκριμένα ο επιπολασμός για τη χρόνια βρογχίτιδα και το άσθμα είναι 0% και για το χρόνιο βήχα ή φλέγματα είναι 14%, ενώ για τον τραχειοβρογχικό ερεθισμό είναι 9,3% και για τον ερεθισμό των ματιών ανέρχεται στο 85,7%.[25]

Μετά από λίγα χρόνια οι Thickett et al, παρουσίασαν τρεις περιπτώσεις ατόμων από τους οποίους δύο ήταν ναυαγосώστες που ανέπτυξαν WRA. Τα συμπτώματα ήταν συσχετιζόμενα με την εργασία αφού υπήρχε βελτίωση τις ημέρες αποχής από εργασία αλλά δεν ήταν πανομοιότυπα και στις δύο περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση η συμπτωματολογία περιλαμβάνει συριγμό, σφίξιμο στο στήθος, ξηρό λαιμό και πόνο στους οφθαλμούς ενώ στη δεύτερη περίπτωση υπήρχε βήχας, συριγμός και δυσκολία στην αναπνοή.[14]

Συμπτώματα σχετιζόμενα για την εργασία μελέτησαν και οι Demange et al, σε δείγμα 39 ναυαγосωστών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα υπήρχε αύξηση του επιπολασμού των οξέων ερεθιστικών συμπτωμάτων και στα δύο φύλα. Συγκεκριμένα από 30% για εμφάνιση λαρυγγικού ερεθίσματος στις γυναίκες μέχρι 72,4% για εμφάνιση οφθαλμικών συμπτωμάτων στους άντρες.[26]

Μία πρόσφατη μελέτη σε σχέση με τις προηγούμενες κατέγραψε τα συμπτώματα από 133 εργαζόμενους από τους οποίους οι ναυαγосώστες/ προπονητές αντιστοιχούν στο 61,7% του δείγματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη ρινική καταρροή (39% έναντι 19,6%), την απώλεια φωνής (52,4% έναντι 27,4%) και στο κρύωμα (72% έναντι 54,9%) σε σχέση με τους άλλους εργαζόμενους ($p < 0,05$). Επιπλέον οι ναυαγосώστες εμφανίζουν περισσότερο δερματικά συμπτώματα αλλά υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην εμφάνισή της μυκητίασης σε σχέση με τους άλλους εργαζόμενους ($p < 0,005$).[5]

Οι Bureau et al, το 2017 σε μελέτησαν τη σχέση μεταξύ της έκθεσης σε περιβάλλον εσωτερικού χώρου πισίνας και της αναπνευστική υγεία σε ναυαγосώστες. Το δείγμα της μελέτης ήταν 870 πρώην και εν

ενεργεία ναυαγοσώστες. Οι πρώην ναυαγοσώστες θα έπρεπε τους προηγούμενους 12 μήνες να μην έχουν εργαστεί και οι νυν ναυαγοσώστες να έχουν εργαστεί τους τελευταίους 12 μήνες. Για εργαλείο της μελέτης χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο στο οποίο καταγράφηκε η συχνότητα και διάρκεια αυτών αναφερόμενων ερεθιστικών και αναπνευστικών συμπτωμάτων, ξεχωριστά για την κάθε ομάδα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, το 78% του συνόλου δήλωσε ότι είχε τουλάχιστον ένα αναπνευστικό συμπτώματα τους προηγούμενους 12 μήνες και το 65% δήλωσε ότι είχε τουλάχιστον ένα αναπνευστικό σύμπτωμα εν ώρα εργασίας κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Ακόμη, ανάμεσα στους ναυαγοσώστες που ανέφεραν συμπτώματα κατά τη διάρκεια της εργασίας, η πλειοψηφία δήλωσε βελτίωση των συμπτωμάτων αφού είχαν φύγει από τον εργασιακό χώρο. Το 96% δήλωσε ερεθισμός στους οφθαλμούς, το 94% βήχα, το 92% συρίττουσα αναπνοή και το 91% φτέρνισμα και ερεθισμό του λαιμού. Επίσης, οι εν δράσει ναυαγοσώστες εμφάνιζαν περισσότερο κίνδυνο να εμφανίζουν συμπτώματα (βήχα, ερεθισμό του λαιμού, οφθαλμικό ερεθισμό και βραχνάδα) τους προηγούμενους 12 μήνες σε σύγκριση με αυτούς που δεν έχουν εκτεθεί στην κλειστή πισίνα. Επιπρόσθετα, το 23% του δείγματος είχε διαγνωστεί με άσθμα από τον γιατρό. Το 5% του δείγματος ανέπτυξε αφού είχε ξεκινήσει εργασία στην κλειστή πισίνα. Το 22% των ασθματικών ανέφεραν ότι τα συμπτώματα χειροτέρευαν κατά τη διάρκεια της εργασίας και το 12% εμφάνισαν από τουλάχιστον μία κρίση άσθματος. Οι ασθματικοί ναυαγοσώστες που έχουν εκτεθεί σε περισσότερες από 500 ώρες εργασίας τους προηγούμενους 12 μήνες παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο να εμφανίσουν κρίση άσθματος στην σύγκριση με τους μη ασθματικούς.[27]

Εργαζόμενοι πισίνας

Οι προπονητές κολύμβησης παρουσιάζουν συμπτώματα του ανωτέρω αναπνευστικού, τα οποία σχετίζονται με την εργασία όπως ιγμορίτιδα, χρόνιο κρύωμα και πονόλαιμος. Σε αυτό το συμπέρασμα κατέληξαν οι Jacobs et al, μέσα από μελέτη σε δείγμα 624 εργαζόμενους πισίνας σε 38 εγκαταστάσεις στην Ολλανδία. Με τη χρήση ερωτηματολογίου προσπάθησαν να καταγράψουν τα συμπτώματα που εμφανίζουν οι εργαζόμενοι στο χλωριωμένο περιβάλλον. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα άτομα που συνδύαζαν τη δουλειά του προπονητή και του ατόμου που είναι υπεύθυνο για την ασφαλείας πισίνας ανέφεραν περισσότερα συμπτώματα σχετιζόμενα με την εργασία και τα περισσότερα αφορούσαν το ανώτερο αναπνευστικό όπως ρινική καταρροή, φτέρνισμα, φαγούρα και υγρά μάτια. Επιπλέον σε σύγκριση με τον ολλανδικό γενικό πληθυσμό οι εργαζόμενοι πισίνας εμφανίζουν αυξημένο επιπολασμό συμπτωμάτων των αεραγωγών και έχουν από 1,4 μεγαλύτερη πιθανότητα για να εμφανίσουν σφίξιμο στο στήθος έως 7,4 μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης δύσπνοιας κατά τη διάρκεια βάδισης σε λεία επιφάνεια σε σύγκριση με άτομα της ίδιας ηλικίας.[4]

Σύμφωνα με ιταλική μελέτη επιπολασμού από τους Fantuzzi et al, που ερεύνησε τη συχνότητα των οφθαλμικών και δερματικών συμπτωμάτων σε εργαζόμενους σε 20 χώρος κλειστής πισίνας, τα συμπτώματα τα οποία καταγράφηκαν σε δείγμα 133 εργαζομένων αφορούν κυρίως το ανώτερο

αναπνευστικό σύστημα. Με τη χρήση αυτοδιαχειριζόμενων ερωτηματολογίων οι εργαζόμενοι εμφάνιζαν κρύωμα με συχνότητα 65,4%, έπειτα φτέρνισμα με 52,6%, κόκκινα μάτια με 48,9% και φαγούρα στα μάτια με 44,4% ενώ μόνο το 7,4% υποστήριξαν ότι εμφάνισαν άσθμα.[5]

Σε παρόμοια συμπτώματα με τις παραπάνω μελέτες κατέληξαν οι Nordberg et al, που προσπάθησαν να καταγράψουν τη συχνότητα των αναπνευστικών συμπτωμάτων σε δείγμα 1741 ατόμων με τη χρήση ερωτηματολογίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα πιο συχνός ήταν ο ερεθισμός των οφθαλμών με 37% έπειτα η ερεθισμένη μύτη με 29%, ο ερεθισμένος λαιμός με 24%, ο βήχας με 23% και η δύσπνοια με 13%. Μέσα από τη μελέτη τους κατέληξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των αριθμών των ωρών κατά τη διάρκεια μιας μέσης ημέρας που διανύθηκαν στο περιβάλλον της πισίνας, με το ποσοστό των εργαζομένων που ανέφεραν οξεία συμπτώματα κατά τη διάρκεια της εργασίας τους ($p < 0.01$).[28]

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των Nordberg et al, εκτιμώμενο είναι ότι η συχνότητα των συμπτωμάτων θα είναι ανάλογη με το χρόνο [28] όμως η μελέτη των Fornander et al, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι παρουσιάζεται μία διακύμανση ανάμεσα στα έτη. Η μελέτη αφορούσε 146 εργαζόμενους σε 46 εγκαταστάσεις κλειστής πισίνας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης το 1/5 δηλαδή το 17% των εργαζόμενων παρουσίασαν συμπτώματα στους αεραγωγούς σχετιζόμενα την εργασία. Οι εργαζόμενοι ανέφεραν διαφορετικά συμπτώματα όπως βήχας, βραχνιασμένος λαιμός, ρινική απόφραξη, ρινίτιδα και ξηρότητα οφθαλμών. Παρατηρήθηκε ότι στη σχέση συχνότητας συμπτωμάτων και έτη εργασίας παρουσιάζεται μία διακύμανση. Συγκεκριμένα τα άτομα που δούλευαν από τρία έτη και λιγότερο παρουσίασαν μία αύξηση των συμπτωμάτων (31%), ενώ τα άτομα που βρίσκονταν στο εργασιακό χώρο από 4-7 χρόνια παρουσίασαν μείωση των συμπτωμάτων (6%), ενώ στους εργαζόμενους που δούλευαν πάνω από 7 χρόνια η συχνότητα παρουσίασε αύξηση (22%).[9]

Οι εργαζόμενοι σε κλειστή πισίνα θα εμφανίσουν περισσότερο οφθαλμικά και ρινικά συμπτώματα σε σύγκριση με εργαζόμενους γραφείο που δεν εκτίθενται σε χλωριωμένο περιβάλλον, σύμφωνα με σουηδική μελέτη η οποία κατέγραψε τα συμπτώματα που εμφανίζονται στον χώρο της πισίνας χρησιμοποιώντας για ομάδα ελέγχου υπάλληλους γραφείου. Συγκεκριμένα ο κνησμός στα μάτια καταγράφηκε στους υπαλλήλους της πισίνας σε ποσοστό 36%, ενώ στην ομάδα ελέγχου σε ποσοστό 14%, τα οφθαλμικά συμπτώματα ανέρχονται σε 62% για την ομάδα μελέτης ενώ 37% στην ομάδα ελέγχου και η ρινική απόφραξη ανέρχεται σε ποσοστό 55% για την ομάδα μελέτης και 32% για την ομάδα ελέγχου.[11]

Παιδιά

Τα παιδιά αποτελούν ξεχωριστή κατηγορία στη μελέτη των ερευνητών με συχνό θέμα την επίπτωση της κολύμβησης στην αναπνευστική λειτουργία τους. Σύμφωνα με τους Carraro et al, η διαλείπουσα έκθεση σε παράγωγα χλωρίου δεν προκαλεί ηωσινοφιλική φλεγμονή των αεραγωγών σε παιδιά. Το

συμπέρασμα προέκυψε μετά από μελέτη 100 παιδιών που παρακολουθούσαν μαθήματα στην πισίνα και 141 παιδιών που αποτελούσε την ομάδα ελέγχου και με τη χρήση του εκπνεόμενου μονοξειδίου του αζώτου ώστε να εξεταστεί η φλεγμονή των αεραγωγών.[29]

Με την προηγούμενη έρευνα συμφωνεί και η μελέτη των Font-Ribera et al, που κατέληξε στο γεγονός ότι κολύμβηση δεν αυξάνει τον κίνδυνο άσθματος ή αλλεργικών συμπτωμάτων σε παιδιά. Συγκεκριμένα είναι η πρώτη μεγάλη διαμήκης προοπτική μελέτη με αριθμό δείγματος 5738 παιδιά ηλικίας 7 και 10 ετών. Από την ίδια μελέτη προέκυψε ότι η κολύμβηση σχετίζεται με αύξηση της πνευμονικής λειτουργίας και μείωση των συμπτωμάτων άσθματος κυρίως τα παιδιά που προϋπήρχε αναπνευστική πάθηση.[30]

Ο ίδιος ερευνητής τρία χρόνια αργότερα αξιολόγησε τη σχέση μεταξύ της παρουσίας των παιδιών σε κλειστή πισίνα κατά τη διάρκεια της σχολικής ηλικίας και την αναπνευστική και δερματική κατάστασή τους. Η μελέτη αφορούσε παιδιά ηλικίας 6 έως 12 ετών και το δείγμα ανερχόταν σε 2.758 παιδιά. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η συχνή κολύμβηση δεν αυξήσε την εμφάνιση αναπνευστικών ή αλλεργικών ή δερματολογικών συμπτωμάτων σε παιδιά σχολικής ηλικίας. Από την άλλη μεριά, από τη μελέτη προκύπτει ότι η κολύμβηση δεν αυξάνει το ποσοστό εμφάνισης άσθματος ή συριγμού.[31]

Αθλητές

Συμπτώματα ανώτερων και κατώτερων αεραγωγών συχνά αναφέρονται από κολυμβητές λόγω έκθεσης στο χλωριωμένο περιβάλλον της πισίνας.[23] Η ρινική απόφραξη, η ρινόρροια, το φτέρνισμα και η ρινική φαγούρα αποτελούν τα πιο συχνά ευρήματα σε επιδημιολογικές μελέτες. [23,3] Ο συνδυασμός της χρόνιας έκθεσης σε DBPs και η χρόνια άσκηση σε αθλήματα αντοχής μπορεί να οδηγήσει σε δυσλειτουργία των αεραγωγών σε ελίτ αθλητές με ή χωρίς ιστορικό αναπνευστικών διαταραχών.[32] Επιπλέον και στους αθλητές αγωνιστικού επιπέδου επέρχονται αλλαγές στην πνευμονική λειτουργία και υπάρχει φλεγμονώδης αντίδραση και αναδιαμόρφωση των αεραγωγών.[23] Πιο συγκεκριμένα έχει παρατηρηθεί αυξημένη υπέρδραστηριοποίηση των αεραγωγών.[23,3] Σε μελέτη βρογχικών βιοψιών σε αθλητές παρατηρήθηκαν παρόμοιες φλεγμονώδεις αλλαγές που συναντιούνται σε ασθματικούς ασθενείς μέτριου βαθμού.[3] Ακόμη ο αθλητής κολύμβησης μπορεί να εμφανίσει επαγόμενο από την άσκηση βρογχόσπασμο και συμπτώματα παρόμοια του άσθματος.[23]

Οι Ondolo et al, κατέγραψαν τη συχνότητα των ρινικών συμπτωμάτων σε 150 κολυμβητές με τη χρήση ερωτηματολογίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το 35% των κολυμβητών ανέφερε εμφάνιση ρινικών συμπτωμάτων όπως ρινική απόφραξη, ρινόρροια και φτέρνισμα μετά την προπόνηση (συμπτώματα παραρρινοκολπίτιδας). Στη συνέχεια ένα πιο μικρό ποσοστό, το 17% των κολυμβητών ανέφερε αύξηση της συχνότητας των διαταραχών στους ρινικούς κόλπους από τη στιγμή που άρχισαν να πηγαίνουν στην πισίνα.[33]

Οι Fernández-Luna et al, όπως και οι προηγούμενοι ερευνητές προσπάθησαν να καταγράψουν τη συχνότητα των παθήσεων σύμφωνα με τις αναφορές των κολυμβητών. Το δείγμα δεν ήταν όμως αθλητές αλλά άτομα που κολύμπησαν σε χλωριωμένη πισίνα, σε πισίνα με όζον και μία ομάδα ελέγχου. Τα συμπτώματα ήταν όμοια και για τις δύο ομάδες εκτός από τον ερεθισμό των οφθαλμών στο γκρουπ που κολύμπησε στη πισίνα που εμφάνισε στατιστικά σημαντική αύξηση συγκριτικά με το γκρουπ που κολύμπησε στην πισίνα με το όζον.[12]

