



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

Χρήση της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας για την Αντιμετώπιση της Υπνικής Άπνοιας

**Μπούρη Αικατερίνη-Ελευθερία
Αριθμός Μητρώου: 15072**

**Επιβλέπων Καθηγητής
Ασβεστάς Παντελεήμων, Αναπληρωτής Καθηγητής**

Αθήνα 14/10/2022

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ο Επιβλέπων Καθηγητής

Ασβεστάς Παντελεήμων

Αναπλ. Καθηγητής

Γκλώτσος Δημήτριος

Αναπλ. Καθηγητής

Κωστόπουλος Σπυρίδων

Αναπλ. Καθηγητής

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η υπογράφουσα Μπούρη Αικατερίνη Ελευθερία του Κωνσταντίνου, με αριθμό μητρώου 48015072 φοιτήτρια του Τμήματος Μηχανικών Βιοϊατρικής της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου/διπλώματός μου».

Ημερομηνία

14/10/2022

Ο/Η Δηλών/ούσα



Ευχαριστίες :

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο Τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά τον επιβλέπων καθηγητή μου, κ Ασβεστά Παντελεήμων, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, για την συνεχή καθοδήγηση, υπομονή και στήριξη που προσέφερε από την αρχή μέχρι το τέλος της εκπόνησής της εργασίας μου.

Θερμές ευχαριστίες στην εταιρεία Serinth για την παραχώρηση του συστήματος Polywatch, την πολύτιμη βοήθεια τους καθ' όλη τη διάρκεια καθώς και στους συναδέλφους μου για τη στήριξη που μου προσέφεραν.

Κλείνοντας, θέλω να απευθύνω τις πιο θερμές ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου, η οποία υπήρξε πάντα ένα ανεκτίμητο στήριγμα για μένα καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου καθώς και της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Περίληψη :

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει θέμα τη μελέτη της υπνικής άπνοιας και τη χρήση της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας σε αυτή. Σκοπός της εργασίας είναι, μέσα από τη μελέτη αυτή να γίνει κατανοητή η σημασία της άπνοιας κατά τη διάρκεια του ύπνου, οι αιτίες, τα συμπτώματα αλλά και πως μπορεί εύκολα να γίνει η παρακολούθηση και στη συνέχεια η αντιμετώπιση της. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια ιστορική αναδρομή στο φαινόμενο της άπνοιας, τα είδη της, αποφρακτική και κεντρική καθώς και την παθογένεια τους. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύουμε την επιδημιολογία γύρω από το φαινόμενο αυτό. Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσουμε την κλινική εικόνα όπου αφορά κυρίως τα συμπτώματα που εκδηλώνει το φαινόμενο αυτό. Στη συνέχεια, αναφερόμαστε στους τρόπους που μπορεί να διαγνωστεί η άπνοια. Στο πέμπτο, αναλύουμε τους τρόπους αντιμετώπισης της, με θεραπείες CPAP, APAP, BiPAP, EPAP, ASV, στοματικές συσκευές καθώς και τρόπους βελτίωσης τους. Στο έκτο κεφάλαιο αναφερόμαστε συγκεκριμένα στο σύστημα παρακολούθησης Polywatch. Είναι ένα φορητό σύστημα παρακολούθησης κατά τη διάρκεια του ύπνου δίνοντας μας μετρήσιμα δεδομένα όπως καρδιακό ρυθμό και επίπεδα οξυγόνου. Με αυτόν τον τρόπο αναλύεται ο τρόπος χρήσης της συσκευής και στη συνέχεια τα δεδομένα που παράγονται τα οποία αποτελούν σημαντικό κομμάτι για την αντιμετώπιση της ασθένειας. Τέλος, στο πειραματικό μέρος της εργασίας μετριοούνται συγκεκριμένος αριθμός εξεταζόμενων και αναλύονται.

Περιεχόμενα

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	3
Περίληψη :	5
1 Εισαγωγή.....	9
1.1 Ιστορία της Υπνικής Άπνοιας	9
1.2 Είδη υπνικής άπνοιας	10
1.2.1 Παθογένεια υπνικής άπνοια.....	11
1.2.2 Παθογένεια κεντρικής άπνοιας ύπνου.....	12
1.2.3 Παθογένεια Αποφρακτικής Άπνοιας	14
2 Κλινική εικόνα.....	16
2.1 Κλινική εικόνα στα παιδιά	20
3 Επιδημιολογία.....	25
3.1 Αποφρακτική υπνική άπνοια και παχυσαρκία.....	26
3.2 Αποφρακτική υπνική άπνοια και ηλικία.....	27
3.3 Αποφρακτική υπνική και φύλο.....	27
3.4 Γενετικές πτυχές της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας.....	28
3.5 Οικονομικές πτυχές της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας.....	29
3.6 Αποφρακτική υπνική άπνοια και καρδιαγγειακές παθήσεις.....	29
3.6.1 Αποφρακτική υπνική άπνοια και στεφανιαία νόσος	30
3.6.2 Αποφρακτική υπνική άπνοια και εγκεφαλοαγγειακή νόσος.....	31
3.6.3 Αποφρακτική υπνική άπνοια και μεταβολική νόσος.....	31
3.6.4 Σακχαρώδης διαβήτης.....	31
4 Διάγνωση Υπνικής Άπνοιας	35
4.1 Νέοι μέθοδοι, νέες τεχνολογίες και αλγόριθμοι για τη διάγνωση της υπνικής άπνοιας	38
5 Τρόποι Αντιμετώπισης της Υπνικής Άπνοιας.....	44
5.1 Θεραπεία CPAP	44
5.2 Θεραπεία APAP.....	46
5.3 Θεραπεία BiPAP.....	47
5.4 Θεραπεία EPAP	48
5.6 Θεραπεία ASV	49
5.7 Στοματικές Συσκευές	49
5.8 Μελλοντικές τάσεις για τη βελτίωση της θεραπείας PAP	50
6 Φορητό Σύστημα Μελέτης Ύπνου	52
7 Μετρήσεις.....	57
8 Στατιστική Ανάλυση :	60
9 Συμπεράσματα:.....	64
Αναφορές - Πηγές.....	65

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1 Καταγραφή κεντρικής άπνοιας.....	13
Εικόνα 2 Καταγραφή αποφρακτικής υπνικής άπνοιας.....	16
Εικόνα 3 Η τροποποιημένη ταξινόμηση Mallampati	20
Εικόνα 4 Επισκόπηση αξιολόγησης και αρχικής αντιμετώπισης της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου στα παιδιά	23
Εικόνα 5 Επιπολασμός του συνδρόμου υπνικής άπνοιας στο γενικό πληθυσμό ηλικίας 40 ετών και άνω	32
Εικόνα 6 Εκτιμώμενος επιπολασμός της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου με βάση διαφορετικούς κανόνες βαθμολόγησης	33
Εικόνα 7 Οι δέκα κορυφαίες χώρες με τον υψηλότερο εκτιμώμενο αριθμό ατόμων με αποφρακτική άπνοια ύπνου με βάση την Αμερικανική Ακαδημία Ύπνου.	34
Εικόνα 8 Ένα δείγμα πολυυπνογραφίας	36
Εικόνα 9 Χρήση εξοπλισμού για ολονύκτια μελέτη ύπνου.....	37
Εικόνα 10 Ανιχνευτής Ύπνου Zeo Sleep Manager Pro	39
Εικόνα 11 Αυτόματο ρυθμιζόμενο σύστημα έξυπνου μαξιλαριού.....	42
Εικόνα 12 Αυτοκόλλητο με αισθητήρες επιφανειακών ακουστικών κυμάτων	43
Εικόνα 13 Θεραπεία CPAP	45
Εικόνα 14 Θεραπεία EPAP	49
Εικόνα 15 Στοματική συσκευή για θεραπεία	50
Εικόνα 16 Φορητό σύστημα διάγνωσης και παρακολούθησης ύπνου YH-600A Pro (PolyWatch Sleep Screener)	52
Εικόνα 17 Μέρη συσκευής	54
Εικόνα 18 Σωστή τοποθέτηση συσκευής στο καρπό	55
Εικόνα 19 Σωστή τοποθέτηση κιτ	55
Εικόνα 20 Σωστή τοποθέτηση παλμικού οξυμέτρου	55
Εικόνα 21 Εφαρμογή της συσκευής YH-600A Pro	56

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1 Αποτελέσματα μετρήσεων SpO ₂	61
Πίνακας 2 Αποτελέσματα μετρήσεων PR.....	61
Πίνακας 3 Συντελεστής συσχέτισης (r) του μέσου όρου παλμών PR	61
Πίνακας 4 Συντελεστής συσχέτισης (r) του μέσου όρου SpO ₂	62

1 Εισαγωγή

1.1 Ιστορία της Υπνικής Άπνοιας

Η μελέτη και η κατανόηση της υπνικής άπνοιας άρχισε τα τελευταία 40 χρόνια, παρόλο που υπήρχαν έντονες ενδείξεις για την ευρεία ύπαρξη αυτού του προβλήματος ήδη από τον 19ο αιώνα. Στα μέσα της δεκαετίας του 1850 και στη δεκαετία του 1870 παρατηρήθηκε για πρώτη φορά η περιοδική αναπνοή στον ύπνο. Βρετανοί γιατροί ανέφεραν αρκετές περιπτώσεις αποφρακτικής άπνοιας ως «άκαρπες συσπάσεις των εισπνευστικών και εκπνευστικών μυών κατά της γλωττιδικής απόφραξης με κυάνωση κατά τον ύπνο».

Στο τέλος 19ου αιώνα, παχύσαρκα άτομα με ακραία ημερήσια υπνηλία ονομάστηκαν ως «σύνδρομο Pickwickian» από τον Charles Dickens Fat Boy Joe.

Ως περιοδική αναπνοή αναφέρθηκε από τον Βρετανό γιατρό Hunter και από τους Ιρλανδούς γιατρούς Cheyne και Stokes σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια στις αρχές έως τα μέσα του 19ου αιώνα και στις αρχές του 20ου αιώνα σε υγιή άτομα που κοιμόντουσαν σε μεγάλα υψόμετρα από τους Βρετανούς Φυσιολόγους John Scott Haldane, C. G. Douglas και Mabel Fitzgerald.