Το ίδιο έτος οι Päävinen et al, μελέτησαν την αναπνευστική λειτουργία κολυμβητών αγωνιστικού επιπέδου και κατέγραψαν μέσω ερωτηματολογίου τη συχνότητα των συμπτωμάτων. Το δείγμα αποτελούνταν από 100 άτομα 15 από τους οποίους παρουσίαζαν απόφραξη. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα φαίνεται να υπάρχει σχέση ανάμεσα στο μέγεθος του σώματος και τη συμπτωματολογία. Ειδικότερα οι μεγάλωσωμοι άντρες αναφέρουν λιγότερα συμπτώματα ενώ οι γυναίκες με αποφρακτικά ευρήματα ήταν κατά μέσο όρο 0,07 μέτρα ψηλότερες από τις κολυμβήτριες χωρίς απόφραξη. Πιθανότατα το περιβάλλον του νερού επηρεάζει την πνευμονική λειτουργία του κολυμβητή διαφορετικά σύμφωνα με τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά.[34]

Παρόμοια σχέση μεταξύ συμπτωμάτων και μεγέθους είχαν αναφέρει και οι Martin et. al, σε μελέτη αθλητών χρησιμοποιώντας εθελούσιο υπερκαπνικό αερισμό (EVH). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι αθλητές με θετικό EVH (πτώση του FEV₁ ≥ 10%), στατιστικά έχουν μεγαλύτερους πνεύμονες, περισσότερα συμπτώματα σε ηρεμία και σε άσκηση και έχουν ιστορικό άσθματος στην παιδική ηλικία.[35]

Σύμφωνα με μία πρόσφατη βέλγικη μελέτη, τα πιο συχνά αναφερόμενα συμπτώματα από αθλητές αγωνιστικού επιπέδου και προπονητές είναι ο βήχας, η δύσπνοια, τα υγρά μάτια, η καταρροή και η βουλωμένη μύτη. Το 80% όμως των κολυμβητών και των προπονητών ανέφεραν ερεθισμό ματιών ή παράπονα σχετικά με τους αεραγωγούς. Ακόμη στο 85% του δείγματος εντοπίστηκε υπερδραστηριοποίηση των αεραγωγών στην ισταμίνη. Ο υψηλός επιπολασμός του AHR που συνοδεύεται από συμπτώματα ανώτερων και κατώτερων αεραγωγών εντοπίστηκε σε κολυμβητές επαναλαμβανόμενα εκτίθενται σε αυξημένα επίπεδα τριχλωραμίνης.[36]

Οι Romberg et al, χρησιμοποιώντας για δείγμα 101 αθλητές κολύμβησης, 86 τενίστες και μία ομάδα ελέγχου κατέγραψαν τον επιπολασμό των αναπνευστικών συμπτωμάτων και των αλλεργιών. Αρχικά οι κολυμβητές παρουσίαζαν αυξημένη συχνότητα συμπτωμάτων προκαλούμενα από την άσκηση, συμπτώματα νέου άσθματος και συμπτώματα νέο άσθματος κατά τη διάρκεια της άσκησης, συγκρινόμενα με τα συμπτώματα της ομάδας των τενιστών. Σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου οι κολυμβητές είχαν αυξημένη συχνότητα συμπτωμάτων προκαλούμενα από την άσκηση και συμπτώματα νέου άσθματος ανεξάρτητως αν έχουν ενεργοποιήθηκαν από την άσκηση, ερεθισμό ή αλλεργία. Ξεχωριστή ανάλυση έγινε για τους Ελίτ αθλητές (προπόνηση ≥ 6 χρόνια και ώρες/εβδομάδα ≥ 15). Οι ελίτ αθλητές είχαν αυξημένη συχνότητα συμπτωμάτων σχετιζόμενα με την άσκηση. Το γκρουπ των ελίτ

αθλητών που προπονούσαν περισσότερο χρονικά συγκριτικά με τους συμμετέχοντες στο ίδιο γκρουπ είχαν αυξημένη συχνότητα συμπτωμάτων από άσκηση και διαγνωσμένο ιατρικά άσθμα. Συνοπτικά οι κολυμβητές έχουν αυξημένη συχνότητα νέου άσθματος και οι υψηλού επιπέδου αθλητές έχουν αυξημένο επιπολασμό άσθματος.[37]

3.2 Επίδραση στο ανώτερο αναπνευστικό σύστημα

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία συμπτώματα ανώτερου αναπνευστικού συστήματος εμφανίζουν οι ναυαγασώστες, οι εργαζόμενοι πισίνας και οι αθλητές. [26,4,27,28,12,36,9] Πιο συγκεκριμένα οι ναυαγασώστες εμφανίζουν οφθαλμικά συμπτώματα [26], κυρίως ερεθισμό των οφθαλμών [25,27], απώλεια φωνής [5], φτέρνισμα [27], ρινική καταρροή [5] και ερεθισμένο λαιμό [27]. Οι εργαζόμενοι πισίνας εμφανίζουν και αυτοί οφθαλμικά [28,11] και ρινικά συμπτώματα [28]. Πιο αναλυτικά, έχουν καταγραφεί τα εξής συμπτώματα: κνησμός στα μάτια [11,5], ξηρότητα οφθαλμών [9], φτέρνισμα και κόκκινα μάτια [5], ιγμορίτιδα [4], ρινική απόφραξη [9,11], ρινίτιδα [9] και πονόλαιμος [4]. Τέλος οι αθλητές εμφανίζουν συμπτώματα που αφορούν τους οφθαλμούς [12] ρινική κοιλότητα [33]. Αναφορικά εμφανίζουν ερεθισμό των οφθαλμών [12,36], υγρά μάτια, καταρροή και βουλωμένη μύτη [36] καθώς και συμπτώματα της παραρρινοκολπίτιδας (ρινική απόφραξη, ρινόρροια και φτέρνισμα) [33].

3.3 Επίδραση στο κατώτερο αναπνευστικό σύστημα

Αρκετές έρευνες επικεντρώνονται στις αλλαγές στο κατώτερο αναπνευστικό σύστημα μετά από την έκθεση στο χλωριωμένο περιβάλλον. Κύρια ερευνητικά ερωτήματα αποτελούν η ύπαρξη αλλαγής της πνευμονικής λειτουργίας, φλεγμονώδους αντίδρασης, υπερδραστηριοποίησης των αεραγωγών (AHR) καθώς και η ύπαρξη αναδιαμόρφωσης των αεραγωγών. Τα εργαλεία που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι, η σπιρομέτρηση, η μέτρηση του εκπνεόμενου μονοξειδίου του αζώτου (FeNO), η δοκιμασία πρόκλησης με μεταχολίνη ή μανιτόλη (MBC), η ευκαπνική εθελούσια υπέρπνοια (EVH test), η καλλιέργεια βρογχικών εκκρίσεων και ούρων. [25,38,37,35,39]

Ναυαγασώστες

Οι Massin et al μελέτησαν την επίδραση της χλωραμίνης στην αναπνευστική λειτουργία, μέσω σπιρομέτρησης και την βρογχική υπεραντιδραστικότητα στη μεταχολίνη σε 334 ναυαγασώστες πισίνας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η FVC και η FEV₁ ήταν εντός φυσιολογικών ορίων στους άντρες και στις γυναίκες. Ανάμεσα στα δύο φύλα, οι γυναίκες εμφάνιζαν μεγαλύτερη συχνότητα MBC+ συγκριτικά με τους άντρες. Παρόλα αυτά, η θετική βρογχική υπεραντιδραστικότητα φάνηκε να μην επηρεάζεται από την έκθεση στην τριχλωραμίνη.[25]

Κάποια χρόνια αργότερα οι Demange et al, εξέτασαν τη σχέση μεταξύ FeNO και AHR σε ναυαγασώστες μετά από έκθεση σε χλωραμίνες κλειστής πισίνας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η

FEV₁, FVC, FEV₁%pred και FVC%pred ήταν εντός φυσιολογικών ορίων. Το FeNO παρουσιάζει τιμές μικρότερες από 20 ppd. Το 37.5 % του δείγματος ήταν θετικοί στη δοκιμασία πρόκλησης με μεταχολίνη. Αυτή η μελέτη έδειξε ότι η συγκέντρωση του FeNO στους ναυαγώστες σχετίζεται με τον βαθμό AHR στη μεταχολίνη. Υψηλές τιμές του FeNO συσχετίζονται με AHR ενώ χαμηλές τιμές του FeNO σχετίζονται με φυσιολογική ανταπόκριση των αεραγωγών.[26]

Υγιείς κολυμβητές

Τις αλλαγές στην πνευμονική λειτουργία και στην φλεγμονώδη αντίδραση των αεραγωγών μελέτησαν οι Carbonelle et al, το 2008. Το δείγμα της μελέτης ήταν 11 υγιείς, μη καπνιστές, εθελοντές οι οποίοι κολύμβησαν σε χλωριωμένη και μη χλωριωμένη πισίνα. Πριν την άσκηση, μετά την άσκηση και τρεις ώρες μετά την άσκηση έγινε μέτρηση του λειτουργικού ελέγχου αναπνοής και μέτρηση του εκπνεόμενου μονοξειδίου του αζώτου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τα προβλεπόμενα ποσοστά της FVC, του FEV₁ και της PEF δεν τροποποιήθηκαν σε όλη τη μελέτη. Η τιμή του FeNO ανάμεσα στην πρώτη και στην τελευταία μέτρηση δεν εμφάνισε κάποια σημαντική διαφορά.[20]

Οι Fernández- Luna et al, μελέτησαν την αναπνευστική λειτουργία (FEV₁, FVC, FEF₂₅₋₇₅) και τις αλλαγές των βιοδεικτών του επιθηλίου του πνεύμονα (συγκέντρωση CC16 στο αίμα) σε 39 υγιείς ενήλικες που κολυμπούσαν με συχνότητα 2 φορές/εβδομάδα για τρεις μήνες, κάποιοι σε χλωριωμένη πισίνα και κάποιοι σε πισίνα με όζον και μία ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα της σπυρομέτρησης ήταν εντός φυσιολογικών ορίων χωρίς να εμφανίζεται κάποιου είδους απόφραξη. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση της FVC (p<0.01), μείωση της FEF₂₅₋₇₅ (p<0.05) και αύξηση της συγκέντρωσης CC16 (p<0.01) στο αίμα στην ομάδα που κολύμπηκε στο χλώριο.[12]

Σε παρόμοια αποτελέσματα με την προηγούμενη μελέτη κατέληξαν οι Font-Ribera et al, που χρησιμοποίησαν 48 υγιείς εθελοντές και μελέτησαν τις αλλαγές στην αναπνευστική λειτουργία, στο FeNO και στην συγκέντρωση του CC16 μετά από 40 λεπτά κολύμβησης σε χλωριωμένη πισίνα. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στις τιμές της FEV₁, FVC και FeNO, ενώ υπήρξε στατιστικά σημαντική αύξηση της CC16 (p<0.05).[36]

Εργαζόμενοι πισίνας

Οι Norberg et al, μελέτησαν την πνευμονική λειτουργία σε εθελοντές πριν και μετά την έκθεση σε NCl₃ σε περιβάλλον κλειστής πισίνας. Το δείγμα αποτελούταν από 37 υγιή άτομα (Α ομάδα) και 14 εργαζόμενους πισίνας (Β ομάδα) και υποβλήθηκαν σε δίωρη μέτριας έντασης άσκηση σε εργομετρικό ποδήλατο σε περιβάλλον πισίνας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, υπήρξε στατιστικά σημαντική μείωση στην FEV₁%pred και στις δυο ομάδες (ομάδα Α:p=0.05 και ομάδα Β:p=0.003) ενώ στατικά σημαντική μείωση της FEV₁ (p=0.01) εμφάνισε η ομάδα Α. Ακόμη υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην συγκεντρωση CC16 (p<0.001) στο αίμα της ομάδας Β σε σύγκριση με την ομάδα Α.[28]

Σε αντίθετα αποτελέσματα από την προηγούμενη μελέτη όσο αναφορά την πνευμονική λειτουργία, κατέληξαν οι Löfstedt et al, όπου μελέτησαν την έκθεση στην NCl₃ και τη συχνότητα των αναπνευστικών συμπτωμάτων σε Σουηδούς εργαζόμενους πισίνας. Παρατήρησαν ότι η πνευμονική λειτουργία δεν άλλαξε σημαντικά ανάμεσα στις βάρδιες και στα γκρουπ και δεν υπήρξε στατικά σημαντική διαφορά στην FEV₁ και FVC. Το ίδιο σταθερό παράμεινε και το FeNO.[11]

Αθλητές

Την οξεία επίδραση της κολύμβησης στην φλεγμονή των αεραγωγών σε έφηβους ελίτ αθλητές μελέτησαν οι Kharitonov et al, μετρήθηκε το FeNO και διεξήχθη σπιρομέτρηση σε 21 αθλητές, μια ώρα πριν την πρωινή προπόνηση και δέκα λεπτά μετά την προπόνηση. Η FEV₁, το FeNO και η FVC δεν μεταβλήθηκαν από την αρχική μέτρηση, οπότε η πνευμονική λειτουργία δεν άλλαξε πριν και μετά την προπόνηση. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η κολύμβηση σε κλειστή πισίνα δεν προκαλεί αλλαγές στους αεραγωγούς σε έφηβους ελίτ αθλητές.[39]

Οι Pääinen et al, για να μελετήσουν την χρόνια επίδραση της κολύμβησης στην πνευμονική λειτουργία αθλητών αγωνιστικού επιπέδου, διάλεξαν να συγκρίνουν 100 νέους αθλητές και 98 παλιούς αθλητές. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τα επίπεδα της PEF, FEV₁, το FeNO (<20ppd) και της FVC ήταν εντός φυσιολογικών ορίων και δεν υποδείκνυε κάποια απόφραξη στους αεραγωγούς. Μέσα από τη μελέτη κατέληξαν ότι η πνευμονική λειτουργία των ενεργών αθλητών παραμένει σταθερή ή βελτιωμένη δύο με τρεις δεκαετίες μετά.[34]

Οι Moreira et al, έθεσαν σαν αρχική υπόθεση ότι το υψηλού επιπέδου κολυμβητικό πρόγραμμα μπορεί να προωθήσει την φλεγμονή των αεραγωγών και το άσθμα. Επομένως μελέτησαν 13 αθλητές, 6 ασθματικούς αθλητές και 19 άτομα με άσθμα, οι οποίοι υπεβλήθησαν σε σπιρομέτρηση, μέτρηση FeNO και συλλογή πτυέλων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχε κάποια αλλαγή στην FEV₁ και το FeNO ακόμη και στα άτομα με άσθμα. Παρόλα αυτά, υπήρξε αλλαγή στην τοπική αγγειακή διαπερατότητα των αθλητών που ήταν στα ίδια επίπεδα με των ασθματικών.[40]

Οι Bougault et al, κατέληξαν στα ίδια αποτελέσματα με την προηγούμενη μελέτη των Moreira et al, Το δείγμα αποτελούνταν από 23 αθλητές αγωνιστικού επιπέδου, 10 υγιή με αλλεργικά άτομα και 10 άτομα που έπασχαν από άσθμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η FEV₁ και η FVC των αθλητών ήταν σημαντικά βελτιωμένη συγκριτικά με τους ασθματικούς και τους υγιείς (p<0.05). Η τιμή του FeNO δεν παρουσίαζε κάποια αλλαγή συγκριτικά με τα γκρουπ. Αντίθετα, παρατηρήθηκε φλεγμονώδες αλλαγές και αλλαγές αναδιαμόρφωσης στις βρογχικές βιοψίες των αθλητών, με ή όχι AHR, παρόμοιες με μη αθλητές με ήπιο άσθμα.[7]

Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Martin et al, που προσπάθησαν μέσα από τη μελέτη τους να προσδιορίσουν και να συγκρίνουν την δυσλειτουργία των αεραγωγών και τη φλεγμονή ανάμεσα σε σχετιζόμενους με τη πισίνα αθλητές και μη σχετιζόμενους με την πισίνα αθλητές. Όλοι οι αθλητές