Το 1950 έγινε η εκτίμηση της σχέσης μεταξύ της παχυσαρκίας και του ελέγχου της αναπνοής διότι ερευνητές παρατήρησαν κατά τη διάρκεια της ημέρας σε παχύσαρκα άτομα με χωρίς σημαντική πνευμονική νόσο και με υπνηλία μεγάλη κατακράτηση του διοξειδίου του άνθρακα

Στην πραγματικότητα, η ημερήσια υπνηλία σε αυτούς τους ασθενείς αποδόθηκε σε «δηλητηρίαση από διοξείδιο του άνθρακα» που συνόδευε την αναπνευστική τους ανεπάρκεια.

Πράγματι, οι φυσιολόγοι και οι νευροφυσιολόγοι που μελετούσαν τον έλεγχο της αναπνοής εκείνη την εποχή δεν θεώρησαν ποτέ τον εξωθωρακικό ανώτερο αεραγωγό ως σημαντικό παράγοντα σε αυτό το σύστημα ελέγχου και γνώριζαν ελάχιστα για τη νευρομυϊκή ρύθμισή του. Επίσης, μέχρι τις ολοκληρωμένες μελέτες του Builow στις αρχές της δεκαετίας του 1960 δεν αναφέρθηκαν άλλες περιγραφές των επιπτώσεων του ύπνου στον αερισμό και τη σταθερότητα του αερισμού στην υγεία.

Οι Gastaut et. al στα μέσα της δεκαετίας του 1960 αναγνώρισαν την αποφρακτική άπνοια ύπνου σε παχύσαρκα άτομα ως διαλείπουσα απόφραξη των αεραγωγών με

συχνές αφυπνίσεις, παρέχοντας έτσι τις πρώτες ολοκληρωμένες συνδέσεις μεταξύ της παχυσαρκίας, της απόφραξης των αεραγωγών που προκαλείται από τον ύπνο, του κατακερματισμού του ύπνου και της υπνηλίας κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Στην συνέχεια, η έρευνα προχώρησε με αργούς ρυθμούς με αναφορές στις αρχές της δεκαετίας του 1970 για περιπτώσεις αποφρακτικής άπνοιας ύπνου και περιστασιακής χρήσης χρόνιας τραχειοστομίας για θεραπεία.

Ωστόσο, από τα μέσα του 1970 έως τις αρχές του 1980 τα ευρήματα έδωσαν μια μεγάλη ώθηση στη φυσιολογική έρευνα στο πεδίο της αναπνοής και του ύπνου.

Ο κλάδος της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας έκανε την εμφάνισή του στην υπνική άπνοια όταν ο ερευνητής Colin Sullivan ανέπτυξε μια προσαρμοσμένη μάσκα που φαινόταν να βοηθά τους ανθρώπους να αναπνέουν κατά τη διάρκεια του ύπνου. Η ροή αέρα με θετική πίεση διοχετεύθηκε μέσω της μάσκας, δημιουργώντας μια πρώιμη μορφή συνεχούς θετικής πίεσης αεραγωγών ή CPAP. Τα αποτελέσματα με τις μάσκες ήταν τόσο καλά που και οι πέντε άνθρωποι σε μια αρχική μελέτη μπόρεσαν να κρατήσουν ανοιχτούς τους αεραγωγούς τους κατά τη διάρκεια του ύπνου. Οι πρώτες εμπορικές συσκευές CPAP έγιναν η τυπική θεραπεία για την αποφρακτική υπνική άπνοια.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, η προσομοίωση της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου σε τρωκτικά με χρήση κυκλικής υποξίας αποδείχθηκε ότι προκαλεί σταδιακή ανάπτυξη υπέρτασης κατά τη διάρκεια της ημέρας, ξεκινώντας έτσι την έρευνα για τις μακροπρόθεσμες καρδιαγγειακές συνέπειες της υπνικής άπνοιας.

Τέλος, παρατηρήθηκε μια απότομη έκρηξη πληθυσμιακής και κλινικής έρευνας κυρίως από το 1990 μέχρι σήμερα. Οι έρευνες στράφηκαν προς την υπνική άπνοια με σκοπό την προσέλκυση της από ερευνητές από διάφορους κλάδους.

Η υπνική άπνοια γέννησε πολλά εμπορικά εγχειρήματα όσον αφορά τη διάγνωση και τη θεραπεία της. Αυτό είχε ως αντίκτυπο στην κατασκευή κλινικών υπονοθεραπείας σε όλο τον δυτικό κόσμο, οι οποίες ασχολούνται αποκλειστικά την καταπολέμηση της υπνικής άπνοιας [1].

1.2 Τα είδη υπνικής άπνοιας

Η άπνοια ορίζεται ως η απουσία εισπνευστικής ροής αέρα για τουλάχιστον δέκα δευτερόλεπτα. Η υπόπνοια είναι μια μικρότερη μείωση της ροής του αέρα, που

διαρκεί 10 δευτερόλεπτα ή περισσότερο, και σχετίζεται με πτώση του κορεσμού της αρτηριακής οξυαιμοσφαιρίνης ή της ηλεκτροεγκεφαλογραφικής διέγερσης.

Οι άπνοιες και οι υπόπνοιες ταξινομούνται ως αποφρακτικές ή κεντρικές, αλλά ανεξάρτητα από αυτό, προκύπτουν από απουσία ή μείωση της νευρικής παροχής του εγκεφαλικού στελέχους στους μύες των ανώτερων αεραγωγών (π.χ.γενειογλωσσικός μυς) ή στους κατώτερους μύες της εισπνευστικής αντλίας του θώρακα (διαφράγματος και μεσοπλεύριοι μύες).

Η αποφρακτική άπνοια ύπνου εμφανίζεται όταν υπάρχει πλήρης απόφραξη του ανώτερου αεραγωγού (απουσία ροής αέρα, πτώση της γλώσσας προς τα πίσω) ενόψει της συνεχιζόμενης δραστηριότητας των μυών της εισπνευστικής θωρακικής αντλίας.

Οι μύες του διαφράγματος και του στήθους πρέπει να εργαστούν σκληρότερα για να ανοίξουν τον αεραγωγό και να τραβήξουν αέρα στους πνεύμονες. Η αναπνοή μπορεί να γίνει πολύ ρηχή ή μπορεί ακόμη και να σταματήσει για λίγο. Συνήθως αρχίζει ξανά με μια δυνατή ανάσα, με ένα ρουθούνισμα ή ένα τράνταγμα του σώματος. Δημιουργεί σημαντικό πρόβλημα στη ποιότητα του ύπνου και μπορεί επίσης να μειώσει τη ροή του οξυγόνου στα ανθρώπινα όργανα και να προκαλέσει ανομοιόμορφους καρδιακούς ρυθμούς [2].

Αντίθετα, η κεντρική άπνοια ύπνου είναι όταν η αναπνοή σταματάει τακτικά κατά την διάρκεια του ύπνου διότι ο εγκέφαλος δεν ειδοποιεί τους μύες να πάρουν αέρα. Είναι διαφορετική από την αποφρακτική άπνοια ύπνου αλλά μπορεί κάποιος να εμφανίσει και τα δύο είδη μαζί. Σε αυτή την περίπτωση ονομάζεται μεικτή άπνοια ύπνου.

Η κεντρική άπνοια ύπνου εμφανίζεται κατά κύριο λόγο στην περίπτωση που υπάρχει μια σοβαρή ασθένεια, και ειδικότερα όταν η ασθένεια επηρεάζει το κατώτερο εγκεφαλικό στέλεχος, το οποίο ελέγχει την αναπνοή. Επιπλέον, στα βρέφη προκαλεί παύσεις κατά την διάρκεια της αναπνοής, οι οποίες παύσεις μπορούν να διαρκέσουν μέχρι και είκοσι δευτερόλεπτα [3].

1.2.1 Παθογένεια υπνικής άπνοια

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην κατανόηση της παθογένειας τόσο της αποφρακτικής άπνοιας όσο και της κεντρικής άπνοιας ύπνου.

Η κεντρική άπνοια ύπνου, είναι γενικά προϊόν ενός ασταθούς συστήματος ελέγχου αερισμού με την υψηλή υπερκαπνική απόκριση γενικά να είναι η αιτία.

Αντίθετα, η αποφρακτική άπνοια ύπνου αναπτύσσεται ως αποτέλεσμα πολλών φυσιολογικών χαρακτηριστικών όπου οι συνδυασμοί τους διαφέρουν μεταξύ των ασθενών σημαντικά. Οι περισσότεροι ασθενείς με αποφρακτική άπνοια έχουν έναν ανατομικά μικρό ανώτερο αεραγωγό με αυξημένη ενεργοποίηση του διαστολέα του φάρυγγα διατηρώντας τους αεραγωγούς σε εγρήγορση, αλλά όχι όταν βρίσκονται σε κατάσταση ύπνου. Παρόλα αυτά, τα χαρακτηριστικά που μπορούν να καθορίσουν ποιος θα αναπτύξει άπνοια και πόσο σοβαρή θα είναι, είναι συγκεκριμένα και αυτά περιλαμβάνουν την ανατομία του ανώτερου αεραγωγού του ατόμου, το κατώφλι διέγερσης ως απόκριση στην αναπνευστική διέγερση, την ικανότητα των μυών διαστολής του ανώτερου αεραγωγού να ανταποκρίνονται στην αυξανόμενη ενδοφαρυγγική αρνητική πίεση, το κέρδος βρόχου και την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα CO₂ κατά τη διάρκεια του ύπνου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι ασθενείς να ανταποκρίνονται στις διαφορετικές θεραπευτικές προσεγγίσεις ώστε να αντιμετωπιστεί η διαταραχή της αναπνοής στον ύπνο [4,5].

1.2.2 Παθολογία κεντρικής άπνοιας ύπνου

Υπάρχουν διάφορες μορφές κεντρικής υπνικής άπνοιας. Η περιοδική αναπνοή αναπτύσσεται στα περισσότερα άτομα που ανεβαίνουν σε μεγάλο υψόμετρο. Αυτή είναι μια μορφή αναπνευστικής αστάθειας που προκαλείται λόγω της μη επαρκούς οξυγόνωσης (χαμηλή βαρομετρική πίεση). Για να συμβεί αυτό, πρέπει να υπάρχει επαρκής υποξική αναπνευστική απόκριση ώστε να οδηγήσει στον υπεραερισμό με αποτέλεσμα την υποκαπνία.

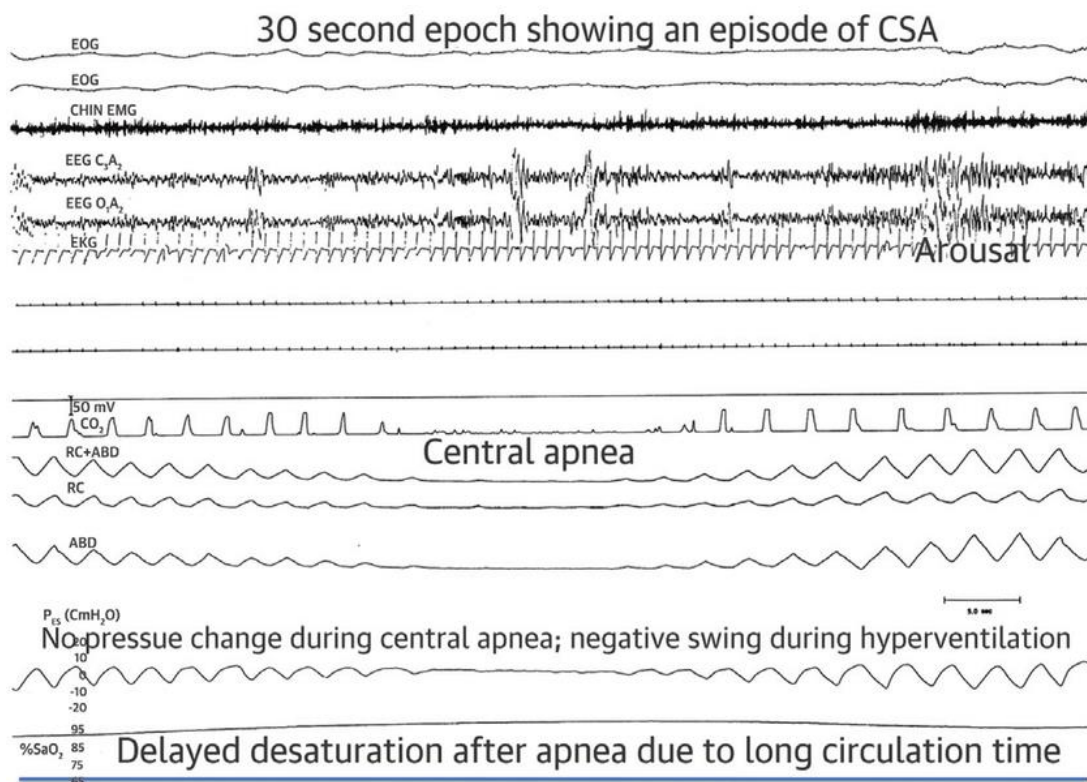
Μια σχετικά ασυνήθιστη διαταραχή είναι η ιδιοπαθής κεντρική άπνοια ύπνου η οποία παρατηρείται στο επίπεδο της θάλασσας. Παρατηρείται συγκεκριμένα σε άτομα που έχουν γενικά αυξημένη υπερκαπνική αναπνευστική απόκριση και τείνουν να έχουν χαμηλά επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στο αίμα. Η εμφάνιση της γίνεται κατά κύριο λόγο κατά τη διάρκεια του ύπνου μη REM.

Η αναπνοή Cheyne – Stokes και αποτελεί μια τρίτη μορφή κεντρικής άπνοιας ύπνου και παρατηρείται σε ασθενείς με συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια. Αυτό το είδος

χαρακτηρίζεται από περιόδους με προοδευτική αύξηση του όγκου και της συχνότητας αναπνοής και ακολουθούνται από περιόδους με προοδευτική μείωση αυτών. Ανάμεσα στις προοδευτικές αυξήσεις και μειώσεις παρεμβάλλονται περιόδοι άπνοιας. Πραγματοποιείται δηλαδή η εναλλαγή crescendo-decrescendo με χρόνο κύκλου περίπου 1 λεπτό. Οι ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια συνήθως παρουσιάζουν βραδύτερη κυκλοφορία αίματος, με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η ικανότητα της ταχείας αίσθησης των μεταβαλλόμενων επιπέδων οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα του αίματος.

Όπως και στην ιδιοπαθή κεντρική άπνοια ύπνου, η αναπνοή Cheyne-Stokes εμφανίζεται κυρίως κατά τη διάρκεια του ύπνου μη REM, ενώ είναι ασυνήθιστη η εμφάνισή της κατά τη διάρκεια του ύπνου REM.

Τέλος, ασθενείς με υπερκαπνία που οφείλεται κυρίως σε ανωμαλίες του αναπνευστικού ελέγχου όπως σύνδρομο υποαερισμού παχυσαρκίας ή κεντρικός κυψελιδικός υποαερισμός ή νευρομυϊκή νόσο μπορεί να έχουν κεντρική άπνοια και κατά τη διάρκεια του ύπνου [4].



Εικόνα 1 Καταγραφή κεντρικής άπνοιας

(https://www.researchgate.net/figure/Polysomnographic-Example-of-Hunter-Cheyne-Stokes-Breathing_fig7_314079335)

Στην εικόνα 1 οι πρώτες δύο καταγραφές είναι ηλεκτροοφθαλμογράφημα ενώ οι υπόλοιπες καταγραφές είναι όπως στην εικόνα 2. Παρατηρούνται ομαλές και σταδιακές αλλαγές στις θωρακοκοιλιακές εξορμήσεις και την οισοφαγική πίεση στους βραχίονες crescendo και decrescendo του κύκλου. Παρουσιάζεται μια ενδιάμεση κεντρική άπνοια και μια απουσία ρινοστοματικής ροής αέρα. Η διέγερση εμφανίζεται στην κορυφή του υπεραερισμού ενώ ο αποκορεσμός καθυστερεί λόγω του μεγάλου χρόνου κυκλοφορίας στην καρδιακή ανεπάρκεια.

1.2.3 Παθogenεία Αποφρακτικής Άπνοιας

Η παθogenεία της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου μπορεί να οφείλεται σε πολλούς παράγοντες και είναι πολύπλοκη. Η βαρύτητα της μετρείται με τον δείκτη άπνοιας-υπόπνοιας (AHI).

Οι αλλαγές στα χαρακτηριστικά του ιστού της ανατομίας του ανώτερου αεραγωγού και της νευρομυϊκής λειτουργίας, και οι αλλαγές που εξαρτώνται από τον ύπνο παίζουν σημαντικό ρόλο.

Χαρακτηριστικό της αποφρακτικής άπνοιας κατά την διάρκεια του ύπνου είναι τα επανειλημμένα επεισόδια διακοπής της αναπνοής. Ο λόγος που προκαλούνται είναι η σύγκλιση των ανώτερων αεραγωγών που βρίσκονται στη περιοχή του φάρυγγα.

Κατά την διάρκεια του ύπνου υπάρχει η προδιάθεση της στένωσης αλλά και της πλήρους απόφραξης σε ορισμένα άτομα των ανωτέρων αεραγωγών. Αυτό συμβαίνει για δύο λόγους πρώτον διότι μειώνεται ο μυϊκός τόνος των διατεινόντων μυών και δεύτερον διότι μειώνεται η αντανακλαστική απάντηση απέναντι στην αρνητική πίεση στους αεραγωγούς κατά την εισπνοή. Μελέτες έχουν αποδείξει ότι άνθρωποι όπου κατά την διάρκεια του ύπνου ροχαλίζουν και εμφανίζουν άπνοιες παρουσιάζουν ανατομικά φάρυγγα πιο στενό από τους φυσιολογικούς και κατά τη διάρκεια της εγρήγορσης. Επιπλέον, παρουσιάζουν και μεγαλύτερη ενδοτικότητα του φάρυγγα τους από αυτή του φυσιολογικού. Αυτό σημαίνει ότι ο φάρυγγας τους είναι πιο χαλαρός, με αποτέλεσμα να έχει προδιάθεση σύγκλισης.

Κατά τη διάρκεια της άπνοιας υπάρχει διακοπή της ροής αέρας όπου επηρεάζει το ροχαλητό το οποίο διακόπτεται πολλές φορές. Οι αναπνευστικές κινήσεις παρόλα

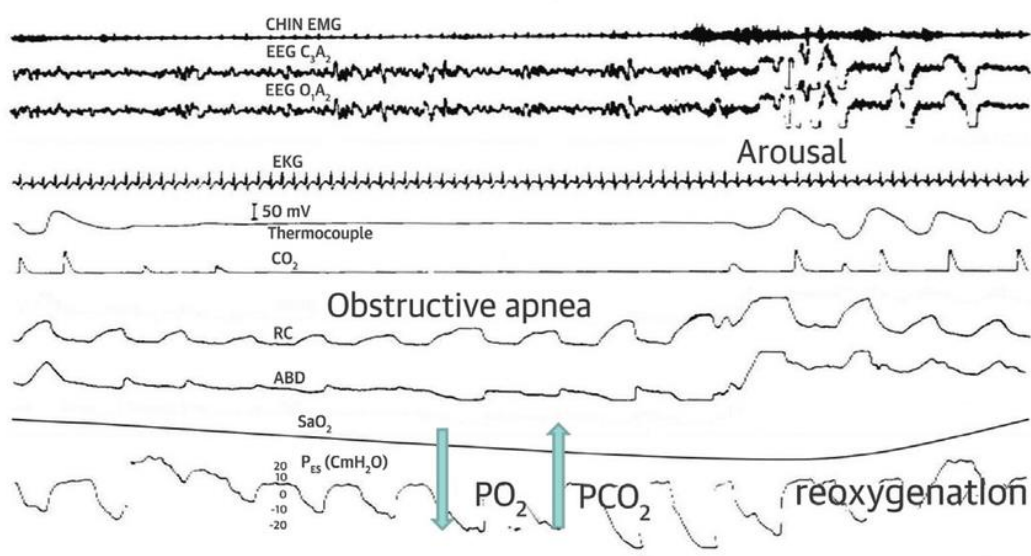
αυτά συνεχίζονται και αυξάνονται μέχρις ότου μια αφύπνιση (ηλεκτροεγκεφαλογραφική και όχι πλήρης διέγερση) αποκαταστήσει τη μυϊκή τόνο και τη βατότητα του αεραγωγού. Εκείνη τη στιγμή θα γίνει αντιληπτό το έντονο ροχαλητό που έχει σταματήσει.