παρουσίαζαν συμπτώματα ασκησιογενές άσθματος. Το δείγμα υποβλήθηκε σε σπιρομέτρηση, μέτρηση FeNO, ευκαπνική εθελούσια υπέρπνοια (EVH test) και καλλιέργεια ούρων και πτυέλων. Οι σχετιζόμενοι με τη πισίνα αθλητές παρουσίαζαν σημαντική αύξηση των τιμών FEV₁ (p=0.002), FEV₁%pred (p=0.0006), FVC (p<0.0001) και αξιοσημείωτη υπεραντιδραστικότητα των αεραγωγών-AHR (p=0.0009) συγκριτικά με την άλλη ομάδα. Το FeNO δεν παρουσίασε καμία στατικά σημαντική αλλαγή ανάμεσα στις δύο ομάδες. Επιπρόσθετα, το 72% των σχετιζόμενων με τη πισίνα αθλητών είχαν EVH τεστ θετικό συγκριτικά με την άλλη ομάδα που το ποσοστό ήταν μόλις 39%. Συμπερασματικά, οι αθλητές πισίνας παρουσιάζουν βελτιωμένη πνευμονική λειτουργία και AHR.[35]

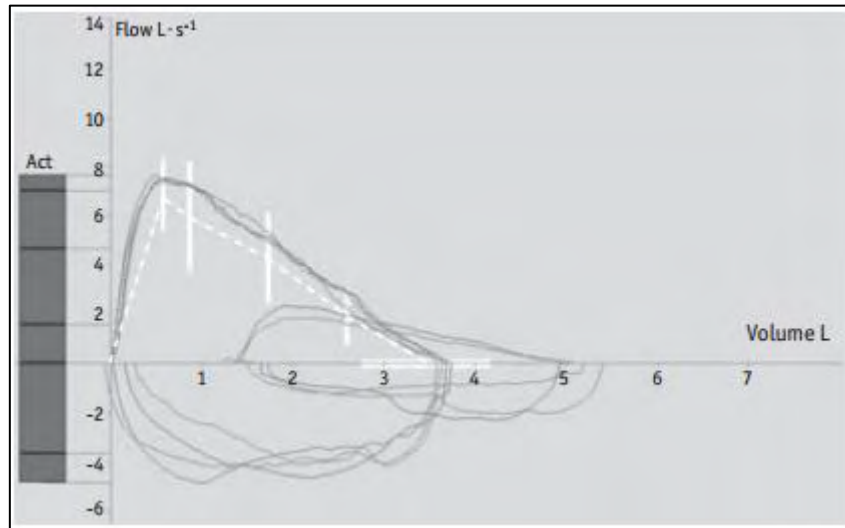
Οι Seys et al, μελέτησαν 22 αθλητές και 6 προπονητές υποβάλλοντάς τους σε σπιρομέτρηση, FeNO και πρόκληση ισταμίνης. Ο μέσος όρων των FEV₁ %pred, FVC %pred και FeNO (<20 ppd) ήταν εντός φυσιολογικών ορίων και δεν παρουσίαζαν κάποια αλλαγή. Όμως το 85% των αθλητών παρουσίασαν AHR, η οποία όμως δεν σχετίζεται με την έκθεση (ώρες κολύμβησης/εβδομάδα) και την ηλικία.[10]

Οι Romerg et al, κατέγραψαν τα συμπτώματα του άσθματος, την αντιδραστικότητα στη μαννιτόλη και το βρογχόσπασμο μετά την άσκηση σε έφηβους κολυμβητές και σε τενίστες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η FEV₁ %pred και η FVC %pred των κολυμβητών παρουσίασε σημαντική αύξηση συγκριτικά με τους τενίστες (p<0.0001), ενώ η τιμή του FeNO (<20ppd) δεν παρουσίασε σημαντική αλλαγή. Ακόμη, οι κολυμβητές είχαν στατιστικά υψηλότερο MBC+ συγκριτικά με τους τενίστες. Και οι δύο ομάδες είχαν αυξημένη συγκέντρωση CC16 στα ούρα μετά την άσκηση αλλά σημαντικά αυξημένη στους τενίστες. Σύμφωνα με τους ερευνητές και οι κολυμβητές και οι τενίστες εμφανίζουν κίνδυνο ανάπτυξης άσθματος.[37]

Η μελέτη των Deerali et al, έρχεται σε αντίθεση με τους προηγούμενες μελέτες διότι είναι η μόνη που αναδεικνύει πως τα χρόνια προπόνησης σε ελίτ αθλητές δρουν αρνητικά στην αναπνευστική λειτουργία τους, Συγκεκριμένα συμπεριέλαβαν 50 ελίτ αθλητές κολύμβησης, χωρίζοντάς τους σε γκρουπ 1 (<4 χρόνια προπόνησης) και γκρουπ 2 (>4 χρόνια προπόνησης). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων, το γκρουπ 2 είχε σημαντική μείωση της VC (p=0.02), FVC (p=0.03) και PEF(p=0.03), ενώ FEV₁ δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα προκύπτει ότι αυξάνοντας τη διάρκεια της προπόνησης (σε έτη) πρακτικά οδηγεί σε μείωση των λειτουργικών δεικτών των μεγάλων αεραγωγών.[38]

4. ΣΠΙΡΟΜΕΤΡΗΣΗ

Η σπιρομετρία αποτελεί δοκιμασία της πνευμονικής λειτουργίας η οποία μετράει τον εισπνεόμενο και εκπνεόμενο αέρα και μέσω αυτής καταγράφονται βασικές σχετικές μετρήσεις όπως ο όγκος, ο χρόνος και η ροή. (εικόνα 5)[41]



Εικόνα 5: καμπύλη ροής-όγκου φυσιολογικού ατόμου με Βίαη Εκπνεόμενος Όγκος Αέρα σε 1 sec (FEV1): 105% προβλεπόμενου, Βίαη Ζωτική Χωρητικότητα (FVC): 103% προβλεπόμενου . (Ανατύπωση απο: Moore VC. Spirometry: step by step. Breathe 2012;8[11]: 232-240)

Από μόνη της η εξέταση δεν μπορεί να οδηγήσει σε αιτιολογική διάγνωση [42]. Παρόλα αυτά, ενδύκνεται για την ανίχνευση παρουσίας ή απουσίας πνευμονικής νόσου, την ποσοτική βλάβη των πνευμόνων, την παρακολούθηση των επιπτώσεων από το εργασιακό περιβάλλον και για να καθοριστεί η αποτελεσματικότητα των φαρμάκων.[41]

Ορισμένα επαγγέλματα ενδέχεται να περιλαμβάνουν έκθεση σε ουσίες που είναι ερεθιστικές για την αναπνευστική οδό. Οι σπιρομετρικές μετρήσεις, κυρίως μέσω του υπολογισμού της μέγιστης εκπνευστικής ροής, συμβάλλουν στην διάγνωση του WRA δίνοντας ένα μέτρο αναπνευστικής δυσλειτουργίας. Η δοκιμασία της βίαιης εκπνοής, που πραγματοποιείται μέσω της σπιρομέτρησης αποτελεί την πιο διαδεδομένη εξέταση λειτουργικής κατάστασης των πνευμόνων. Οι σημαντικότερες από αυτές τις παραμέτρους, είναι οι εξής [41]:

- Η Βίαη Ζωτική Χωρητικότητα (Forced Vital Capacity, FVC) είναι ο όγκος του αέρα που εκπνέεται κατά τη διάρκεια μιας εκπνοής η οποία εκτελείται όσο ταχύτερα και πληρέστερα γίνεται, αρχίζοντας από το επίπεδο της μέγιστης εισπνοής,

- Ο Βίαια Εκπνεόμενος Όγκος Αέρα σε t sec (Forced Expiratory Volume in t sec, FEVt) είναι ο όγκος του αέρα που εκπνέεται μέσα σε χρόνο t από την έναρξη της μέγιστης, βίαιης εκπνοής μετά από μια μέγιστη εισπνοή. Ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος χρόνος είναι το 1 sec (FEV₁) και ο εξεταζόμενος για να είναι εντός φυσιολογικών ορίων πρέπει FEV₁% pred >80%.
- Η Μέγιστη Εκπνευστική Ροή στο 50% της Εκπνοής ή Βίαιη Εκπνευστική Ροή στο Μέσο της Εκπνευστικής Προσπάθειας (Forced Expiratory Flow 50%, FEF50) ονομάζεται η ροή η οποία μετράται κατά τη μέγιστη βίαιη εκπνευστική προσπάθεια στο χρονικό σημείο κατά το οποίο έχει εκπνευσθεί το 50% της FVC.
- Η Μέγιστη Εκπνευστική Ροή (Peak Expiratory Flow Rate, PEFR ή PEF) είναι η μέγιστη ροή του αέρα που επιτυγχάνεται κατά την βίαιη εκπνευστική προσπάθεια μετά από τη μέγιστη εισπνοή.
- FEV₁/FVC (Σχέση μεταξύ του FEV₁ και της FVC- Ο δυναμικά εκπνεόμενος όγκος διαιρείται με τη δυναμική ζωτική χωρητικότητα και πολλαπλασιάζεται με το 100 για να εκφράσει την ποσοστιαία σχέση)

Οι τιμές που προκύπτουν από τη σπυρομέτρηση συγκρίνονται με τις τιμές αναφορές καθορίζονται από παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο και η φυλή. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την πνευμονική λειτουργία είναι η ηλικία, το φύλο, το ύψος, το βάρος, η εθνικότητα και η καπνισματική συνήθεια [41]

5. ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΚΠΝΕΟΜΕΝΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Το μονοξείδιο του αζώτου (NO) παράγεται από τον πνεύμονα και έχει τη μορφή αερίου. Βρίσκεται στην εκπνοή και έχει συσχετισθεί με την παθοφυσιολογία πνευμονικών παθήσεων συμπεριλαμβανομένου και του άσθματος. Το εκπνεόμενο μονοξείδιο του αζώτου (FeNO) χρησιμοποιείται για τη διάγνωση ηωσινοφιλικής φλεγμονής των αεραγωγών, για την στήριξη της διάγνωσης του άσθματος, για την παρακολούθηση της φλεγμονής των αεραγωγών σε ασθενείς με άσθμα και για να βοηθήσει στην εκτίμηση της αιτιολογίας των αναπνευστικών συμπτωμάτων.[43]

Το μετρούμενο εκπνεόμενο NO εκφράζεται ως αριθμός μορίων NO ανά δισεκατομμύριο (parts per billion, ppd). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων μπορούν να ερμηνευτούν ως εξής [43]:

- FeNO < 25 ppd → Υποδεικνύει ότι δεν υπάρχει κάποια φλεγμονή στους αεραγωγούς.
- FeNO > 50 ppd → Υποδεικνύει ασταθής ή επιδείνωση της ηωσινοφιλικής φλεγμονής.
- 25 ppd < FeNO < 50 ppd → Πρέπει να ερμηνεύεται με προσοχή σε σχέση με το κλινικό πλαίσιο.

6. ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΚΟΠΩΣΗΣ

Η Καρδιοαναπνευστική Δοκιμασία Κόπωσης (ΚΑΔΚ) αξιολογεί το αναπνευστικό, το αιμοποιητικό, το καρδιαγγειακό, το μυϊκό και το νευροψυχολογικό σύστημα ξεχωριστά και ταυτόχρονα την αλληλεπίδρασή τους κάτω από συνθήκες μέγιστης ή υπομέγιστης άσκησης. Αποτελεί διαγνωστικό εργαλείο που μέσω της καταγραφής δεικτών δίνονται χρήσιμες πληροφορίες στον επαγγελματία υγείας για την ανίχνευση παθοφυσιολογικών μηχανισμών. Οι κλινικές πληροφορίες που προσφέρει αυτή η διαδικασία είναι σημαντικές. Αρχικά παρέχει ακριβή εκτίμηση της ικανότητας για άσκηση μέσω της μέτρησης της VO_{2peak} . Επίσης, ανιχνεύει άλλους παράγοντες ή συνυπάρχουσες παθήσεις, οι οποίοι συμβάλλουν στην μειωμένη ικανότητα για άσκηση. Ακόμη, εκτιμά παρεμβάσεις που σαν στόχο έχουν την μείωση των συμπτωμάτων όπως η χρήση βρογχοδιασταλτικών και τα αποτελέσματά της χρησιμοποιούνται στον σχεδιασμό και την εφαρμογή (ένταση άσκησης) εξατομικευμένων προγραμμάτων αποκατάστασης. Το μέσο της άσκησης είναι ο κυλιόμενος τάπητας ή το κυκλοεργόμετρο. Το πρωτόκολλο μιας μέγιστης ΚΑΔΚ πρέπει να είναι προοδευτικά αυξανόμενου έργου (ramp) και εξατομικευμένο ώστε να έχει διάρκεια από 8 έως 12 λεπτά. Για την αξιολόγηση της δύσπνοιας και της μυϊκής κόπωσης κατά τη διεξαγωγή της ΚΑΔΚ χρησιμοποιείται η κλίμακα Borg τόσο κατά τη διάρκεια της άσκησης (ανα δύο λεπτά) όσο και στα πρώτα λεπτά της φάσης ανάκαμψης. Οι κύριοι παράμετροι που προσδιορίζονται με την ΚΑΔΚ παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων γίνεται με βάση τα εννιά γραφήματα του Wasserman. [44]

Πίνακας 1: Παράμετροι που προσδιορίζονται με την ΚΑΔΚ

| | | |
|---|--|--|
| 1. Η πρόσληψη O_2 (VO_{2peak}) | 6. Λόγος καρδιακής συχνότητας (HR/VO_2) | 11. Αρτηριακή πίεση (ηρεμίας και κόπωσης) |
| 2. $\Delta VO_2/\Delta WR$ (σχέση VO_2 προς το ρυθμό έργου)-αερόβια ικανότητα | 7. Οξυγόνο παλμού (VO_2/HR) | 12. PaO_2 |
| 3. Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα (V_{CO_2}) | 8. Αερισμός (VE) | 13. exercise breathing reserve |
| 4. Πηλίκο ανταλλαγής αερίων V_{CO_2}/VO_2 (respiratory exchange ratio, RER) | 9. Αναπνευστικό ισοδύναμο για το VO_2 και V_{CO_2} (VE/VO_2 και VE/V_{CO_2}) | 14. Ο λόγος νεκρού χώρου προς αναπνεόμενου όγκου (V_d/V_t) |
| 5. Αναερόβιος συδός (VO_{2AT}) | 10. Μέγιστη καρδιακή συχνότητα | 15. Ph αίματος και συγκέντρωσης γαλακτικού οξέως στο αίμα |

7. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

7.1 Σκοπός

Πρόκειται για μία πιλοτική μελέτη όπου συμμετείχαν εργαζόμενοι κλειστής πισίνας από το κέντρο αποκατάστασης και αποθεραπείας (Κ.Α.Α) Animus. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ερωτηματολογίου, μέτρησης εκπνεόμενου μονοξειδίου του αζώτου (FeNo), σπιρομέτρησης και Καρδιοαναπνευστικής Δοκιμασία Κόπωσης.

Ερευνητικά ερωτήματα.

Ο χρόνος εργασίας, η διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας, η διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας, το φύλο, η καπνισματική συνήθεια, επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο την μεταβολή του Εκπνεόμενου Όγκου Αέρα σε 1'' (FEV1), της Εκπνεόμενης Ζωτικής Χωρητικότητας (FVC), της Μέγιστης Ροής Εκπνοής (PEF), και του Μονοξειδίου του Αζώτου (FeNO)

Είδος Μελέτης

Ως καταλληλότερο είδος μελέτης επιλέχθηκε η περιγραφική μελέτη η οποία αποτελεί είδος ποσοτικής μελέτης και καλύπτει μεθόδους για οργάνωση και περίληψη μιας σειράς δεδομένων με εύκολο και σύντομο τρόπο μέσω πινάκων και γραφημάτων. Για την εκπλήρωση των σκοπών της μελέτης επιλέχθηκε ως ερευνητικό πεδίο, μία κλειστή πισίνα και ο πλυθησμός στόχος ορίστηκε οι εργαζόμενοι κλειστής πισίνας.

Πληθυσμός πρόσβασης

Το προσωπικό που εργαζόταν στο χώρο της κλειστής πισίνας του κέντρου αποκατάστασης και αποθεραπείας Animus κλήθηκε να συμμετέχει στο διάστημα Ιούνιος-Ιούλιος 2017. Ο αριθμός του δείγματος ήταν 11 και αποτελούνταν από υδροθεραπευτές (8 άτομα) και εργαζομένους στην καθαριότητα και στα μπάνια των ασθενών (3 άτομα). Τα ανθρωπετρικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας 2. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δείγματος (N=11) αναφορά σε μέση τιμή ± τυπική απόκλιση

| | |
|---------------------|----------------|
| Ηλικία (έτη) | 30,73±4,02 |
| Βάρος (Kg) | 81,40±10,11 |
| Ύψος (cm) | 172,27 ± 9,92. |
| BSA (m2) | 2 |
| BMI (kg/m2) | 25 |

BMI: δείκτης μάζας σώματος, BSA: εμβαδό επιφάνειας σώματος

7.2 Ερευνητική διαδικασία και εργαλεία

Προηγήθηκε της διαδικασίας γραπτή συναίνεσή των συμμετεχόντων για εθελοντική συμμετοχή στο πρωτόκολλο της έρευνας, αφού είχε προηγηθεί ενημέρωσή τους για το σκοπό της έρευνας, τις μεθόδους που θα χρησιμοποιούνταν και την ανωνυμία των αποτελεσμάτων.

Για τη συλλογή των ερευνητικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε αρχικά ένα ερωτηματολόγιο κοινωνικοδημογραφικών δεδομένων με ανοιχτού και κλειστού τύπου ερωτήσεις. Η δημιουργία του στηρίχτηκε στην διεθνή αρθρογραφία αντίστοιχων μελετών [10,11,25,4,5,30,31,33,12]. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε στην αρχή της εβδομάδας (Δευτέρα) μέτρηση λειτουργικού ελέγχου της αναπνοής και μέτρηση του εκπνεόμενου μονοξειδίου του αζώτου σε κλειστό χώρο του Κ.Α.Α Animus με θερμοκρασία $23 \pm 1^\circ\text{C}$ και ώρα μεταξύ 8:00-9:00πμ εκτός κλειστής πισίνας. Ακόμη, μετρήθηκαν οι παράμετροι του λειτουργικού ελέγχου της αναπνοής και FeNO μετά από οχτώ (τέλος ωραρίου) και δέκα ώρες. Οι μετρήσεις επαναλήφθηκαν και στο τέλος της εβδομάδας (Παρασκευή). Οι μετρήσεις του λειτουργικού ελέγχου αναπνοής και του εκπνεόμενου μονοξειδίου του αζώτου πραγματοποιήθηκαν από ειδικευμένους Πνευμονολόγους της Πνευμονολογικής Κλινικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Επιπρόσθετα πραγματοποιήθηκε και ΚΑΔΚ στο Εργαστήριο Εργοσπιρομετρίας της Πνευμονολογικής Κλινικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, αφού είχε προηγηθεί για όλους τους συμμετέχοντες υπερηχοκαρδιογραφικός έλεγχος στα πλαίσια καρδιολογικού ελέγχου από το Καρδιολογικό τμήμα των εξωτερικών ιατρείων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Η συγκέντρωση της FENO (σε μέρη στο εκατομμύριο, parts per billion, ppb) μετρήθηκε με τη χρήση του αναλυτή χημειοφωταύγειας NioxMino® σύμφωνα με τις διεθνείς κατευθυντήριες οδηγίες [43]. Ο λειτουργικός έλεγχος αναπνοής πραγματοποιήθηκε με φορητό σπιρόμετρο Mir Spirolab® και καταγράφηκαν παράμετροι όπως FVC, FEV1 και PEF σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες ATS/ERS [42]. Όλοι οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν και σε ΚΑΔΚ με στάνταρ πρωτόκολλο σε εργομετρικό ποδήλατο (Ergoselect 100, Ergoline, Germany) σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες ATS/ERS [44]. Οι αναπνευστικοί παράμετροι κατά την ΚΑΔΚ καταγράφηκαν με μάσκα προσώπου ανοικτού τύπου τοποθετημένη στη βάση της μάσκας βαλβίδα με αισθητήρα (Triple V). Η καταγραφή των δεδομένων έγινε με τη μέθοδο breath-by-breath (Master Screen CPX, VIASYS Health Care, Germany).

Δειγματοληπτική Μέθοδος

Ως καταλληλότερη μέθοδος για την συλλογή των δεδομένων της παρούσας μελέτης, κρίθηκε η «δειγματοληψία ευκολίας» στην οποία ο ερευνητής αναζητά τα δεδομένα του από οποιοδήποτε άτομο μπορεί να του τα δώσει «εύκολα».

Μέγεθος δείγματος

Για τον υπολογισμό του ελάχιστου απαιτούμενου μεγέθους δείγματος, σχετικά με τις συσχετίσεις, έγινε χρήση του λογισμικού G-Power.[45]

Με δεδομένα:

- Αριθμός συμμετεχόντων ίσο με 11
- Αριθμός κατηγοριών ίσο με 2
- Αριθμός επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ίσο με 6
- Συσχέτιση μεταξύ των επαναλαμβανόμενων συσχετίσεων ίσο με 0.5,
- Δείκτης ϵ ίσο με 1,
- Σφάλμα τύπου I ίσο με 0.01,
- Δείκτης $\eta^2 = 0.05$,

η διαφοροποιητική δύναμη (ισχύς) των δοκιμασιών υπολογίστηκε ίση με 44%.

7.3 Ανάλυση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων της έρευνας

Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε χρήση του στατιστικού λογισμικού «SPSS-22».

Ακολουθήθηκε η μέθοδος της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης. Οι συνεχείς μεταβλητές εκφράστηκαν στη μορφή «μέση τιμή» και «τυπική απόκλιση», ενώ οι διακριτές σε «συχνότητα» και «σχετική συχνότητα (%)». Για τον έλεγχο της Κανονικότητας, έγινε αρχικά χρήση της δοκιμασίας Shapiro-Wilk, λόγω του ότι η συγκεκριμένη δοκιμασία υπερτερεί σαφώς του Kolmogorov-Smirnov test με διόρθωση του p κατά Lilliefors. Επιπλέον, για δείγματα μεγέθους μέχρι 5.000, και είναι η ενδεικνυόμενη για δείγματα μεγέθους μικρότερο του 50.[46] Επειδή τα κριτήρια Kolmogorov-Smirnov και Shapiro-Wilk είναι ιδιαίτερα αυστηρά, με την έννοια ότι πολύ συχνά απορρίπτουν με ευκολία την υπόθεση της Κανονικότητας, στις περιπτώσεις μη κανονικότητας μελετήθηκαν, παράλληλα, και οι γραφικές αναπαραστάσεις.[47]

Η διερεύνηση της αλληλεπίδρασης, ανάμεσα στους δύο παράγοντες (εξαρτημένη και ανεξάρτητη μεταβλητή), έγινε με τη μέθοδο "Repeated Measures ANOVA", με την μονομεταβλητή προσέγγιση. Ως εξαρτημένες μεταβλητές είναι ο "Χρόνος εργασίας" (ποσοτική μεταβλητή), η διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας (ποσοτική μεταβλητή), η διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας (ποσοτική μεταβλητή), το «Φύλο» (ποιοτική μεταβλητή με δύο επίπεδα: «Άνδρας» και «Γυναίκα»), και η «Καπνισματική συνήθεια (ποιοτική μεταβλητή με δύο επίπεδα: «Καπνιστής/στρια» και «Μη καπνιστής/στρια»). Ανεξάρτητη μεταβλητή είναι ο "Χρόνος" (έξι επίπεδα). Όσον αφορά τη συνθήκη της Κανονικότητας, στα μοντέλα επαναληπτικών μετρήσεων, μελέτες έχουν δείξει ότι, για μικρά ($n < 50$) και μεσαίου ($50 < n < 300$) μεγέθους δείγματα ή για μέχρι 10 επαναληπτικές μετρήσεις, μικρή έως και μέτρια απόκλιση έχει μηδενική επίδραση στο σφάλμα τύπου I. Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις με μικρά δείγματα ($n < 50$), όπως της παρούσας μελέτης, η διασφάλισή της, με τον αυστηρό μαθηματικό τρόπο, θεωρείται, μάλλον, ακατόρθωτη.[48] Ως εκ τούτου, η υπόθεση της κανονικότητας εξετάστηκε και μέσω των γραφικών αναπαραστάσεων. Μετά την συνθήκη Κανονικότητας, μία βασική προϋπόθεση που πρέπει να ισχύει, για την ανάλυση σχεδίων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, είναι ότι ο πίνακας

διακύμανσης-συνδιακύμανσης πρέπει να εμφανίζει συμμετρία κυκλικής μορφής. Ο έλεγχος αυτής της προϋπόθεσης γίνεται μέσω της δοκιμασίας της σφαιρικότητας του Mauchly. Η μηδενική υπόθεση, του συγκεκριμένου ελέγχου, είναι πως ο πίνακας διακύμανσης-συνδιακύμανσης εμφανίζει κυκλική μορφή.[49] Στην περίπτωση που δεν διασφαλίζεται η προϋπόθεση της σφαιρικότητας, γίνεται διόρθωση των βαθμών ελευθερίας του κριτηρίου F.[50] Από τις τρεις διαφορετικές διορθώσεις που προτείνονται (Greenhouse-Geisser Epsilon, Huynh-Feldt Epsilon και Lower-bound) θα προτιμήσουμε την Greenhouse-Geisser Epsilon που αφορά, κυρίως, δείγματα μικρού μεγέθους.[51] Η όλη διαδικασία επαναλήφθηκε για όλες τις εξετάσεις (FEV₁, FVC, PEF, FeNO). Να σημειωθεί ότι, η ελάχιστη τιμή του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας, p-value, σε όλες τις στατιστικές δοκιμασίες ορίστηκε στο 5%. Τέλος ως υποδιαστολή χρησιμοποιήθηκε η τελεία.

8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

8.1 Περιγραφικά χαρακτηριστικά

Το σύνολο του δείγματος αποτελείται από 11 άτομα, 7 άνδρες και 4 γυναίκες. Στον πίνακα 3 αναλύονται τα περιγραφικά χαρακτηριστικά τους.

Πίνακας 3. Περιγραφικά χαρακτηριστικά εργαζομένων κλειστής πισίνας

| | | <i>Count</i> | <i>Mean</i> | <i>Median</i> | <i>Minimum</i> | <i>Maximum</i> | <i>Standard Deviation</i> |
|--|---------|--------------|-------------|---------------|----------------|----------------|---------------------------|
| Φύλο | Γυναίκα | 4 | | | | | |
| | Ανδρας | 7 | | | | | |
| Καπνίζεται; | Όχι | 6 | | | | | |
| | Ναι | 5 | | | | | |
| Λαμβάνεται φαρμακευτική αγωγή; | Όχι | 8 | | | | | |
| | Ναι | 3 | | | | | |
| Λαμβάνεται συμπληρώματα διατροφής; | Όχι | 10 | | | | | |
| | Ναι | 1 | | | | | |
| Ηλικία (έτη) | | | 30.73 | 31.00 | 25.00 | 38.00 | 4.03 |
| ΔΜΣ | | | 27.49 | 28.30 | 22.50 | 32.80 | 3.30 |
| Τα τελευταία δυο χρόνια πόσες φορές έχετε υποβληθεί σε λειτουργικό έλεγχο αναπνοής; | | | .18 | .00 | .00 | 1.00 | .40 |
| Πόσες φορές έχετε υποβληθεί σε Καρδιοαναπνευστική Δοκιμασία Κόπωσης; | | | .55 | .00 | .00 | 2.00 | .69 |
| Πόσους μήνες εργάζεστε στο χώρο της κλειστής πισίνας; | | | 42.36 | 42.00 | 2.00 | 102.00 | 34.40 |
| Κατά τη διάρκεια του ωραρίου πόσες ώρες βρίσκεστε στο χώρο της κλειστής πισίνας; | | | 7.36 | 8.00 | 4.00 | 8.00 | 1.43 |
| Κατά τη διάρκεια του ωραρίου πόσες ώρες βρίσκεστε μέσα στο νερό της πισίνας; | | | 4.00 | 6.00 | .00 | 6.00 | 2.68 |
| Πόσες φορές την εβδομάδα κάνετε άσκηση; | | | 1.55 | 1.00 | .00 | 3.00 | 1.21 |

Το σύνολο των ατόμων που διενέργησε επιτυχώς την ΚΑΔΚ είναι 11 άτομα, 7 άνδρες και 4 γυναίκες. Μέσω της ΚΑΔΚ καταγράφηκε η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2peak}) σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες του ATS/ERS [44]. Στην συνέχεια παραθέτονται οι τιμές τις μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου για το κάθε συμμετέχοντα όπως αυτές προκύπτουν από την μέτρηση (Πίνακας

4). Οι τιμές ήταν μέσα φυσιολογικών ορίων ($VO_{2peak}\%προβλ>80\%$) εκτός από ένα άνδρα συμμετέχοντα που είχε $VO_{2peak}\%προβλ=78\%$ (κατώ απο φυσιολογικά όρια) χωρίς παρουσία κάποιας παθολογίας και η τιμή αυτή προέκυψε λόγω κακής φυσικής κατάστασης.

Πίνακας 4. Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου σύμφωνα με την ΚΑΔΚ

| | N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|----|
| Φύλο | A | Γ | A | A | A | A | A | Γ | Γ | Γ | A | A |
| VO_{2peak} (ml/min) | 3039 | 1530 | 2643 | 3441 | 2975 | 3196 | 2625 | 1806 | 2535 | 2072 | 2853 | |
| VO_{2peak}/kg (ml/min/kg) | 32.9 | 26.8 | 30.7 | 47.5 | 36.3 | 34.9 | 30.2 | 21.8 | 33.4 | 25.7 | 32.6 | |
| $VO_{2peak}\%$ προβλ | 101 | 88 | 78 | 124 | 93 | 107 | 81 | 85 | 126 | 107 | 86 | |
| VO_{2AT}/kg (ml/min/kg) | 17.9 | 14.5 | 14.6 | 28.3 | 21.1 | 20.05 | 14.8 | 11.4 | 19.6 | 13.7 | 20.0 | |

A: Άνδρας, Γ: Γυναίκα, VO_{2peak} : κατανάλωση οξυγόνου στο μέγιστο της δοκιμασίας, VO_{2peak}/kg : κατανάλωση οξυγόνου στο μέγιστο της δοκιμασίας ανά χιλιόγραμμα βάρους σώματος, $VO_{2peak}\%$: κατανάλωση οξυγόνου στο μέγιστο της δοκιμασίας ως ποσοστό της προβλεπόμενης τιμής, VO_{2AT}/kg : κατανάλωση οξυγόνου στον αναερόβιο ουδό ανά χιλιόγραμμα βάρους σώματος

8.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Πριν την ανάλυση των ερευνητικών ερωτημάτων, έγινε έλεγχος της συνθήκης της Κανονικότητας.