Τα ερεθίσματα της υπερκαπνίας, της υποξαιμίας και της τάσης στους αναπνευστικούς μύες που δημιουργήθηκαν από τις έντονες αναπνευστικές προσπάθειες προκαλούν αυτή την αφύπνιση. Η οξυγόνωση αποκαθίσταται έπειτα από μερικές βαθιές ανάσες ενώ η άπνοια υπάρχει δυνατότητα να επαναληφθεί ξανά πολλές φορές κάθε νύχτα.

Πολλές μελέτες έδειξαν ότι υπάρχει σύνδεση των άπνοιών στον ύπνο με την επίπτωση αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων και καρδιαγγειακών επιπλοκών. Οι αποφρακτικές άπνοιες στον ύπνο μπορεί να δημιουργήσουν πολυερυθραιμία, δεξιά καρδιακή ανεπάρκεια και πνευμονική υπέρταση σε άτομα που παρουσιάζουν υποξαιμία και κατά τη διάρκεια της εγρήγορσης.

Τέλος, υπάρχει μια εξελισσόμενη βιβλιογραφία που υποδηλώνει ότι και άλλες μεταβλητές μπορεί να παίζουν ρόλο στην παθοφυσιολογία ή τη διάδοση της άπνοιας επίσης. Αρκετές μελέτες υποδηλώνουν ότι μπορεί να υπάρχει φλεγμονή και τραύμα στον ανώτερο αεραγωγό λόγω ροχαλητού, δονήσεων, εξωτερικής συστολής ή κόπωσης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των αισθητηριακών μηχανισμών στον αεραγωγό του φάρυγγα (ικανότητα ανίχνευσης αρνητικής πίεσης), απονεύρωση των φαρυγγικών διαστολέων μυών ή πραγματική βλάβη στους ίδιους τους μύες. Οποιοδήποτε συμβάν που καθιστά τους μύες του ανώτερου αεραγωγού λιγότερο ικανούς να παράγουν δύναμη ή να ανταποκριθούν στην αρνητική πίεση των αεραγωγών σίγουρα έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει ή να επιδεινώσει την άπνοια ύπνου [4,5].

30 second epoch showing an episode of OSA



Large negative swings in juxta-cardiac pressure

Εικόνα 2 Καταγραφή αποφρακτικής υπνικής άπνοιας

(https://www.researchgate.net/figure/Polysomnographic-Example-of-OSA_fig6_314079335)

Στην εικόνα 2 η πρώτη καταγραφή είναι το ηλεκτρομυογράφημα του πηγουνιού, η δεύτερη και η τρίτη είναι το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, η τέταρτη είναι το ηλεκτροκαρδιογράφημα, η πέμπτη και η έκτη είναι η ροή αέρα που μετράται με θερμοστοιχείο και CO₂, η έβδομη και η όγδοη είναι του θώρακα και η κοιλιακή, η ένατη είναι ο κορεσμός της οξυαιμοσφαιρίνης που μετράται με παλμική οξυμετρία και η δέκατη είναι η πίεση του οισοφάγου. Λαμβάνετε υπόψη ότι κατά τη διάρκεια της αποφρακτικής άπνοιας, η ροή του αέρα απουσιάζει ενώ η αναπνευστική προσπάθεια συνεχίζεται και η αναπνοή ξαναρχίζει με την έναρξη της διέγερσης.

2 Κλινική εικόνα

Οι περισσότεροι ασθενείς με αποφρακτική άπνοια ύπνου παραπονιούνται για υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας ή ο σύντροφός τους στο κρεβάτι αναφέρει δυνατό ροχαλητό, λαχάνιασμα, πνιγμό, ροχαλητό ή διακοπές στην αναπνοή ενώ κοιμούνται.

Το πιο κοινό χαρακτηριστικό της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου είναι η υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ο ασθενής μπορεί να χρησιμοποιήσει όρους όπως κόπωση,

κούραση, χαμηλή ενέργεια ή κακή εστίαση. Ωστόσο, η στοχευόμενη ερώτηση του ασθενούς και ειδικότερα των αγαπημένων τους προσώπων ή του συντρόφου του στο κρεβάτι, συνήθως αποκαλύπτει ένα μοτίβο υπνηλίας ή ύπνου σε βαρετές, παθητικές ή μονότονες καταστάσεις. Για παράδειγμα, ο ασθενής μπορεί να παραδεχτεί ότι αποκοιμείται συνεχώς ενώ διαβάζει, παρακολουθεί τηλεόραση ή ακόμα και όταν χειρίζεται ένα μηχανοκίνητο όχημα. Επιπλέον, μπορεί να αναφερθούν ενοχλητικά ή ακατάλληλα επεισόδια ύπνου (π.χ. σε θρησκευτικές λειτουργίες, ακρόαση διαλέξεων ή οδήγηση). Η επανεξέταση της συμπεριφοράς του ασθενούς μακριά από τον χώρο εργασίας είναι απαραίτητη, επειδή η υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να καλυφθεί από τη δραστηριότητα. Οι ασθενείς θα πρέπει επίσης πάντα να ερωτώνται για συμπεριφορές που μπορεί να συγκαλύπτουν την υπνηλία, όπως η κατανάλωση καφεΐνης. Οι ασθενείς συχνά βιώνουν μη επανορθωτικό ύπνο (δηλαδή, δεν ξυπνούν νιώθοντας ανανεωμένοι) και νυχτερινή ανησυχία σε συνδυασμό με το παράπονό τους για υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Η υπνηλία πρέπει να διακρίνεται από την κούραση. Η κόπωση ορίζεται ως μια υποκειμενική έλλειψη σωματικής ή ψυχικής ενέργειας που γίνεται αντιληπτή από το άτομο ότι παρεμβαίνει σε συνήθειες και επιθυμητές δραστηριότητες. Για να διευκολυνθεί αυτή η διάκριση, μια σειρά κατευθυνόμενων ερωτήσεων μπορεί να συνδυαστεί με την κλίμακα υπνηλίας Epworth (ESS) για να τεκμηριώσει ποσοτικά την αντίληψη του ασθενούς για την υπνηλία, την κόπωση ή και τα δύο. Μια βαθμολογία ESS >9 υποδηλώνει μη φυσιολογική υπνηλία και θα πρέπει να ζητήσει περαιτέρω εξετάσεις. Δεδομένου ότι υπάρχει συχνά αλληλεπικάλυψη τόσο της υπνηλίας όσο και της κόπωσης σε ασθενείς με αποφρακτική άπνοια ύπνου, το κέντρο μας χορηγεί τόσο την ESS όσο και την Κλίμακα Βαρύτητας Κόπωσης (FSS) για να βοηθήσει στον εντοπισμό και τη διαχείριση αυτών των παραπόνων .

Το ροχαλητό και τα συναφή συμβάντα δηλαδή περίοδοι άπνοιας, περίοδοι σιωπής που ακολουθούνται από δυνατό ροχαλητό, ανησυχία ή ταλαιπωρημένος ύπνος είναι κοινά χαρακτηριστικά της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου. Συνήθως είναι χρήσιμο να υπάρχει ο σύντροφος του ασθενούς στο κρεβάτι ή ένα μέλος της οικογένειας κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, επειδή συχνά έχουν μεγαλύτερη εικόνα από τον ασθενή

για τη συχνότητα και τη σοβαρότητα αυτών των συμπτωμάτων κατά τη διάρκεια του ύπνου.

Ενώ το ροχαλητό σχετίζεται με ευαισθησία από 80 έως 90 τοις εκατό για τη διάγνωση της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου, η ειδικότητά του είναι κάτω από 50 τοις εκατό. Το πραγματικό ποσοστό των ατόμων που ροχαλίζουν που έχουν άπνοια ύπνου ποικίλλει πολύ και δεν υπάρχουν αξιόπιστα δεδομένα. Το παράπονο του ροχαλητού, αν και συχνό σε ασθενείς με αποφρακτική άπνοια ύπνου, βρέθηκε ότι δεν έχει προγνωστική αξία σε πολλές μελέτες. Από την άλλη πλευρά, η απουσία ροχαλητού (ιδιαίτερα απουσία παραγόντων κινδύνου όπως η παχυσαρκία) μειώνει την πιθανότητα διάγνωσης της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου. Για παράδειγμα, ασθενείς με ήπιο ροχαλητό και δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) χαμηλότερο από 26 είναι απίθανο να έχουν μέτρια ή σοβαρή αποφρακτική άπνοια ύπνου. Μια μελέτη 1643 ατόμων με συνηθισμένο ροχαλητό βρήκε μια σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της σοβαρότητας της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου και της έντασης του ροχαλητού.

Συνήθως αναφέρεται πνιγμός ή λαχάνιασμα κατά τη διάρκεια του ύπνου ή του ξυπνήματος με ξηροστομία, συχνά σε συνδυασμό με το ροχαλητό. Σε μια συστηματική ανασκόπηση έξι μελετών που εξέτασαν την ακρίβεια της κλινικής εξέτασης στη διάγνωση της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου, ο νυχτερινός πνιγμός ή η αναπνοή είχε χαμηλότερη ευαισθησία από το ροχαλητό (52 έναντι 80 τοις εκατό) αλλά μεγαλύτερη ειδικότητα (84 έναντι 50 τοις εκατό).