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα, ο αυστηρός έλεγχος, με την χρήση αλγεβρικών μεθόδων, σε ό,τι αφορά τις μεταβλητές «FeNO», «FEV1», «FVC», και «PEF» ανά κατηγορία της ποιοτικής μεταβλητής «Φύλο», έδειξε ότι ισχύει η συνθήκη της Κανονικότητας.

| Tests of Normality | | | | | | | |
|--------------------|---------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
| | Φύλο | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| FeNO | Γυναίκα | .306 | 4 | . | .782 | 4 | .074 |
| | Άνδρας | .208 | 7 | .200* | .869 | 7 | .183 |
| FEV1 | Γυναίκα | .234 | 4 | . | .966 | 4 | .814 |
| | Άνδρας | .140 | 7 | .200* | .972 | 7 | .909 |
| FVC | Γυναίκα | .291 | 4 | . | .849 | 4 | .222 |
| | Άνδρας | .184 | 7 | .200* | .953 | 7 | .760 |
| PEF | Γυναίκα | .256 | 4 | . | .940 | 4 | .655 |
| | Άνδρας | .217 | 7 | .200* | .876 | 7 | .209 |

***. This is a lower bound of the true significance.**

a. Lilliefors Significance Correction

Επίσης, με την ίδια μέθοδο, σε ό,τι αφορά τις μεταβλητές «FeNO», «FEV1», «FCV», και «PEF» ανά κατηγορία της ποιοτικής μεταβλητής «Καπνισματική συνήθεια», βρέθηκε ότι ισχύει η συνθήκη της Κανονικότητας.

| Tests of Normality | | | | | | | |
|--------------------|-------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Καπνίζεται; | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| FeNO | Όχι | .227 | 6 | .200* | .841 | 6 | .134 |
| | Ναι | .222 | 5 | .200* | .967 | 5 | .857 |
| FEV1 | Όχι | .169 | 6 | .200* | .975 | 6 | .922 |
| | Ναι | .278 | 5 | .200* | .921 | 5 | .539 |
| FVC | Όχι | .356 | 6 | .097 | .790 | 6 | .068 |
| | Ναι | .198 | 5 | .200* | .960 | 5 | .808 |
| PEF | Όχι | .171 | 6 | .200* | .963 | 6 | .846 |
| | Ναι | .335 | 5 | .069 | .799 | 5 | .079 |

***. This is a lower bound of the true significance.**

a. Lilliefors Significance Correction

Τέλος, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, ο αυστηρός έλεγχος, με την χρήση αλγεβρικών μεθόδων, σε ό,τι αφορά τις μεταβλητές «FeNO», «FEV1», «FCV», και «PEF» για τις ποσοτικές μεταβλητές «Χρόνος εργασίας», «Διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας», «διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας», και «Ωράριο εργασίας», έδειξε ότι ισχύει η συνθήκη της Κανονικότητας.

| Tests of Normality | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| FeNO | .239 | 11 | .079 | .758 | 11 | .053 |
| FEV1 | .136 | 11 | .200* | .973 | 11 | .914 |
| FVC | .200 | 11 | .200* | .955 | 11 | .713 |
| PEF | .153 | 11 | .200* | .970 | 11 | .884 |

***. This is a lower bound of the true significance.**

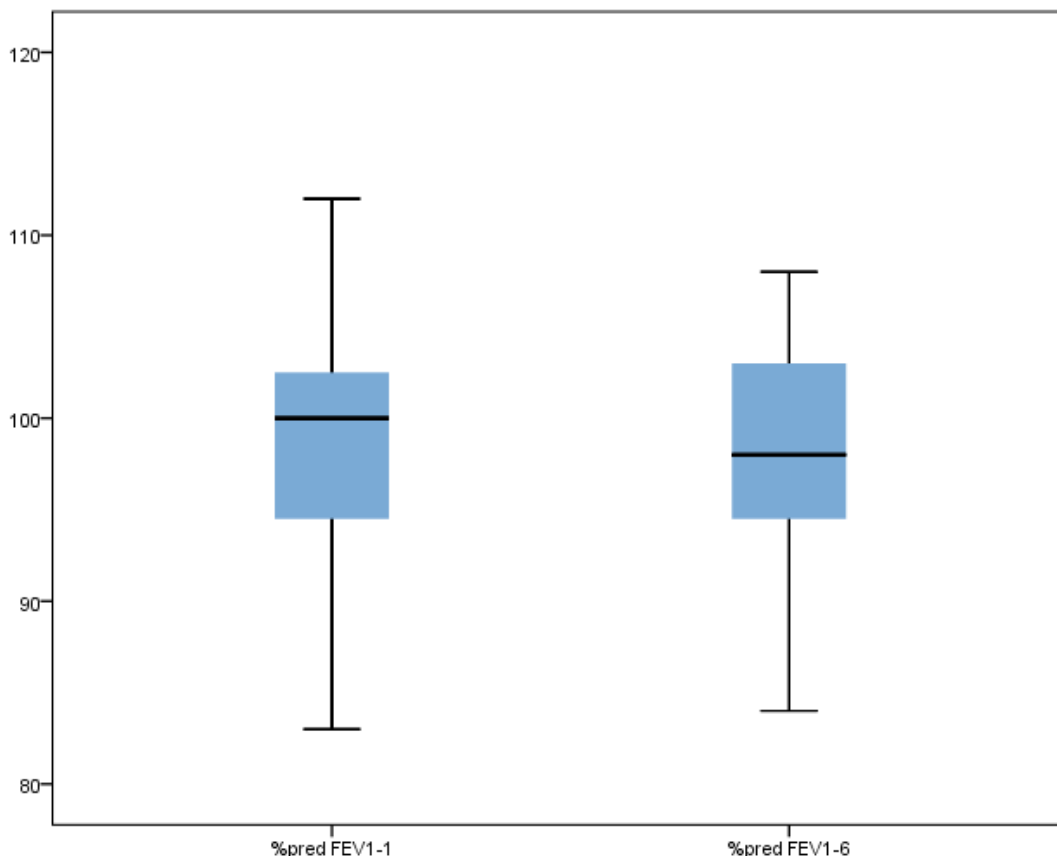
a. Lilliefors Significance Correction

Συμπερασματικά, λοιπόν, μέσω της αλγεβρικής μεθόδου, εξασφαλίστηκε η ισχύς της υπόθεσης της Κανονικότητας, σε όλες τις επιμέρους περιπτώσεις.

Ερώτημα: Ο χρόνος εργασίας, η διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας, η διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας, το φύλο, η καπνισματική συνήθεια, επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο την μεταβολή του Εκπνεόμενου Όγκου Αέρα σε 1'' (FEV1);

Αρχικά, έγινε χρήση του γραμμικού contrast, για τον έλεγχο των τιμών της FEV1 μεταξύ της 1^{ης} και της τελευταίας μέτρησης, στο σύνολο των ατόμων. Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα, δεν υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο μετρήσεις ($p=0.147$).

| Tests of Within-Subjects Contrasts | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-------------------------|----|-------------|-------|-------------|
| Source | FEV1 | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| FEV1 | Level 6 vs. Level 1 | 67.119 | 1 | 67.119 | 3.232 | .147 |



Εν συνεχεία, κατά τον έλεγχο του Mauchly, δεν υπήρξε αποδοχή της συμμετρίας του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανση ($p<0.001$), οπότε οι επιμέρους διερευνήσεις έγιναν με την διόρθωση των

βαθμών ελευθερίας του κριτηρίου F με την μέθοδο Greenhouse-Geisser Epsilon.

| Mauchly's Test of Sphericity | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|--------------------|----|------|--------------------|-------------|-------------|
| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon | | |
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| FEV1 | .000 | . | 14 | . | .439 | 1.000 | .200 |

Ο παρακάτω πίνακας ελέγχει την υπόθεση: «Δεν υπάρχει, στατιστικώς, σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στη μεταβλητή «Χρόνος» (έξι επίπεδα) και στις μεταβλητές "Χρόνος εργασίας" (ποσοτική μεταβλητή), «Διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας», «Διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας», «Φύλο» (ποιοτική μεταβλητή με δύο επίπεδα: «Ανδρας» και «Γυναίκα»), και «Καπνισματική συνήθεια (ποιοτική μεταβλητή με δύο επίπεδα: «Καπνιστής/στρια» και «Μη καπνιστής/στρια»)».

| Tests of Within-Subjects Effects | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|-------------------------|-------|-------------|--------|-------------|
| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| FEV1 * ΧΡΟΝΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ | Sphericity Assumed | 52.506 | 5 | 10.501 | 1.025 | .430 |
| | Greenhouse-Geisser | 52.506 | 2.194 | 23.929 | 1.025 | .405 |
| | Huynh-Feldt | 52.506 | 5.000 | 10.501 | 1.025 | .430 |
| | Lower-bound | 52.506 | 1.000 | 52.506 | 1.025 | .369 |
| FEV1 * ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΠΙΣΙΝΑΣ | Sphericity Assumed | 89.421 | 5 | 17.884 | 1.745 | .170 |
| | Greenhouse-Geisser | 89.421 | 2.194 | 40.752 | 1.745 | .230 |
| | Huynh-Feldt | 89.421 | 5.000 | 17.884 | 1.745 | .170 |
| | Lower-bound | 89.421 | 1.000 | 89.421 | 1.745 | .257 |
| FEV1 * ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΠΙΣΙΝΑ | Sphericity Assumed | 72.809 | 5 | 14.562 | 1.421 | .260 |
| | Greenhouse-Geisser | 72.809 | 2.194 | 33.181 | 1.421 | .295 |
| | Huynh-Feldt | 72.809 | 5.000 | 14.562 | 1.421 | .260 |
| | Lower-bound | 72.809 | 1.000 | 72.809 | 1.421 | .299 |
| FEV1 * ΦΥΛΟ | Sphericity Assumed | 2564.521 | 5 | 512.904 | 50.042 | .000 |
| | Greenhouse-Geisser | 2564.521 | 2.194 | 1168.738 | 50.042 | .000 |
| | Huynh-Feldt | 2564.521 | 5.000 | 512.904 | 50.042 | .000 |
| | Lower-bound | 2564.521 | 1.000 | 2564.521 | 50.042 | .002 |
| FEV1 * ΚΑΠΝΙΣΜΑ | Sphericity Assumed | 2468.747 | 5 | 493.749 | 48.173 | .000 |
| | Greenhouse-Geisser | 2468.747 | 2.194 | 1125.091 | 48.173 | .000 |

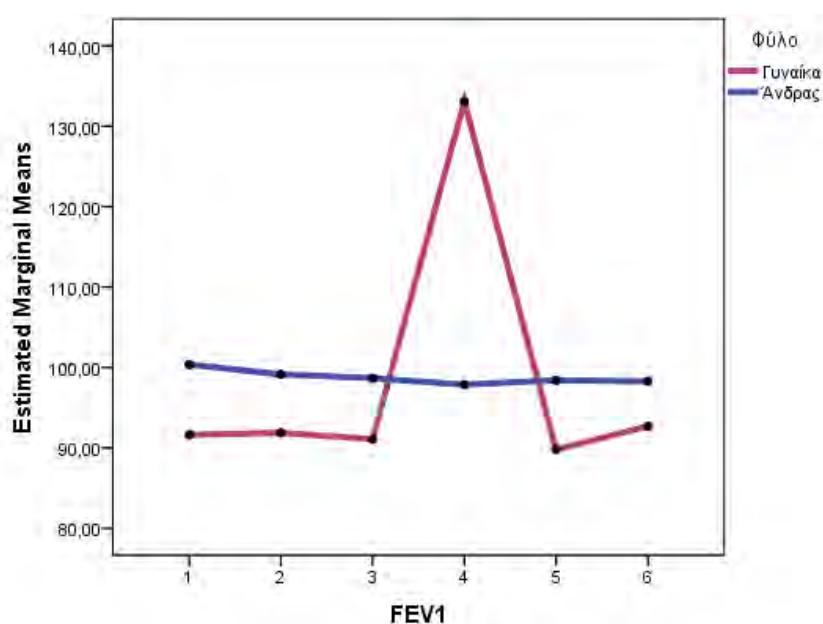
| | | | | | |
|-------------|----------|-------|----------|--------|------|
| Huynh-Feldt | 2468.747 | 5.000 | 493.749 | 48.173 | .000 |
| Lower-bound | 2468.747 | 1.000 | 2468.747 | 48.173 | .002 |

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FEV1» και "Χρόνος εργασίας", η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.405, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τα χρόνια εργασίας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FEV1.

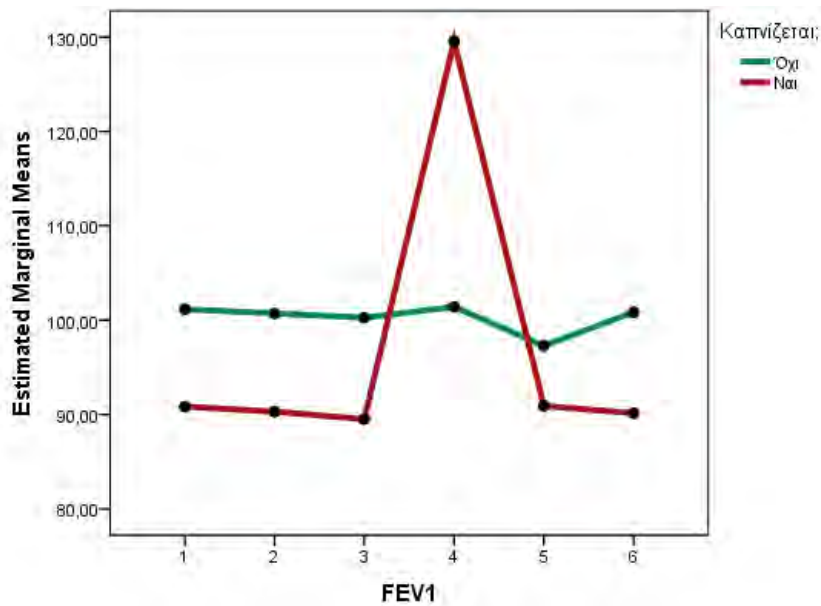
Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FEV1» και «Διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.230, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FEV1.

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FEV1» και «Διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.295, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FEV1.

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FEV1» και «Φύλο», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε μικρότερη από 0.001, που σημαίνει ότι υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με το φύλο, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FEV1, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



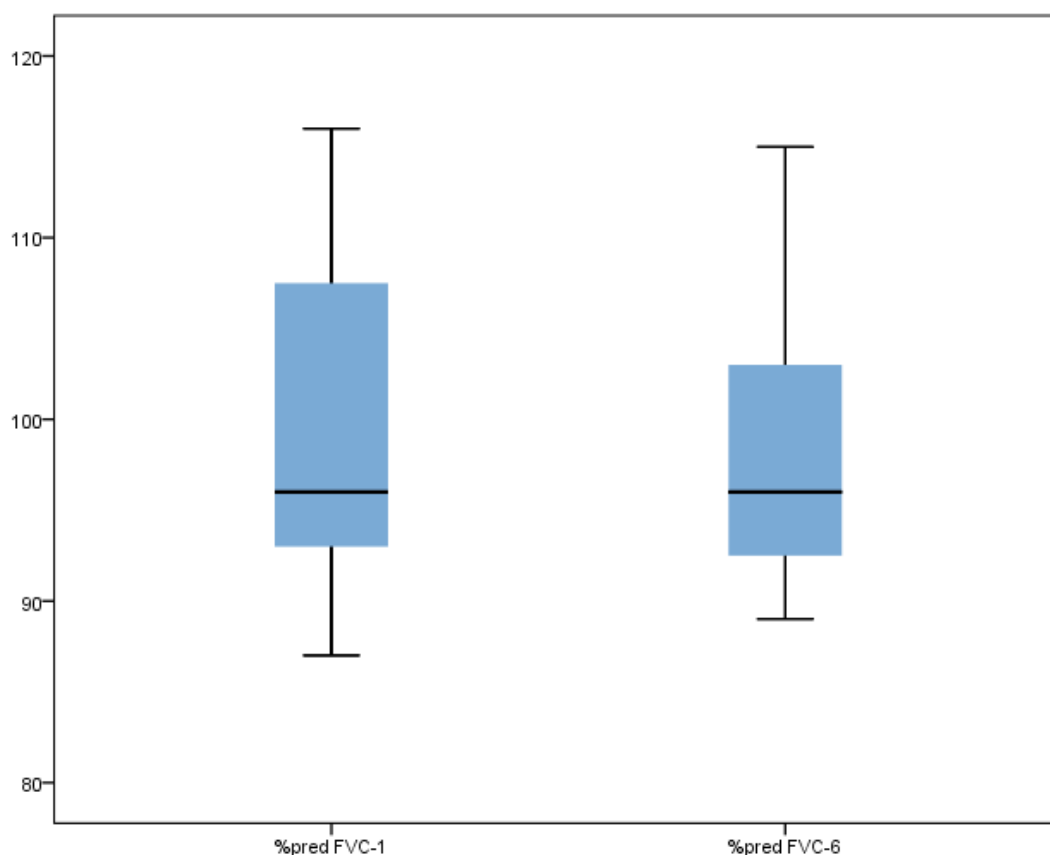
Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FEV1» και «Καπνισματική συνήθεια», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε μικρότερη από 0.001, που σημαίνει ότι υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη καπνισματική συνήθεια, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FEV1, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα



Ερώτημα: Ο χρόνος εργασίας, η διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας, η διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας, το φύλο, η καπνισματική συνήθεια, επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο την Εκπνεόμενη Ζωτική Χωρητικότητα (FVC);

Αρχικά, έγινε χρήση του γραμμικού contrast, για τον έλεγχο των τιμών της FVC μεταξύ της 1^{ης} και της τελευταίας μέτρησης, στο σύνολο των ατόμων. Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα, δεν υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο μετρήσεις ($p=0.758$).

| Tests of Within-Subjects Contrasts | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-------------------------|----|-------------|------|------|
| Source | FVC | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| FVC | Level 6 vs. Level 1 | 3.317 | 1 | 3.317 | .109 | .758 |



Εν συνεχεία, κατά τον ελέγχου του Mauchly, δεν υπήρξε αποδοχή της συμμετρίας του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανση ($p < 0.001$), οπότε οι επιμέρους διερευνήσεις έγιναν με την διόρθωση των βαθμών ελευθερίας του κριτηρίου F με την μέθοδο Greenhouse-Geisser Epsilon.

| Mauchly's Test of Sphericity | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|--------------------|----|------|--------------------|-------------|-------------|
| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon | | |
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| FVC | .000 | . | 14 | . | .477 | 1.000 | .200 |

Ο παρακάτω πίνακας ελέγχει την υπόθεση: «Δεν υπάρχει, στατιστικώς, σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στη μεταβλητή «Χρόνος» (έξι επίπεδα) και στις μεταβλητές "Χρόνος εργασίας" (ποσοτική μεταβλητή), «Διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας», «Διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας», «Φύλο» (ποιοτική μεταβλητή με δύο επίπεδα: «Ανδρας» και «Γυναίκα»), και «Καπνισματική συνήθεια (ποιοτική μεταβλητή με δύο επίπεδα: «Καπνιστής/στρια» και «Μη

καπνιστή/στρια»»).

| Tests of Within-Subjects Effects | | | | | | |
|--|--------------------|-------------------------|-------|-------------|--------|-------------|
| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| FVC * ΧΡΟΝΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ | Sphericity Assumed | 56.653 | 5 | 11.331 | 1.123 | .380 |
| | Greenhouse-Geisser | 56.653 | 2.386 | 23.743 | 1.123 | .375 |
| | Huynh-Feldt | 56.653 | 5.000 | 11.331 | 1.123 | .380 |
| | Lower-bound | 56.653 | 1.000 | 56.653 | 1.123 | .349 |
| FVC * ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΠΙΣΙΝΑΣ | Sphericity Assumed | 59.190 | 5 | 11.838 | 1.173 | .357 |
| | Greenhouse-Geisser | 59.190 | 2.386 | 24.807 | 1.173 | .360 |
| | Huynh-Feldt | 59.190 | 5.000 | 11.838 | 1.173 | .357 |
| | Lower-bound | 59.190 | 1.000 | 59.190 | 1.173 | .340 |
| FVC * ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΠΙΣΙΝΑ | Sphericity Assumed | 25.954 | 5 | 5.191 | .514 | .762 |
| | Greenhouse-Geisser | 25.954 | 2.386 | 10.877 | .514 | .644 |
| | Huynh-Feldt | 25.954 | 5.000 | 5.191 | .514 | .762 |
| | Lower-bound | 25.954 | 1.000 | 25.954 | .514 | .513 |
| FVC * ΦΥΛΟ | Sphericity Assumed | 3082.457 | 5 | 616.491 | 61.095 | .000 |
| | Greenhouse-Geisser | 3082.457 | 2.386 | 1291.864 | 61.095 | .000 |
| | Huynh-Feldt | 3082.457 | 5.000 | 616.491 | 61.095 | .000 |
| | Lower-bound | 3082.457 | 1.000 | 3082.457 | 61.095 | .001 |
| FVC * ΚΑΠΝΙΣΜΑ | Sphericity Assumed | 3194.409 | 5 | 638.882 | 63.314 | .000 |
| | Greenhouse-Geisser | 3194.409 | 2.386 | 1338.784 | 63.314 | .000 |
| | Huynh-Feldt | 3194.409 | 5.000 | 638.882 | 63.314 | .000 |
| | Lower-bound | 3194.409 | 1.000 | 3194.409 | 63.314 | .001 |

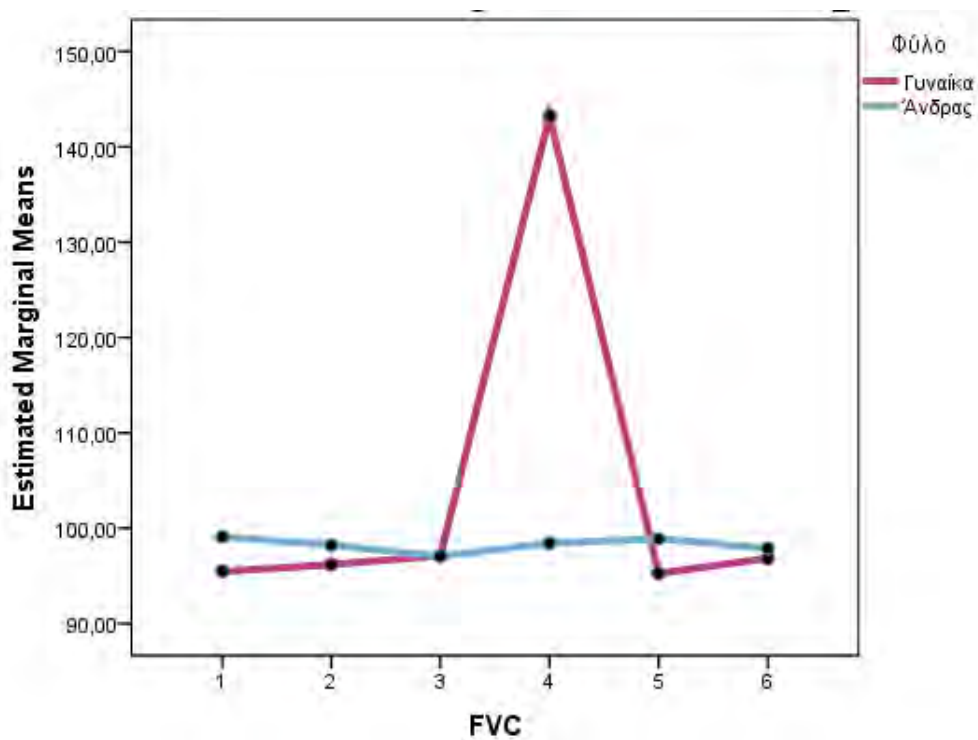
Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FVC» και "Χρόνος εργασίας", η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.375, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τα χρόνια εργασίας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FVC.

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FVC» και «Διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.360, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FVC.

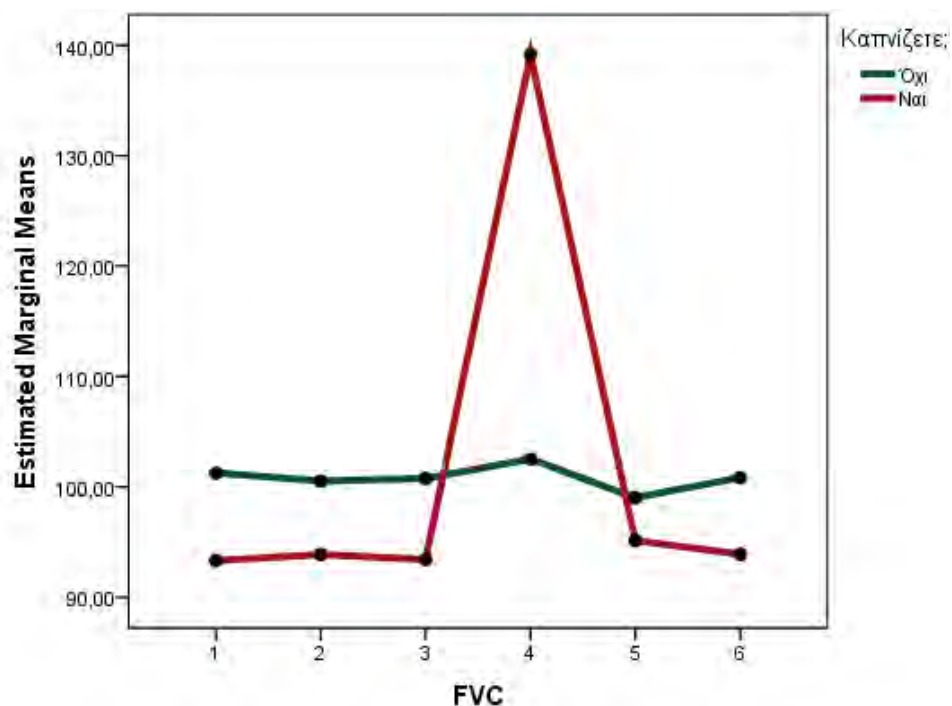
Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FVC» και «Διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας»,

η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.762, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FVC.

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FVC» και «Φύλο», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε μικρότερη από 0.001, που σημαίνει ότι υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με το φύλο, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FVC, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



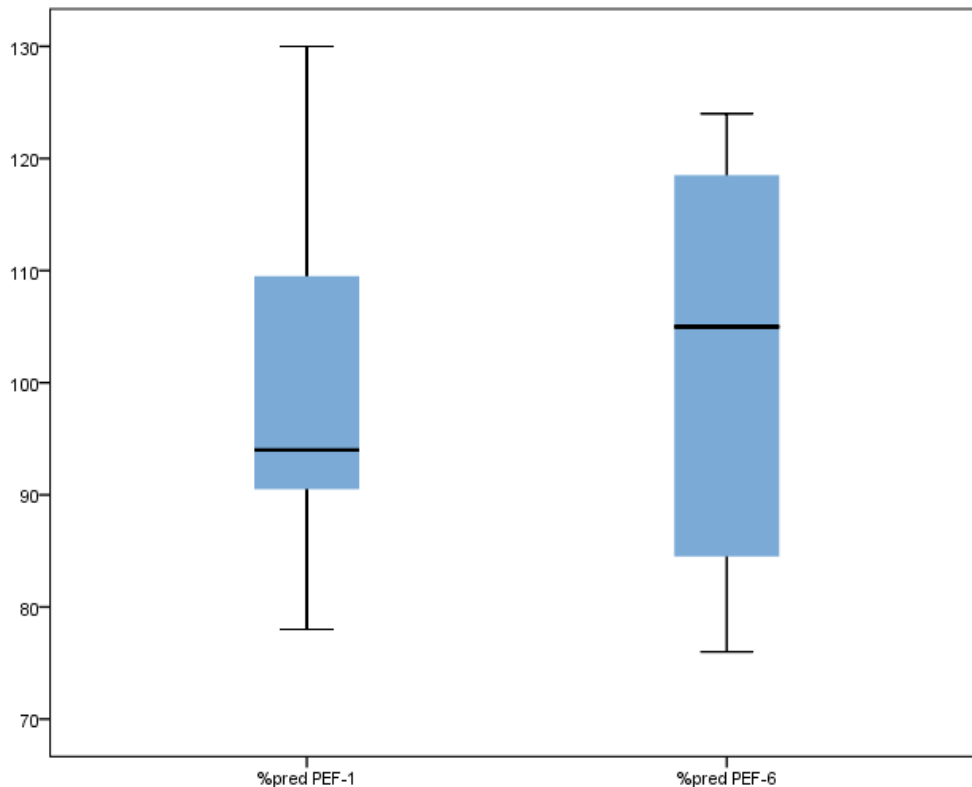
Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FVC» και «Καπνισματική συνήθεια», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε μικρότερη από 0.001, που σημαίνει ότι υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη καπνισματική συνήθεια, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FVC, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



Ερώτημα: Ο χρόνος εργασίας, η διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας, η διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας, το φύλο, η καπνισματική συνήθεια, επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο την μεταβολή της Μέγιστης Ροής Εκπνοής (PEF);

Αρχικά, έγινε χρήση του γραμμικού contrast, για τον έλεγχο των τιμών της PEF μεταξύ της 1^{ης} και της τελευταίας μέτρησης, στο σύνολο των ατόμων. Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα, δεν υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο μετρήσεις ($p=0.791$).

| Tests of Within-Subjects Contrasts | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-------------------------|----|-------------|-------|-------------|
| Source | FEV1 | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| PEF | Level 6 vs. Level 1 | 19.888 | 1 | 19.888 | 0.080 | .791 |



Εν συνεχεία, κατά τον ελέγχου του Mauchly, δεν υπήρξε αποδοχή της συμμετρίας του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανση ($p < 0.001$), οπότε οι επιμέρους διερευνήσεις έγιναν με την διόρθωση των βαθμών ελευθερίας του κριτηρίου F με την μέθοδο Greenhouse-Geisser Epsilon.

| Mauchly's Test of Sphericity | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|--------------------|----|------|--------------------|-------------|-------------|
| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon | | |
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| PEF | .000 | . | 14 | . | .488 | 1.000 | .200 |

Ο παρακάτω πίνακας ελέγχει την υπόθεση: «Δεν υπάρχει, στατιστικώς, σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στη μεταβλητή «Χρόνος» (έξι επίπεδα) και στις μεταβλητές "Χρόνος εργασίας" (ποσοτική μεταβλητή), «Διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας», «Διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας», «Φύλο» (ποιοτική μεταβλητή με δύο επίπεδα: «Ανδρας» και «Γυναίκα»), και «Καπνισματική συνήθεια (ποιοτική μεταβλητή με δύο επίπεδα: «Καπνιστής/στρια» και «Μη καπνιστής/στρια»)».

| Tests of Within-Subjects Effects | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|-------|-------------|--------|-------------|
| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| PEF * ΧΡΟΝΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ | Sphericity Assumed | 540.902 | 5 | 108.180 | 1.787 | .161 |
| | Greenhouse-Geisser | 540.902 | 2.440 | 221.652 | 1.787 | .217 |
| | Huynh-Feldt | 540.902 | 5.000 | 108.180 | 1.787 | .161 |
| | Lower-bound | 540.902 | 1.000 | 540.902 | 1.787 | .252 |
| PEF * ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΠΙΣΙΝΑΣ | Sphericity Assumed | 79.375 | 5 | 15.875 | .262 | .928 |
| | Greenhouse-Geisser | 79.375 | 2.440 | 32.526 | .262 | .814 |
| | Huynh-Feldt | 79.375 | 5.000 | 15.875 | .262 | .928 |
| | Lower-bound | 79.375 | 1.000 | 79.375 | .262 | .636 |
| PEF * ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΠΙΣΙΝΑ | Sphericity Assumed | 219.622 | 5 | 43.924 | .726 | .612 |
| | Greenhouse-Geisser | 219.622 | 2.440 | 89.997 | .726 | .534 |
| | Huynh-Feldt | 219.622 | 5.000 | 43.924 | .726 | .612 |
| | Lower-bound | 219.622 | 1.000 | 219.622 | .726 | .442 |
| PEF * ΦΥΛΟ | Sphericity Assumed | 3505.757 | 5 | 701.151 | 11.582 | .000 |
| | Greenhouse-Geisser | 3505.757 | 2.440 | 1436.593 | 11.582 | .002 |
| | Huynh-Feldt | 3505.757 | 5.000 | 701.151 | 11.582 | .000 |
| | Lower-bound | 3505.757 | 1.000 | 3505.757 | 11.582 | .027 |
| PEF * ΚΑΠΝΙΣΜΑ | Sphericity Assumed | 2448.776 | 5 | 489.755 | 8.090 | .000 |
| | Greenhouse-Geisser | 2448.776 | 2.440 | 1003.462 | 8.090 | .007 |
| | Huynh-Feldt | 2448.776 | 5.000 | 489.755 | 8.090 | .000 |
| | Lower-bound | 2448.776 | 1.000 | 2448.776 | 8.090 | .047 |

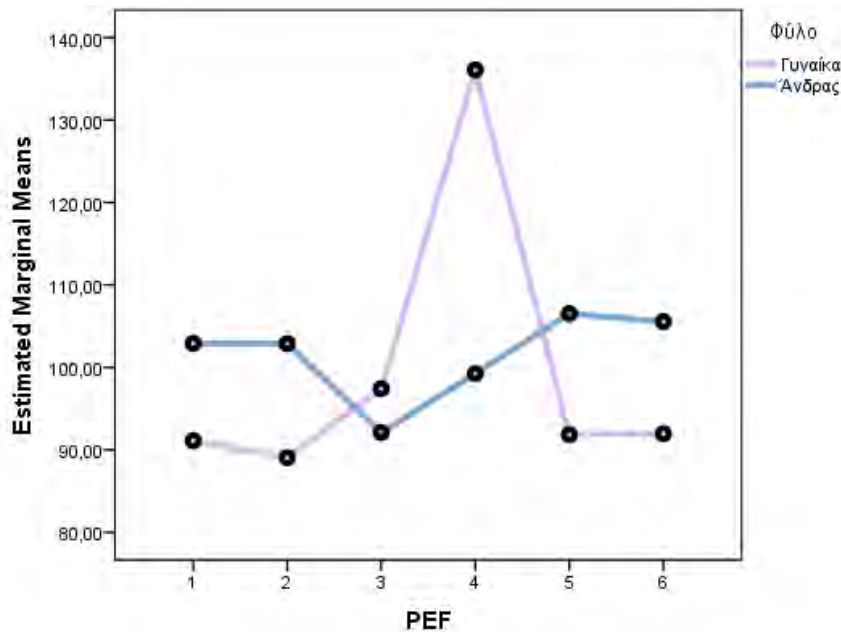
Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «PEF» και "Χρόνος εργασίας", η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.217, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τα χρόνια εργασίας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της PEF.