Οι πρωϊνοί πονοκέφαλοι αναφέρονται από το 10 έως 30 τοις εκατό των ασθενών με αποφρακτική άπνοια ύπνου χωρίς θεραπεία. Συνήθως εμφανίζονται καθημερινά ή τις περισσότερες ημέρες της εβδομάδας και μπορεί να διαρκέσουν αρκετές ώρες μετά το πρωϊνό ξύπνημα. Η αιτία των πονοκεφάλων δεν είναι καλά τεκμηριωμένη και μπορεί να είναι πολυπαραγοντική. Οι προτεινόμενοι μηχανισμοί περιλαμβάνουν υπερκαπνία, αγγειοδιαστολή, αυξημένη ενδοκρανιακή πίεση και μειωμένη ποιότητα ύπνου. Οι πονοκέφαλοι νωρίς το πρωί μπορεί να υποδηλώνουν σοβαρή ασθένεια, αν και δεν έχει βρεθεί επίμονη συσχέτιση με τη σοβαρότητα της νόσου.

Η αϋπνία διατήρησης του ύπνου με επαναλαμβανόμενες αφυπνίσεις θα πρέπει να προκαλέσει την εξέταση της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου. Περίπου το ένα τρίτο των ασθενών με αποφρακτική άπνοια ύπνου παραπονιούνται για αϋπνία και όχι για

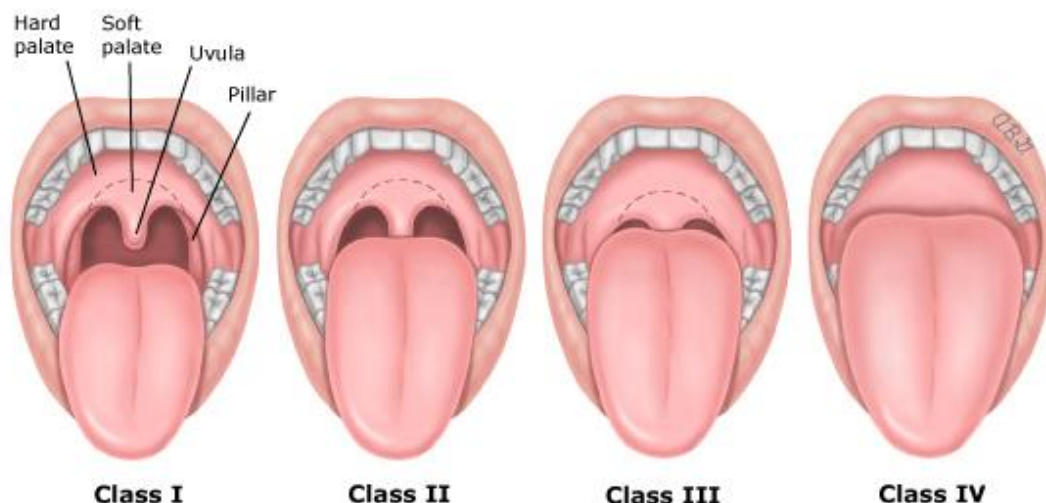
υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αυτό το φαινόμενο είναι συχνότερο στις γυναίκες.

Μερικοί ασθενείς μπορεί να εμφανίσουν συμπτώματα συναφών καταστάσεων και επιπλοκών, όπως νευροψυχιατρικά συμπτώματα, μετεγχειρητική υποξαιμία ή νυχτερινά καρδιαγγειακά συμβάντα όπως πόνος στο στήθος λόγω στηθάγχης ή αίσθημα παλμών λόγω κολπικής μαρμαρυγής.

Ένα ακόμη κοινό συσχετισμένο σύμπτωμα της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου είναι η νυκτουρία. Όταν οι ασθενείς ξυπνούν επανειλημμένα από άπνοια, αισθάνονται την ανάγκη να ουρήσουν.

Εν συνεχεία, πολυάριθμες κраниοπροσωπικές παθήσεις μπορεί να περιορίσουν τον ανώτερο αεραγωγό και να συμβάλουν στην ανάπτυξη αποφρακτική άπνοια ύπνου. Αυτές περιλαμβάνουν οπισθογναθία, μικρογναθία, πλάγια στένωση περιαμυγδαλίου, μακρογλωσσία, υπερτροφία αμυγδαλών, επιμήκη ή διευρυμένη ουλίτιδα, ψηλό τοξωτό ή στενό ουρανίσκο, απόκλιση ρινικού διαφράγματος και ρινικούς πολύποδες. Σε αυτή την περίπτωση γίνεται χρήση της ταξινόμησης Mallampati. Η συγκεκριμένη ταξινόμηση χρησιμοποιείται κυρίως για να προσδιορίσει το ποσοστό της στένωσης των αεραγωγών, και χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες, από τις οποίες οι κατηγορίες τρία και τέσσερα θεωρούνται θετικές για στένωση των αεραγωγών. (εικόνα 6). Ακόμη, εκτός από την ταξινόμηση Mallampati αλλά και η θέση της γλώσσας Friedman, μέσα από πολλές μελέτες αποδείχθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση με τη σοβαρότητα της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου.

Ισχυρή συσχέτιση υπάρχει της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου με το πόσο μεγάλο σε μέγεθος είναι ο αυχέννας του ατόμου ή περιφέρεια μέσης από τη γενική παχυσαρκία. Οι άνδρες που διαθέτουν μέγεθος αυχένα πάνω από 17 ίντσες αλλά και οι γυναίκες που το μέγεθος του λαιμού τους υπερβαίνει τις 16 ίντσες, εμφανίζουν αποφρακτική άπνοια ύπνου. Σε μια άλλη ενδιαφέρουσα μελέτη, παρατηρήθηκε πως οι τιμές αποκοπής για την περίμετρο της μέσης και για την αναλογία μέσης προς ύψος για τους άνδρες με αποφρακτική άπνοια ύπνου ήταν 100,5 cm και 0,575, αντίστοιχα ενώ για τις γυναίκες ήταν 95,5 cm και 0,595, αντίστοιχα [8].



Εικόνα 3 Η τροποποιημένη ταξινόμηση Mallampati

(<https://www.uptodate.com/contents/clinical-presentation-and-diagnosis-of-obstructive-sleep-apnea-in-adults#H13336404>)

Η εικόνα 3 μας δείχνει την ταξινόμηση Mallampati όπου είναι ένα απλό σύστημα βαθμολόγησης που συσχετίζει την ποσότητα του ανοίγματος του στόματος με το μέγεθος της γλώσσας και παρέχει μια εκτίμηση του διαθέσιμου χώρου για στοματική διασωλήνωση με άμεση λαρυγγοσκόπηση. Σύμφωνα με την κλίμακα Mallampati, η κατηγορία I είναι παρούσα όταν η μαλακή υπερώα, η ουλίτιδα και οι πυλώνες είναι ορατοί. Κατηγορία II όταν ο μαλακός ουρανίσκος και η ουλίτιδα είναι ορατά. Κατηγορία III όταν είναι ορατές μόνο η μαλακή υπερώα και η βάση της ουλής. και κατηγορία IV όταν είναι ορατή μόνο η σκληρή υπερώα.

2.1 Κλινική εικόνα στα παιδιά

Στα περισσότερα παιδιά με αποφρακτική άπνοια ύπνου είναι συνήθης (≥ 3 νύχτες την εβδομάδα) το δυνατό ροχαλητό. Ωστόσο, το ιστορικό ροχαλητού είναι ανεπαρκές για τη διάγνωση, επειδή πολλά παιδιά που ροχαλίζουν δεν έχουν αποφρακτική άπνοια ύπνου. Το συνηθισμένο ροχαλητό απουσία αποφρακτική άπνοια ύπνου (γνωστό ως πρωτογενές ροχαλητό) εμφανίζεται στο 3 έως 12 τοις εκατό του γενικού παιδιατρικού πληθυσμού και μπορεί να εξακολουθεί να έχει δυσμενείς συνέπειες για την υγεία. Αντίθετα, η απουσία ροχαλητού είναι ανεπαρκής για τον αποκλεισμό της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου.

Άλλα νυχτερινά συμπτώματα περιλαμβάνουν αναπνοή από το στόμα, θορυβώδη αναπνοή, παύσεις στην αναπνοή, βήχα ή πνιγμό στον ύπνο, ανήσυχο ύπνο και νυχτερινή εφίδρωση. Επίσης κοινά αλλά λιγότερο αναγνωρισμένα συμπτώματα είναι η νυχτερινή ενούρηση και οι παραυπνίες όπως η υπνοβασία και οι υπνικοί τρόμοι.

Η υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να είναι λιγότερο εμφανής στα παιδιά από ό,τι στους ενήλικες, αλλά μπορεί να εκδηλωθεί ως ακατάλληλος για την ηλικία του ύπνος κατά τη διάρκεια της ημέρας. Παράπονα για υπνηλία ή να αποκοιμηθεί κατά τη διάρκεια του σχολείου, κατά τη διάρκεια σύντομων διαδρομών με το αυτοκίνητο ή στο σχολικό λεωφορείο. Είναι σημαντικό ότι η αποφρακτική άπνοια ύπνου σχετίζεται με απροσεξία, προβλήματα μάθησης και προβλήματα συμπεριφοράς (π.χ. υπερκινητικότητα, παρορμητικότητα, επαναστατικότητα και επιθετικότητα), που μερικές φορές οδηγεί σε διάγνωση διαταραχής ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας.

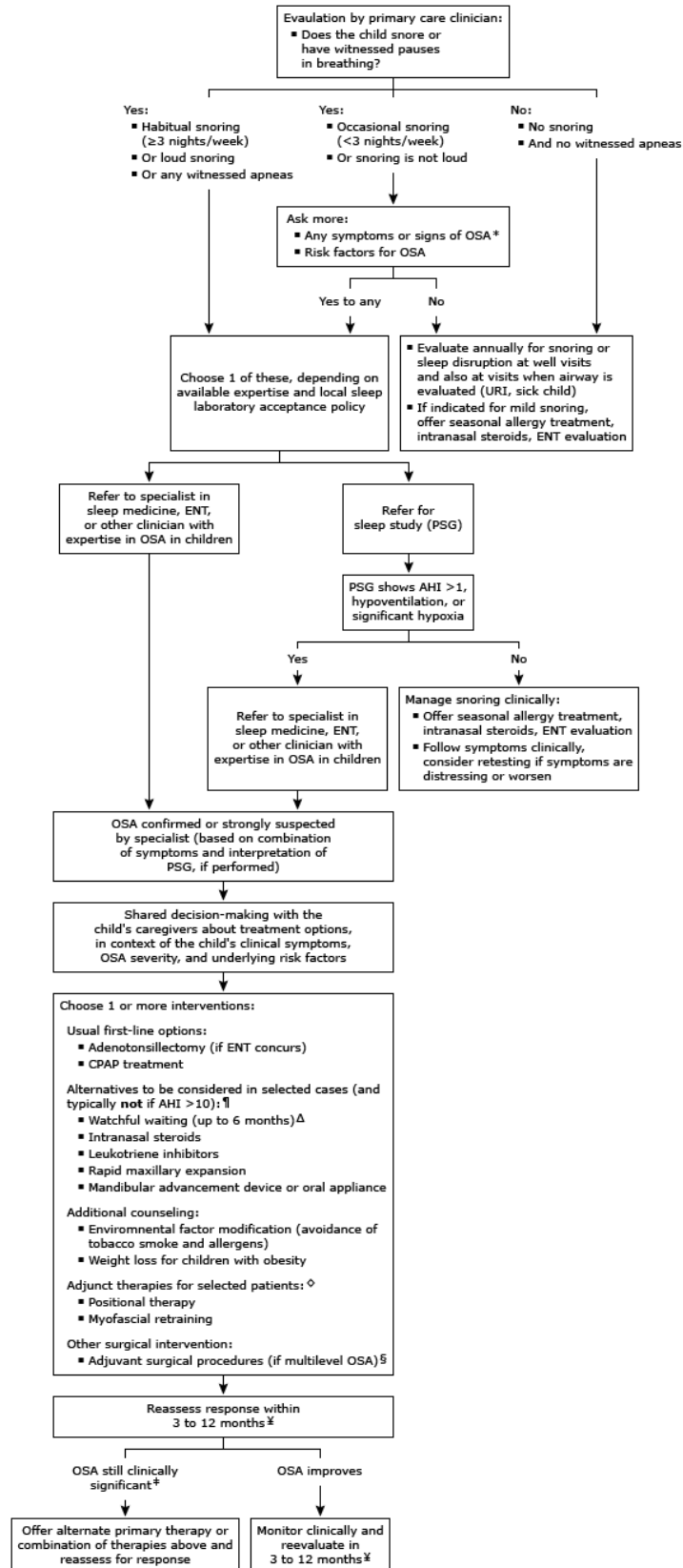
Σε ορισμένα παιδιά, η θεραπεία της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου μπορεί να βελτιώσει προβλήματα μάθησης και συμπεριφοράς. Μερικά παιδιά θα έχουν ευερέθιστη διάθεση ή δυσκολία στον έλεγχο των συναισθημάτων λόγω διαταραγμένου ύπνου.

Η στοματική αναπνοή ή η υπορινική ομιλία είναι συχνές σε παιδιά με αποφρακτική άπνοια ύπνου λόγω της συσχέτισης με υπερτροφία των αδενοειδών. Οι πρωινοί πονοκέφαλοι μπορεί να υπάρχουν λόγω διαταραγμένου ύπνου και επαναλαμβανόμενες αφυπνίσεις από τον ύπνο λόγω αναπνευστικών συμβάντων.

Για τον έλεγχο για αποφρακτική άπνοια ύπνου, οι γονείς όλων των παιδιών θα πρέπει να ερωτηθούν για το ροχαλητό κατά τη διάρκεια επισκέψεων στον παιδίατρο όταν αξιολογείται η αναπνευστική οδός, όπως συνιστάται από την Αμερικανική Ακαδημία Παιδιατρικής. Οποιοδήποτε παιδί ροχαλίζει συνήθως (π.χ. ≥ 3 νύχτες την εβδομάδα), έχει δυνατό ροχαλητό ή έχει παύσεις στην αναπνοή θα πρέπει να υποβληθεί σε πλήρη διαγνωστική αξιολόγηση για αποφρακτική άπνοια ύπνου.

Τα παιδιά με ιστορικό θεραπείας OSA θα πρέπει επίσης να παρακολουθούνται στενά για την πιθανότητα υποτροπής ή υπολειπόμενων συμπτωμάτων αποφρακτικής άπνοιας ύπνου. Αυτό συμβαίνει επειδή η αποφρακτική άπνοια ύπνου μπορεί να

υποτροπιάσει μετά τη θεραπεία (π.χ. αδενοαμυγδαλεκτομή) και μπορεί να επιδεινωθεί με την ηλικία ή την αύξηση βάρους [24].



Εικόνα 4 Επισκόπηση αξιολόγησης και αρχικής αντιμετώπισης της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου στα παιδιά

<https://www.uptodate.com/contents/evaluation-of-suspected-obstructive-sleep-apnea-in-children>)

Στην εικόνα 4 η ορολογία URI είναι η λοίμωξη του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, η ορολογία UNT είναι αυτιά, μύτη και λαιμός, το PSG είναι πολυυπνογραφία και το ADHD είναι η διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας.

3 Επιδημιολογία

Όταν η αποφρακτική υπνική άπνοια ορίζεται ως επαναλαμβανόμενη απόφραξη των ανώτερων αεραγωγών κατά τη διάρκεια του ύπνου τότε είναι μια πολύ κοινή διαταραχή. Η αξιολόγηση της βαρύτητας της άπνοιας πραγματοποιείται από τον δείκτη άπνοιας - υπόπνοιας (AHI). Ο δείκτης αυτός δείχνει τον αριθμό των πλήρων ή ατελών αποφρακτικών συμβάντων ανά ώρα ύπνου. Σύμφωνα με την μελέτη Wisconsin Sleep Cohort (WSC) η αποφρακτική υπνική άπνοια ορίζεται ως $AHI \geq 5$ συμβάντα/ώρα και σύμφωνα με μελέτες ο επιπολασμός της ήταν 24% στους άνδρες και 9% σε γυναίκες ηλικίας 30 ως 60 ετών. Στην περίπτωση που σχετίζεται με υπερβολική υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας ο επιπολασμός στις ενήλικες γυναίκες είναι 2% ως 5% ενώ στους άνδρες από 3% έως 7%. Οι εκτιμήσεις του επιπολασμού μας δείχνουν ότι η παρουσία της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας είναι συχνή όχι μόνο στον αναπτυσσόμενο κόσμο αλλά στη δυτική κοινωνία.

Έχει αποδειχτεί η ισχυρή συσχέτιση της αποφρακτικής υπνικής άπνοια με την παχυσαρκία κάτι που θα συζητηθεί εκτενέστερα πιο κάτω. Αυτό σημαίνει ότι η αύξηση της παγκόσμιας επιδημίας της παχυσαρκίας, έχει άμεση επίπτωση και στην αύξηση του επιπολασμού της διαταραχής της αναπνοής στον ύπνο.

Σύμφωνα με την μελέτη Wisconsin Sleep Cohort (WSC) επανεξετάστηκαν με προσαρμογή για τα τρέχοντα επίπεδα υπέρβαρου και παχυσαρκίας, παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη αύξηση στον επιπολασμό της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας. Με βάση αυτά τα δεδομένα, το 34% των ανδρών και το 17,4% των γυναικών μεταξύ 30-70 ετών αναμένεται να έχουν $AHI \geq 5$, που θα συσχετίζεται με υπερβολική υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας στο 14% των ανδρών και στο 5% των γυναικών. Τα σύγχρονα αναδυόμενα δεδομένα από την Ευρώπη δείχνουν ότι υπάρχει μεγάλη περίπτωση ο κοινωνικός επιπολασμός της διαταραχής να είναι ακόμη πιο μεγάλος αν χρησιμοποιηθούν σύγχρονες διαγνωστικές τεχνικές.

Μια ελβετική μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε πάνω από 2.000 άτομα παρατήρησε ότι ποσοστό 49% και 23,4% των ανδρών και γυναικών εμφάνισαν μέτριας-βαρείας αποφρακτικής υπνικής άπνοιας (δηλαδή $AHI \geq 15$). Αυτά τα ευρήματα είναι ανησυχητικά και είναι απαραίτητο να επιβεβαιωθούν σε άλλες μελέτες και άλλες ομάδες πληθυσμού [22].

3.1 Αποφρακτική υπνική άπνοια και παχυσαρκία

Ένας από τους πιο ισχυρούς παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας είναι η παχυσαρκία και λόγω της αύξησης της παχυσαρκίας στη δυτική κοινωνία, ο επιπολασμός της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας είναι πιθανό να αυξηθεί ακόμη πιο πολύ. Στη μελέτη Cohort Sleep του Wisconsin, παρατηρήθηκε η αύξηση βάρους σε μια περίοδο τεσσάρων ετών έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη και διάγνωση της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας. Μια αύξηση κατά 10% στο σωματικό βάρος προσέφερε αύξηση 32% στον AHI και 6 φορές αύξηση στον κίνδυνο εμφάνισης μέτριας-βαρείας αποφρακτικής υπνικής άπνοιας. Στη μελέτη Sleep Heart Health Study, μια πολυκεντρική επιδημιολογική μελέτη των καρδιαγγειακών συσχετίσεων της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας σε μεσήλικες και ηλικιωμένους Αμερικανούς, η αύξηση βάρους 10 κιλών σε μια περίοδο 5 ετών προσέφερε αύξηση 5,2 και 2,5 φορές στην πιθανότητα αύξηση του AHI κατά 15 συμβάντα ανά ώρα σε άνδρες και γυναίκες αντίστοιχα. Η αποφρακτική υπνική άπνοια παρουσιάζεται σε ποσοστό 41% σε ασθενείς που έχουν δείκτη μάζας σώματος 28 και πάνω ενώ ο επιπολασμός σε ασθενείς που οδηγούνται για βαριατρική χειρουργική επέμβαση υπάρχει πιθανότητα να είναι στο 78%.