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «PEF» και «Διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.814, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της PEF.

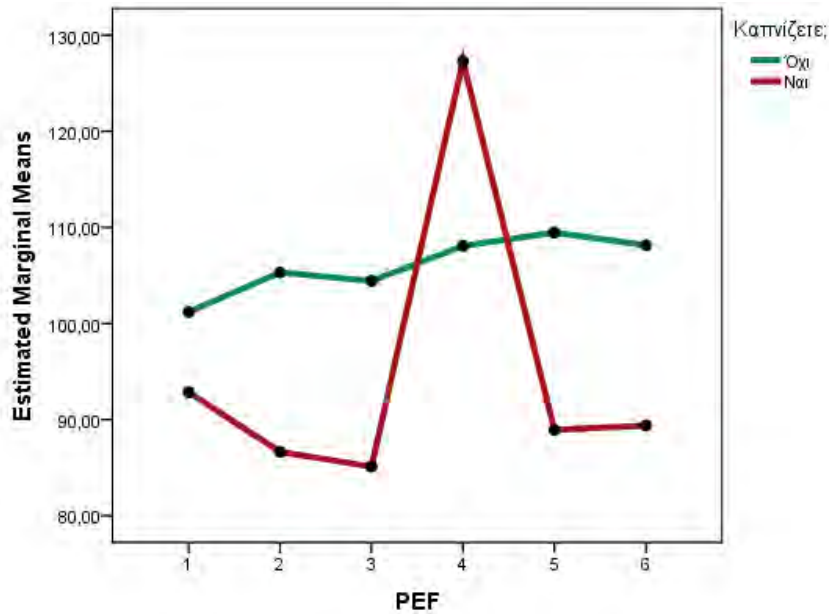
Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «PEF» και «Διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.534, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη διάρκεια

παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της PEF.

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «PEF» και «Φύλο», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.002, που σημαίνει ότι υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με το φύλο, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της PEF, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



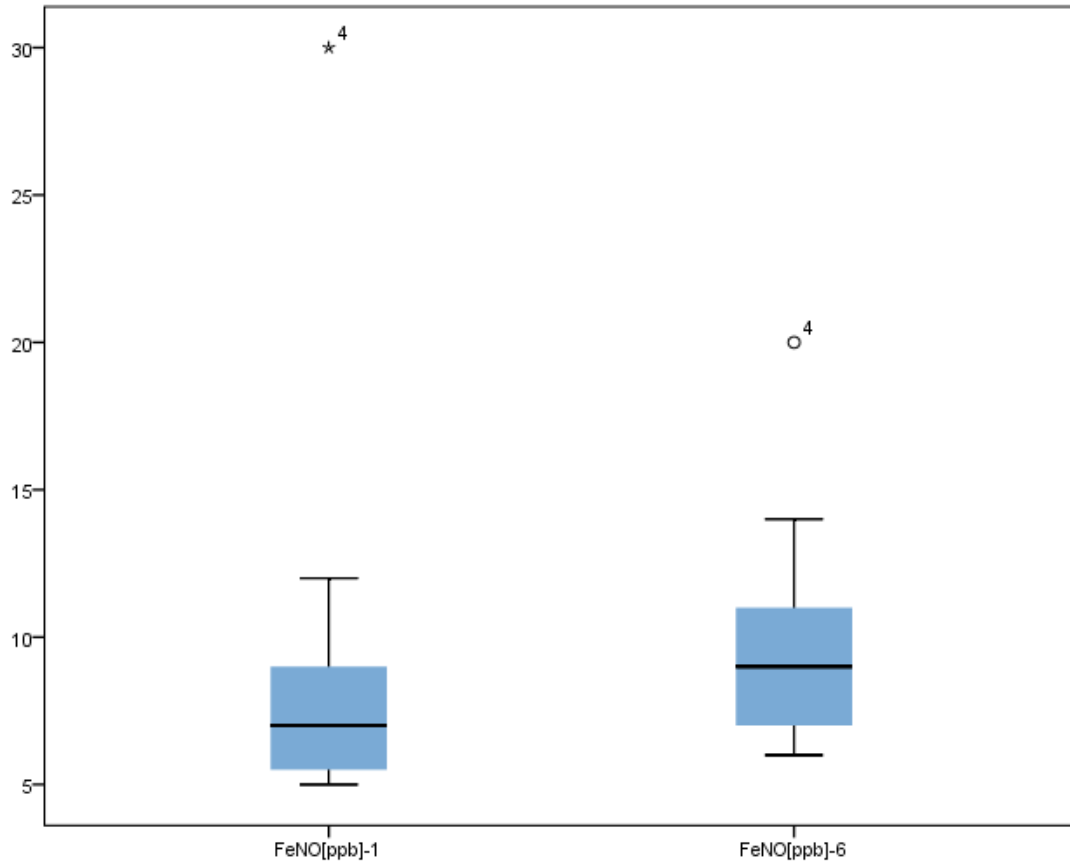
Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «PEF» και «Καπνισματική συνήθεια», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.007, που σημαίνει ότι υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη καπνισματική συνήθεια, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της PEF, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα



Ερώτημα: Ο χρόνος εργασίας, η διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας, η διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας, το φύλο, η καπνισματική συνήθεια, επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο την μεταβολή του Μονοξειδίου του Αζώτου (FeNO);

Αρχικά, έγινε χρήση του γραμμικού contrast, για τον έλεγχο των τιμών του FeNO μεταξύ της 1^{ης} και της τελευταίας μέτρησης, στο σύνολο των ατόμων. Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα, δεν υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο μετρήσεις ($p=0.663$).

| Tests of Within-Subjects Contrasts | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-------------------------|----|-------------|-------|------|
| Source | FEV1 | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| FeNO | Level 6 vs. Level 1 | 4.445 | 1 | 4.445 | 0.220 | .663 |



Εν συνεχεία, κατά τον ελέγχου του Mauchly, δεν υπήρξε αποδοχή της συμμετρίας του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανση ($p < 0.001$), οπότε οι επιμέρους διερευνήσεις έγιναν με την διόρθωση των βαθμών ελευθερίας του κριτηρίου F με την μέθοδο Greenhouse-Geisser Epsilon.

| Mauchly's Test of Sphericity | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|--------------------|----|------|--------------------|-------------|-------------|
| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon | | |
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| FeNO | .000 | . | 14 | . | .277 | 1.000 | .200 |

Ο παρακάτω πίνακας ελέγχει την υπόθεση: «Δεν υπάρχει, στατιστικώς, σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στη μεταβλητή «Χρόνος» (έξι επίπεδα) και στις μεταβλητές "Χρόνος εργασίας" (ποσοτική μεταβλητή), «Διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας», «Διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας», «Φύλο» (ποιοτική μεταβλητή με δύο επίπεδα: «Ανδρας» και «Γυναίκα»), και «Καπνισματική συνήθεια (ποιοτική μεταβλητή με δύο επίπεδα: «Καπνιστής/στρια» και «Μη καπνιστής/στρια»)».

| Tests of Within-Subjects Effects | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|-------|-------------|-------|-------------|
| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| FeNO * ΧΡΟΝΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ | Sphericity Assumed | 14.248 | 5 | 2.850 | .696 | .632 |
| | Greenhouse-Geisser | 14.248 | 1.383 | 10.305 | .696 | .486 |
| | Huynh-Feldt | 14.248 | 5.000 | 2.850 | .696 | .632 |
| | Lower-bound | 14.248 | 1.000 | 14.248 | .696 | .451 |
| FeNO * ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΠΙΣΙΝΑΣ | Sphericity Assumed | 1.769 | 5 | .354 | .086 | .994 |
| | Greenhouse-Geisser | 1.769 | 1.383 | 1.279 | .086 | .853 |
| | Huynh-Feldt | 1.769 | 5.000 | .354 | .086 | .994 |
| | Lower-bound | 1.769 | 1.000 | 1.769 | .086 | .783 |
| FeNO * ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΠΙΣΙΝΑ | Sphericity Assumed | 22.762 | 5 | 4.552 | 1.113 | .385 |
| | Greenhouse-Geisser | 22.762 | 1.383 | 16.463 | 1.113 | .364 |
| | Huynh-Feldt | 22.762 | 5.000 | 4.552 | 1.113 | .385 |
| | Lower-bound | 22.762 | 1.000 | 22.762 | 1.113 | .351 |
| FeNO * ΦΥΛΟ | Sphericity Assumed | 12.609 | 5 | 2.522 | .616 | .689 |
| | Greenhouse-Geisser | 12.609 | 1.383 | 9.119 | .616 | .516 |
| | Huynh-Feldt | 12.609 | 5.000 | 2.522 | .616 | .689 |
| | Lower-bound | 12.609 | 1.000 | 12.609 | .616 | .476 |
| FeNO * ΚΑΠΝΙΣΜΑ | Sphericity Assumed | 22.273 | 5 | 4.455 | 1.089 | .397 |
| | Greenhouse-Geisser | 22.273 | 1.383 | 16.109 | 1.089 | .369 |
| | Huynh-Feldt | 22.273 | 5.000 | 4.455 | 1.089 | .397 |
| | Lower-bound | 22.273 | 1.000 | 22.273 | 1.089 | .356 |

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FeNO» και "Χρόνος εργασίας", η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.486, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τα χρόνια εργασίας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FeNO.

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FeNO» και «Διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.853, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FeNO.

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FeNO» και «Διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.364, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων

της FeNO.

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FeNO» και «Φύλο», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.516, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με το φύλο, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FeNO.

Για την σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή «FeNO» και «Καπνισματική συνήθεια», η τιμή της πιθανότητας βρέθηκε ίση με 0.369, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη καπνισματική συνήθεια, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της FeNO.

9. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από την παρουσίαση και την ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης, προκύπτουν βασικά συμπεράσματα που θα αναφερθούν συνοπτικά με φθίνουσα σειρά σημαντικότητας. Αρχικά, δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τελική και αρχική μέτρηση της FEV₁, PEF, FVC και FeNO. Στη συνέχεια, βρέθηκε ότι δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τα χρόνια εργασίας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων των μεταβλητών FEV₁, FVC, PEF, και FeNO. Επίσης, ανάλογα με τη διάρκεια παρουσίας στο χώρο της κλειστής πισίνας δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων των μεταβλητών FEV₁, FVC, PEF, και FeNO. Ακόμη, βρέθηκε ότι δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη διάρκεια παρουσίας μέσα στο νερό της πισίνας, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων των μεταβλητών FEV₁, FVC, PEF, και FeNO. Αντίθετα, υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με το φύλο, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων των μεταβλητών FEV₁, FVC, και PEF. Ομοίως, υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη καπνισματική συνήθεια, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων των μεταβλητών FEV₁, FVC, και PEF. Επιπρόσθετα, βρέθηκε ότι δεν υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με το φύλο, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της μεταβλητής FeNO. Επιπλέον δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά, ανάλογα με τη καπνισματική συνήθεια, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της μεταβλητής FeNO.

Στην παρούσα μελέτη, η τιμή της FEV₁ μεταξύ της πρώτης και της τελευταίας μέτρησης, δεν παρουσίαζε στατιστικά σημαντική διαφορά. Παρόμοια και στην μελέτη του Carbonelle et al, η FEV₁ σε υγιείς κολυμβητές, δεν παρουσίασε διαφορετική συμπεριφορά.[20] Αρκετές είναι οι μελέτες που δεν

βρήκαν κάποια μεταβολή στην FEV₁ και ήταν εντός φυσιολογικών ορίων, χωρίς να έχουν συμπεριλάβει μεθοδολογικά επαναλαμβανόμενες μετρήσεις όπως στην παρούσα εργασία. Συγκεκριμένα η μελέτη των Löfstedt et al, σε δείγμα εργαζομένων πισίνας [11], η μελέτη των Massin et al, σε ομάδα ναυγαγοσωστών [25] αλλά και μελέτες σε δείγμα αθλητών [37,35,34,7,33,39,52] και υγιών κολυμβητών [36,12]. Διαφορετικά αποτελέσματα έδειξαν οι Nordberg et al, σε μελέτη εργαζομένων πισίνας όπου υπήρχε μείωση της FEV₁%προβλ, χωρίς στατιστική αλλαγή της FEV₁ [28].

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργασίας μας, η τιμή της FVC μεταξύ της πρώτης και της τελευταίας μέτρησης, δεν παρουσίαζε στατιστικά σημαντική διαφορά. Παρόμοια και στην μελέτη του Carbonelle et al, η FVC σε υγιείς κολυμβητές, δεν παρουσίασε διαφορετική συμπεριφορά.[20] Αρκετές είναι οι μελέτες που δεν βρήκαν κάποια μεταβολή στην FVC και ήταν εντός φυσιολογικών ορίων, χωρίς να έχουν συμπεριλάβει μεθοδολογικά επαναλαμβανόμενες μετρήσεις όπως στην παρούσα εργασία. Συγκεκριμένα η μελέτη των Löfstedt et al, σε δείγμα εργαζομένων πισίνας [11], η μελέτη των Massin et al, σε ομάδα ναυγαγοσωστών [25] αλλά και μελέτες σε δείγμα αθλητών [10,37,35,34,7,39] και υγιών κολυμβητών [36,12]. Διαφορετικά αποτελέσματα έδειξαν οι Deerali et al, σε μελέτη ελίτ αθλητών όπου υπήρξε μείωση της FVC σε συνάρτηση με τα χρόνια προπόνησης.[38]

Στην παρούσα εργασία, η τιμή της PEF μεταξύ της πρώτης και της τελευταίας μέτρησης, δεν παρουσίαζε στατιστικά σημαντική διαφορά. Παρόμοια και στην μελέτη του Carbonelle et al, η PEF σε υγιείς κολυμβητές, δεν παρουσίασε διαφορετική συμπεριφορά.[20] Επίσης στη μελέτη των Päivinen et al, σε αθλητές αγωνιστικού επιπέδου δεν βρέθηκε κάποια μεταβολή στην FVC και ήταν εντός φυσιολογικών ορίων, χωρίς να έχουν συμπεριλάβει μεθοδολογικά επαναλαμβανόμενες μετρήσεις όπως στην παρούσα εργασία.[34] Διαφορετικά αποτελέσματα έδειξαν οι Deerali et al, σε μελέτη ελίτ αθλητών όπου υπήρξε μείωση της PEF σε συνάρτηση με τα χρόνια προπόνησης.[38]

Σύμφωνα με τα ευρήματά μας, η τιμή του FeNO μεταξύ της πρώτης και της τελευταίας μέτρησης, δεν παρουσίαζε στατιστικά σημαντική διαφορά. Παρόμοια στην μελέτη του Carbonelle et al, το FeNO σε υγιείς κολυμβητές, δεν παρουσίασε διαφορετική συμπεριφορά.[20] Αρκετές είναι οι μελέτες που δεν βρήκαν κάποια μεταβολή του FeNO, χωρίς να έχουν συμπεριλάβει μεθοδολογικά επαναλαμβανόμενες μετρήσεις όπως στην παρούσα εργασία. Συγκεκριμένα η μελέτη των Carraro et al σε παιδιά [29], η μελέτη των Font-Ribera et al σε υγιείς κολυμβητές [36], η μελέτη των Sergei et al σε ελίτ αθλητές [39] και σε άλλες μελέτες με δείγματα αθλητές [52,40,7,9,35,10,37]. Διαφορετικά αποτελέσματα έδειξαν οι Deerali et al, σε μελέτη εργαζομένων πισίνας όπου υπήρξε σημαντική μεταβολή του FeNO όταν στην ανάλυση συμπεριλήφθηκαν μη καπνιστές. [11]

Επιρόσθετα, συμπεράναμε ότι τα χρόνια εργασίας, η διάρκεια παρουσίας στο χώρο και διάρκεια παρουσίας στο νερό δεν σχετίζονται με αλλαγές στις τιμές της FEV₁, FVC, PEF και του FeNO. Άμεσα προκύπτει ότι δεν επηρεάζεται η αναπνευστική λειτουργία αφού δεν επηρεάζονται οι δείκτες

πνευμονικής λειτουργίας και δεν υπάρχει κάποια ένδειξη φλεγμονώδους διαταραχής των αεραγωγών. Κάποια αντίστοιχη συσχέτιση δεν έχει βρεθεί στη διεθνή βιβλιογραφία και πιθανότατα να αποδίδεται στα επίπεδα της NCl3 και των THMS (δεν υπάρχει μέτρηση στη μελέτη) που μάλλον βρίσκονται σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας [2].

Ακόμη, υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με το φύλο, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων των μεταβλητών FEV1, FVC, και PEF. Πρόκειται για ευρήματα συμβατά με τη μελέτη των Townsend et al σε υγιή πληθυσμό.[53] Ομοίως, υπάρχει διαφορετική συμπεριφορά, ανάλογα με τη καπνισματική συνήθεια, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων των μεταβλητών FEV1, FVC, και PEF. Το κάπνισμα μπορεί να επηρεάσει την πνευμονική λειτουργία συγκριτικά με τους μη καπνιστές. [41]

Επιπλέον δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά, ανάλογα με τη καπνισματική συνήθεια και το φύλο, όσο διατρέχουμε τα χρονικά επίπεδα επαναληπτικών μετρήσεων της μεταβλητής FeNO. Αν και σύμφωνα με το ATS φαίνεται το γένος και το κάπνισμα να είναι παράγοντες που επηρεάζουν τα επίπεδα του FeNO.[43]

Εκτός από τα προηγούμενα, μέσα από τα αποτελέσματα της ΚΑΔΚ προκύπτει ότι η VO₂peak είναι εντός φυσιολογικών ορίων και δεν φαίνεται να επηρεάζεται από το επάγγελμα του δείγματος. Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει κάτι αντίστοιχο στην διεθνή βιβλιογραφία.

Μειονέκτημα της μελέτης μπορεί να θεωρηθεί ο μικρός αριθμός του δείγματος και η μικρή διαφοροποιητική δύναμη (ισχύς) των δοκιμασιών. Ίσως θα έπρεπε να συμπεριληφθούν και άλλα δεδομένα, όπως τα επίπεδα NCl3 και THMs στον αέρα, ώστε να υπάρξει καλύτερη συσχέτιση με την επίπτωσή τους στην αναπνευστική λειτουργία. Παρολα ταύτα, είναι η πρώτη μελέτη που συσχετίζει τα χρόνια εργασίας, την παρουσία στο χώρο και την παρουσία μέσα στο νερό με την πνευμονική λειτουργία και το FeNO. Οι περισσότερες μελέτες προβαίνουν σε συσχέτιση των προαναφερθέντων με τη συχνότητα εμφάνισης ή καταγραφή των αναπνευστικών συμπτωμάτων.[4,28,9,36,37,25]

Τέλος πάνω στην παρούσα μελέτη μπορούν να στηριχτούν νέες μελέτες που θα μελετούσαν τον ίδιο πληθυσμό κάτω από διαφορετικές συνθήκες όπως αυξημένα επίπεδα χλωραμινών στον αέρα ή χρησιμοποιώντας σαν μέσο πισίνα με όζον και να γίνει σύγκριση με τη χλωριωμένη πισίνα. Ακόμη η ίδια μελέτη με μεγαλύτερο δείγμα να βελτιώνει την ισχυροποίηση των αποτελεσμάτων μας.

Συμπερασματικά, οι εργαζόμενοι πισίνας κέντρου αποκατάστασης και αποθεραπείας διατηρούν την αναπνευστική λειτουργία τους χωρίς κάποια μεταβολή από το χλωριωμένο περιβάλλον και χωρίς την

εμφάνιση φλεγμονώδους διεργασίας. Οι δείκτες πνευμονικής λειτουργίας επηρεάζονται από το φύλο και την καπνισματική συνήθεια. Η φυσική κατάσταση των εργαζομένων προκύπτει έμμεσα να μην επηρεάζεται από το εργασιακό περιβάλλον και να κυμαίνεται σε φυσιολογικά όρια. Νέες μελέτες με μεγαλύτερο δείγμα χρειάζονται ώστε να υπάρξουν πιο ισχυρά αποτελέσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Fransen M, Nairn L, Winstanley J, Lam P, Edmonds J. Physical activity for osteoarthritis management: a randomized controlled clinical trial evaluating hydrotherapy or Tai Chi classes. *Arthritis Rheum* 2007; 15;57[11]:407-14.
2. WHO (2006) Guidelines for safe recreational water environments. World Health Organization 2: swimming pools and similar environments: Available: http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwe2full.pdf. Accessed 15 November 2017.
3. Bougault V, Boulet LP. Is there a potential link between indoor chlorinated pool environment and airway remodeling/inflammation in swimmers? *Expert Rev Respir Med.* 2012;6[10]:469-71.
4. Jacobs JH, Spaan S, van Rooy GB, Meliefste C, Zaat VA, Rooyackers JM, et al. Exposure to trichloramine and respiratory symptoms in indoor swimming pool workers. *Eur Respir J.* 2007;29(4):690-8.
5. Fantuzzi G, Righi E, Predieri G, Giacobazzi P, Mastroianni K, Aggazzotti G. Prevalence of ocular, respiratory and cutaneous symptoms in indoor swimming pool workers and exposure to disinfection by-products (DBPs). *Int J Environ Res Public Health.* 2010;7(4):1379-91.
6. Goodman M. and Hays S. Asthma and Swimming: A Meta-Analysis. *Journal of Asthma* 2008; 45:639–647.
7. Bougault V, Loubaki L, Joubert P, Turmel J, Couture C, Laviolette M, et al. Airway remodeling and inflammation in competitive swimmers training in indoor chlorinated swimming pools. *J Allergy Clin Immunol.* 2012;129[32]:351-8, 358.e1.
8. Angione S, McClenaghan H, LaPlante A. A review of chlorine in Indoor swimming pools and its Increased Risk of Adverse Health Effects. *Revue interdisciplinaire des sciences de la santé Interdisciplinary Journal of Health Sciences.* 2011;2(1):44-51. Available <https://uottawa.scholarsportal.info/ojs/index.php/RISS-IJHS/article/view/1526/1441>
9. Fornander L, Ghafouri B, Lindahl M, Graff P. Airway irritation among indoor swimming pool personnel: trichloramine exposure, exhaled NO and protein profiling of nasal lavage fluids. *Int Arch Occup Environ Health.* 2013;86[10]:571-80.
10. Seys SF, Feyen L, Keirsbilck S, Adams E, Dupont LJ, Nemery B. An outbreak of swimming-pool related respiratory symptoms: An elusive source of trichloramine in a municipal indoor swimming pool. *Int J Hyg Environ Health.* 2015;218(4):386-91.
11. Löfstedt H, Westerlund J, Graff P, Bryngelsson IL, Mölleby G, Olin AC, et al. Respiratory and Ocular Symptoms Among Employees at Swedish Indoor Swimming Pools. *J Occup Environ Med.* 2016;58[12]:1190-1195.

12. Fernández-Luna Á, Gallardo L, Plaza-Carmona M, García-Unanue J, Sánchez-Sánchez J, Felipe JL, et al. Respiratory function and changes in lung epithelium biomarkers after a short-training intervention in chlorinated vs. ozone indoor pools. *PLoS One*. 2013;8(7):e68447.
13. Rosenman KD, Millerick-May M, Reilly MJ, Flattery J, Weinberg J, Harrison R, et al. Swimming Facilities and Work-Related Asthma. *Journal Of Asthma*. 2015;52(1):52-58
14. Thickett KM, McCoach JS, Gerber JM, Sadhra S, Burge PS. Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *Eur Respir J*. 2002;19[10]:827-32.
15. Despopoulos A and Silbernagl S, εγχειρίδιο φυσιολογίας με έγχρωμο άτλαντα, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας, 1989.
16. Wanger J, Clausen JL, Coates A, Pedersen OF, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J*. 2005;26: 511–522.
17. Chase NL, Sui X, Blair SN. Swimming and All-Cause Mortality Risk Compared With Running, Walking, and Sedentary Habits in Men. *Interna Journal of Aquatic Research and Education*, 2008;2: 213-223.
18. Centers for Disease Control and Prevention (CDC)'s. Health Benefits of Water-Based Exercise 2013. [Accessed on 15 December 2017]; Available: http://cdc.gov/healthywater/swimming/health_benefits_water_exercise.html.
19. Nemery B, Hoet PH, Nowak D. Indoor swimming pools, water chlorination and respiratory health. *Eur Respir J*. 2002;19[10]:790-3.
20. Carbonnelle S, Bernard A, Doyle IR, Grutters J, Francaux M. Fractional exhaled NO and serum pneumoproteins after swimming in a chlorinated pool. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40[31]:1472-6.
21. Mohammadreza H, Nader P, Rahim D. Potentially Hazardous Trihalomethanes (THMs) Levels in Chlorinated Swimming Pools' Water in Fars Province, Iran. *J Health Sci Surveillance Sys*. 2013;1[32]:67-69.
22. Florentin A, Hautemanière A, Hartemann P. Health effects of disinfection by-products in chlorinated swimming pools. *Int J Hyg Environ Health*. 2011;214(6):461-9.
23. Bougault V, Boulet LP. Airway dysfunction in swimmers. *Br J Sports Med*. 2012;46(6):402-6.
24. Uyan ZS, Carraro S, Piacentini G, Baraldi E. Swimming pool, respiratory health, and childhood asthma: should we change our beliefs? *Pediatr Pulmonol*. 2009;44(1):31-7.
25. Massin N, Bohadana AB, Wild P, Héry M, Toamain JP, Hubert G. Respiratory symptoms and bronchial responsiveness in lifeguards exposed to nitrogen trichloride in indoor swimming pools. *Occup Environ Med*. 1998 Apr;55(4):258-63.
26. Demange V, Bohadana A, Massin N, Wild P. Exhaled nitric oxide and airway hyperresponsiveness in workers: a preliminary study in lifeguards. *BMC Pulm Med*. 2009;31;9:53.

27. Bureau G, Lévesque B, Dubé M, Gauvin D, Lépine F, Laliberté D. Indoor swimming pool environments and self-reported irritative and respiratory symptoms among lifeguards. *Int J Environ Health Res.* 2017;27 (4):306-322.
28. Nordberg GF1, Lundstrom NG, Forsberg B, Hagenbjork-Gustafsson A, Lagerkvist BJ, Nilsson J, et al. Lung function in volunteers before and after exposure to trichloramine in indoor pool environments and asthma in a cohort of pool workers. *BMJ Open.* 2012;2[10]. pii: e000973.
29. Carraro S, Pasquale MF, Da Frè M, Rusconi F, Bonetto G, Zanconato S, et al. Swimming pool attendance and exhaled nitric oxide in children. *J Allergy Clin Immunol.* 2006;118(4):958-60
30. Font-Ribera L, Villanueva CM, Nieuwenhuijsen MJ, Zock JP, Kogevinas M, Henderson J. Swimming pool attendance, asthma, allergies, and lung function in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children cohort. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011;183[10]:582-8.
31. Font-Ribera L, Villanueva CM, Gràcia-Lavedan E, Borràs-Santos A, Kogevinas M, Zock JP. Indoor swimming pool attendance and respiratory and dermal health in schoolchildren--HITEA Catalonia. *Respir Med.* 2014;108(7):1056-9.
33. Ondolo C, Aversa S, Passali F, Ciacco C, Gulotta C, Lauriello M, Conticello S. Nasal and lung function in competitive swimmers. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2009;29[11]:137-43.
34. Päivinen M, Putus T, Kalliokoski P, Tikkanen H. Airway obstruction in competitive swimmers. *Health.* 2013;5[11];460-464.
35. Martin N, Lindley MR, Hargadon B, Monteiro WR, Pavord ID. Airway dysfunction and inflammation in pool- and non-pool-based elite athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44[31]:1433-9
36. Font-Ribera L1, Kogevinas M, Zock JP, Gómez FP, Barreiro E, Nieuwenhuijsen MJ, et al. Short-term changes in respiratory biomarkers after swimming in a chlorinated pool. *Environ Health Perspect.* 2010;118[34]:1538-44.
37. Romberg K, Tufvesson E, Bjermer L. Asthma symptoms, mannitol reactivity and exercise-induced bronchoconstriction in adolescent swimmers versus tennis players. *J Asthma Allergy.* 2017;10:249-260.
38. Deepali A, Ravindra PN, Shobha MV, Mujumdar P, Mandal M. Duration of Swimming Practice Among Elite Swimmers Exerts Differential Effect on Large and Small Airway Function. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2017;61(1):52-57.
39. Pedersen L, Lund TK, Mølgaard E, Kharitonov SA, Barnes PJ, Backer V. The acute effect of swimming on airway inflammation in adolescent elite swimmers. *J Allergy Clin Immunol.* 2009;123[32]:502-4.
40. Moreira A, Palmares C, Lopes C, Delgado L. Airway vascular damage in elite swimmers. *Respir Med.* 2011;105[34]:1761-5.
41. Moore VC. Spirometry: step by step. *Breathe* 2012;8[11]: 232-240.

42. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26[32]:319-38.
43. Dweik RA, Boggs PB, Erzurum SC, Irvin CG, Leigh MW, Lundberg JO, et al; American Thoracic Society Committee on Interpretation of Exhaled Nitric Oxide Levels (FENO) for Clinical Applications. An official ATS clinical practice guideline: interpretation of exhaled nitric oxide levels (FENO) for clinical applications. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011 Sep 1;184[10]:602-15.
44. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;167[32]:211-77.
45. Faul F, Erdfelder, E, Lang AG. Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*. 2009;41:1149-1160.
46. Yap BW, Sim CH. Power comparison of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics* .2011;1:21-33.
47. Royston P. A Remark on Algorithm AS 181: The W-test for Normality. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*. 1995;44: 547-551.
48. Bakeman "Recommended effect size statistics for repeated measures designs". *Behavior Research Methods*. 2005;37 [11]: 379–384.]
49. Muller; Barton. "Approximate Power for Repeated -Measures ANOVA lacking sphericity". *Journal of the American Statistical Association* 1989;84(406):549–555.
50. Park. "A comparison of the generalized estimating equation approach with the maximum likelihood approach for repeated measurements". *Stat Med*. 1993;12:1723–1732.
51. Shuttleworth, Martyn (2009). "Repeated Measures Design". *Experiment-resources.com*. Retrieved 2013-09-02
52. Piacentini GL, Rigotti E, Bordini A, Peroni D, Boner AL. Airway inflammation in elite swimmers. *J Allergy Clin Immunol*. 2007 Jun;119(6):1559-60.
53. Townsend EA, Miller VM, Prakash YS. Sex differences and sex steroids in Lung Health and Disease. *Endocr Rev* 2012;33(1):1-47.