Υποτίθεται ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ αποφρακτικής υπνικής άπνοιας και παχυσαρκίας δεν είναι μονής κατεύθυνσης και ότι η αποφρακτική υπνική άπνοια μπορεί επίσης να έχει αντίκτυπο στην παθογένεση της παχυσαρκίας. Είναι ευρέως αναγνωρισμένο ότι η αύξηση βάρους μπορεί να προηγηθεί από την εμφάνιση συμπτωμάτων αποφρακτικής υπνικής άπνοιας και η μειωμένη σωματική δραστηριότητα με σχετική μείωση της ενεργειακής δαπάνης λόγω της υπερβολικής ημερήσιας υπνηλίας στην αποφρακτική υπνική άπνοια μπορεί να προάγει την αύξηση βάρους. Η πρόσληψη θερμίδων σε ασθενείς με αποφρακτική υπνική άπνοια μπορεί επίσης να είναι υψηλότερη. Στα παιδιά το κοινό χαρακτηριστικό της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας που σχετίζεται με την παχυσαρκία είναι η περικοπή ή στέρση ύπνου και η περικοπή του ύπνου, και αυτό λόγω των διάφορων αλλαγών στην ορμονική ρύθμιση της διατροφής. Τέλος, ένας αριθμός μελετών έχει δείξει αυξημένα επίπεδα λεπτίνης σε ασθενείς με αποφρακτική υπνική άπνοια σε σύγκριση με μάρτυρες ταιριάσματος βάρους και μείωση των επιπέδων λεπτίνης μετά από

θεραπεία με συνεχή θετική πίεση αεραγωγών (CPAP), υποδηλώνοντας ότι η αποφρακτική υπνική άπνοια μπορεί να επηρεάσει το μεταβολισμό της λεπτίνης ανεξάρτητα από τις αλλαγές του βάρους [22].

3.2 Αποφρακτική υπνική άπνοια και ηλικία

Ο επιπολασμός της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας αυξάνεται με την ηλικία στους ενήλικες. Αυτή η αύξηση που σχετίζεται με την ηλικία και ο επιπολασμός μπορεί να αποδοθεί στην εναπόθεση λίπους στο παραφάρυγγα, στην επιμήκυνση της μαλακής υπερώας και σε αλλαγές σε άλλες ανατομικές παραφαρυγγικές δομές. Μέσω της μελέτης Sleep Heart Health παρατηρήθηκε στις ηλικίες 60 ετών και άνω η αύξηση του επιπολασμού της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας. Κάποιοι ερευνητές επισήμαναν ότι υπάρχει περίπτωση μείωσης του κινδύνου θνησιμότητας με άπνοια ύπνου στους ηλικιωμένους λόγω της προετοιμασίας καρδιοπροστατευτικών προσαρμογών στη χρόνια διαλείπουσα υποξία. Οι ηλικιωμένοι ασθενείς που κατά τη διάρκεια της ημέρας δεν εμφανίζουν υπερβολική υπνηλία αντιπροσωπεύουν διαφορετικούς φαινότυπους και που εξηγεί τα αντικρουόμενα δεδομένα που υπάρχουν όσον αφορά την σχέση του κινδύνου θνησιμότητας με την αύξηση της ηλικίας στην αποφρακτική υπνική άπνοια. Η παρουσία ταυτόχρονης υπερβολικής ημερήσιας υπνηλίας σε ασθενείς με αποφρακτική υπνική άπνοια μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο θνησιμότητας, ενώ η ίδια σοβαρότητα αποφρακτικής υπνικής άπνοιας χωρίς συμπτώματα δεν μπορεί [22].

3.3 Αποφρακτική υπνική και φύλο

Είναι ευρέως αναγνωρισμένο ότι υπάρχει υψηλότερος επιπολασμός της αποφρακτικής υπνικής άπνοια στους άνδρες από τις γυναίκες, με τις περισσότερες πληθυσμιακές μελέτες να δείχνουν 2 έως 3 φορές υψηλότερο επιπολασμό αποφρακτικής υπνικής άπνοιας στους άνδρες. Οι άνδρες παραπέμπονται για κλινική αξιολόγηση διότι εμφανίζουν υψηλότερο δείκτη υποψίας για την εξέταση της διαταραχής στους άνδρες. Αυτή η τάση μπορεί να συμβάλει στην υποδιάγνωση της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας στις γυναίκες στην κλινική πρακτική, μια προκατάληψη που μπορεί να επιδεινώνεται από το γεγονός ότι οι γυναίκες συχνά δεν παρουσιάζουν τα κλασικά συμπτώματα της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας όπως

δυνατό ροχαλητό, άπνοιες ή υπερβολική υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας και παραπονιούνται για χαμηλά επίπεδα ενέργειας και κόπωση. Επιπροσθέτως, οι άνδρες σύντροφοι στο κρεβάτι των γυναικών ασθενών δεν μπορούν να αντιληφθούν τις διαταραχές της νυχτερινής αναπνοής και το ροχαλητό όσο οι γυναίκες σύντροφοι των ανδρών ασθενών.

Οι ορμόνες του φύλου παίζουν ρόλο σημαντικό στην εμφάνιση της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας. Αυτό μας δείχνει ότι στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες η αποφρακτική υπνική άπνοια είναι πιο διαδεδομένη σε αντίθεση με τις προεμμηνοπαυσιακές [22].

3.4 Γενετικές πτυχές της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας

Λόγω της πολυπλοκότητάς της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας μέσα από πολλούς προδιαθεσικούς παράγοντες, η πιθανότητα να προκληθεί αποφρακτική υπνική άπνοια από έναν μεμονωμένο γενετικό παράγοντα είναι από χαμηλή ως μηδαμινή. Πιστεύεται ότι έως και το 40% του κινδύνου για αποφρακτική υπνική άπνοια είναι γενετικά προδιάθεση. Ο επιπολασμός της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας σε συγγενείς πρώτου βαθμού ασθενών με αποφρακτική υπνική άπνοια κυμαίνεται από 22-84%

Οι ανατομικοί παράγοντες κινδύνου για αποφρακτική υπνική άπνοια, όπως η παχυσαρκία και η δομή των μαλακών ιστών των ανώτερων αεραγωγών, δείχνουν οικογενειακή συσσώρευση. Πολλές μελέτες διδύμων σε πληθυσμούς του Καυκάσου δείχνουν μια εκτίμηση κληρονομικότητας 57 με 86% για την τάση του δείκτη μάζα σώματος από την ενήλικη ζωή έως την μέση ηλικία. Μια μελέτη περιπτώσεων ελέγχου στη Σκωτία εντόπισε ένα ισχυρό οικογενειακό συστατικό στην αποφρακτική υπνική άπνοια και πρότεινε ότι οι διαφορές στη δομή του προσώπου ήταν πιο σημαντικές από την παχυσαρκία από αυτή την άποψη. Ο όγκος του πλευρικού τοιχώματος του φάρυγγα, ο όγκος της γλώσσας και ο συνολικός όγκος των μαλακών ιστών του άνω αεραγωγού έχουν σημαντικό επίπεδο κληρονομικότητας μετά από προσαρμογή για το φύλο, την ηλικία, το εθνικό υπόβαθρο, τις κρανιοπροσωπικές ιδιότητες και την εναπόθεση λίπους στον αυχένα.

Οι επιστήμονες έχουν ερευνήσει έναν αριθμό υποψήφιων γονιδιακών συσχετισμών με την αποφρακτική υπνική άπνοια, οι οποίοι εμπερικλείουν το ένζυμο μετατροπής

της αγγειοτενσίνης (ACE), τον παράγοντα νέκρωσης όγκου (TNF) και διαφορετικές αλληλόμορφες της απολιποπρωτεΐνης E4. Παρόλα αυτά μόνο ένας πολυμορφισμός TNF σχετίστηκε σημαντικά με την αποφρακτική υπνική άπνοια κάτω από ένα μοντέλο συχνότητας αλληλόμορφων [22].

3.5 Οικονομικές επιπτώσεις της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας

Η αποφρακτική υπνική άπνοια επηρεάζει σημαντικά την οικονομία στα κέντρα υγείας, στα μεγάλα νοσοκομεία αλλά και στην κοινωνία. Το κόστος που σχετίζεται με την αποφρακτική υπνική άπνοια περιλαμβάνει αρχικά το κόστος της διάγνωσης και στη συνέχεια το κόστος της θεραπείας. Έχει αποδειχθεί ότι ασθενείς με διαταραχές ύπνου δεν είναι τόσο παραγωγικοί στην δουλειά τους σε σύγκριση με αυτούς που δεν εμφανίζουν διαταραχές στον ύπνο και εμφανίζουν λόγω κόπωσης μειωμένη παραγωγικότητα. Επίσης, οι ασθενείς με αποφρακτική υπνική άπνοια παρουσιάζουν περισσότερους επαγγελματικούς τραυματισμούς.

Οι περισσότερες μελέτες απέδειξαν ότι η ποιότητα ζωής των ασθενών επηρεάζεται αρνητικά αλλά παρουσιάζει βελτίωση με τη θεραπεία. Ο σύντροφος στο κρεβάτι ενός ασθενούς με αποφρακτική υπνική άπνοια που δεν έχει υποβληθεί σε θεραπεία μπορεί επίσης να υποφέρει από διαταραχή του ύπνου λόγω του ροχαλητού του ασθενούς, του λαχανιάσματος ή της άπνοιας που παρατηρήθηκε. Η ποιότητα ζωής των συντρόφων στο κρεβάτι βελτιώνεται επίσης σημαντικά όταν υποβάλλεται σε θεραπεία αποφρακτική υπνική άπνοια [22].

3.6 Αποφρακτική υπνική άπνοια και καρδιαγγειακές παθήσεις

Τα πιο ισχυρά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ανεξάρτητο ρόλο της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας στην προώθηση ανεπιθύμητων καρδιαγγειακών εκβάσεων βρίσκονται σε μελέτες που αφορούν τη σχέση της με την υπέρταση. Σε συνέχεια μιας σειράς μελετών όπου οι άνθρωποι που ροχαλίζουν ήταν πιο πιθανό να έχουν επίσης υπέρταση από ό,τι θα περίμενε κανείς, μια σειρά κλινικών και επιδημιολογικών μελετών εντόπισε μια σχέση δόσης-απόκρισης μεταξύ της σοβαρότητας της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας και της πιθανότητας υπέρτασης.

Νέες μελέτες συνέβαλαν στην απόδειξη ότι η αποφρακτική υπνική άπνοια επηρεάζει σημαντικά την υπέρταση και ευθύνεται για την αύξηση στους ασθενείς. Αποτελέσματα από την μελέτη Cohort Sleep του Wisconsin έδειξαν μια θετική συσχέτιση ανάμεσα στην διαταραχή της αναπνοής στον ύπνο με την ανάπτυξη περιστατικής υπέρτασης. Σε μια ανάλυση 709 ατόμων, η παρουσία σοβαρής αποφρακτικής υπνικής άπνοιας κατά την εγγραφή προσέφερε σχεδόν τριπλάσιο κίνδυνο διάγνωσης υπέρτασης σε μια περίοδο παρακολούθησης τεσσάρων ετών, ανεξάρτητα από τις επιπτώσεις της ηλικίας, της παχυσαρκίας και του ιστορικού καπνίσματος [23].

3.6.1 Αποφρακτική υπνική άπνοια και στεφανιαία νόσος

Η αποφρακτική υπνική άπνοια συχνά συνυπάρχει, αλλά συνήθως δεν διαγιγνώσκεται σε ασθενείς με καρδιαγγειακή νόσο και αρκετές συγχρονικές μελέτες υποστηρίζουν μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας και της επικρατούσας στεφανιαίας νόσου, που ορίζεται ως έμφραγμα του μυοκαρδίου και/ή στηθάγχη. Παρόλα αυτά, σε αναφερόμενες μελέτες μετά από την αξιολόγηση της άπνοιας ύπνου σε σχέση με τη στεφανιαία νόσο δεν αποδείχθηκε συσχέτιση μεταξύ τους. Αντίθετα, νέες επιδημιολογικές μελέτες πάνω στη στεφανιαία νόσο και την αποφρακτική υπνική άπνοια ανέφεραν θετική συσχέτιση μικρότερου μεγέθους. Μεταξύ 6.424 συμμετεχόντων που υποβλήθηκαν σε πολυυπνογραφία στο σπίτι στη μελέτη Sleep Heart Health Study, έδειξε ότι τα άτομα με το υψηλότερο τεταρτημόριο AHI >11 είχαν προσαρμοσμένη αναλογία πιθανοτήτων 1,27 αυτοαναφερόμενης στεφανιαίας νόσου. Η υψηλή ηλικία των συμμετεχόντων η οποία είχε μέσο όρο 64 έτη ίσως ευθύνεται για την μέτρια συσχέτιση.

Οι ασθενείς με αποφρακτική υπνική άπνοια είχαν υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης στεφανιαίας νόσου 16,2% σε σύγκριση με όσους ροχαλίζουν χωρίς αποφρακτική υπνική άπνοια 5,4% σε μια προοπτική μελέτη άνω των 7 ετών. Η θεραπεία με CPAP είναι αποτελεσματική για την μείωση του κινδύνου ανεπιθύμητων καρδιαγγειακών εκβάσεων.

Παρόλα αυτά, μελέτες εξακολουθούν να λείπουν με βάσει τον πληθυσμό ανάμεσα στην συχνότητα εμφάνισης της στεφανιαίας νόσου και στην υπνική άπνοια [23].

3.6.2 Αποφρακτική υπνική άπνοια και εγκεφαλική νόσος

Ασθενείς οι οποίοι έχουν υποστεί παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο ή εγκεφαλικό εμφανίζουν συχνά διαταραχή της αναπνοής στον ύπνο, σε ποσοστό 32 ως 63% των ασθενών με εγκεφαλικό και υπάρχει άμεση σχέση με την αύξηση της θνησιμότητας. Επιπλέον, ο επιπολασμός της εγκεφαλοαγγειακής νόσου φαίνεται να αυξάνεται με την αύξηση της σοβαρότητας τη αποφρακτικής υπνικής άπνοιας. Σε μελέτη Sleep Heart Health Study στην οποία πήραν μέρος 6.089 άτομα, το 2,7% στο χαμηλότερο τεταρτημόριο AHI είχε προηγούμενο εγκεφαλικό επεισόδιο, ενώ το 5,3% στο πιο σοβαρό τεταρτημόριο είχε εμφανίσει εγκεφαλικό επεισόδιο. Σε νέες μελέτες έχει παρατηρηθεί ότι η εμφάνιση της διαταραχής της αναπνοής στον ύπνο μπορεί να προβλέψει ένα περιστατικό εγκεφαλικού επεισοδίου [23].

3.6.3 Αποφρακτική υπνική άπνοια και μεταβολισμός

Αντικείμενο ανασκόπησης στο Journal of Thoracic Disease αποτελεί η σχέση ανάμεσα στην αποφρακτική υπνική άπνοια, στην μεταβολική νόσο, στη παχυσαρκία και πιο συγκεκριμένα στη δυσανεξία στη γλυκόζη και στην αντίσταση στην ινσουλίνη. Εν συντομία, φαίνεται ότι η σοβαρότητα της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας έχει άμεση σχέση με τη μεταβολική υγεία.

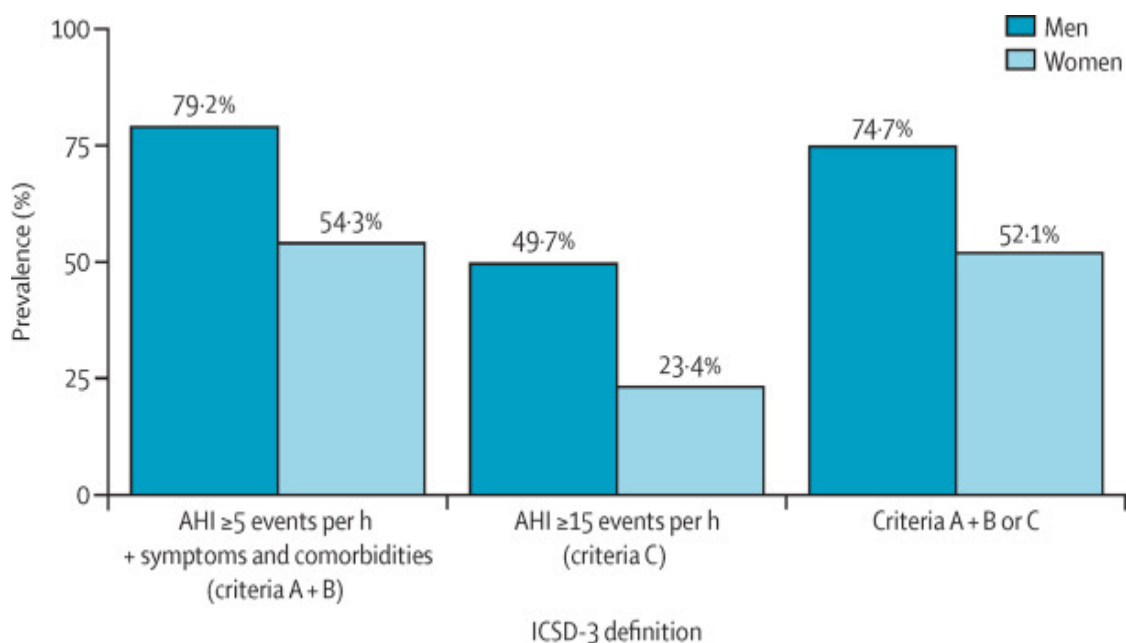
Για παράδειγμα, σε μια μεγάλη μελέτη με περισσότερα από 6.000 άτομα που παρακολουθούσαν ευρωπαϊκά εργαστήρια ύπνου, η σοβαρή αποφρακτική υπνική άπνοια συσχετίστηκε με σχεδόν διπλάσια αύξηση της πιθανότητας διαταράχης του ύπνου.

Η αντίσταση στην ινσουλίνη και η δυσανεξία στη γλυκόζη φαίνεται επίσης να είναι πιο συχνές σε πληθυσμούς με αποφρακτική υπνική άπνοια [22].

3.6.4 Σακχαρώδης διαβήτης

Η διαταραχή της αναπνοής στον ύπνο και ο σακχαρώδης διαβήτης μοιράζονται αρκετούς παράγοντες κινδύνου. Ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 και η αντίσταση στην ινσουλίνη σχετίζονται με την υπνική άπνοια ή το ροχαλητό σε νέες μελέτες πληθυσμού που πραγματοποιηθήκαν ανεξάρτητα από την παχυσαρκία και άλλους συγχυτικούς παράγοντες. Επίσης, έγινε αναφορά η ανεξάρτητη συσχέτιση μεταξύ του περιστατικού διαβήτη και του ροχαλητού σε άνδρες και σε γυναίκες.

Σύγχρονες μελέτες με σκοπό να αποδείξουν ότι η αποφρακτική υπνική άπνοια μπορεί να συμβάλλει στην εμφάνιση μελλοντικού σακχαρώδη διαβήτη δεν έχουν καταλήξει. Στην μελέτη ύπνου του Wisconsin πραγματοποιήθηκε μελέτη ανάμεσα σε 1.387 συμμετεχόντων, τα άτομα με δείκτη άπνοια-υπόπνοια μεγαλύτερο από 15 δεν διέφεραν σημαντικά από τα άτομα με δείκτη άπνοιας-υπόπνοιας μικρότερο από 5 σε περίπτωση εμφάνισης σακχαρώδους διαβήτη σε μια περίοδο 4 ετών. Παρόμοια ευρήματα αναφέρθηκαν από τη μελέτη υγείας του Busselton όπου βρήκε μια ανεξάρτητη συσχέτιση μεταξύ της υπνικής άπνοιας κατά την έναρξη και του περιστατικού διαβήτη σε μια μελέτη που περιελάμβανε 1.233 διαδοχικούς ασθενείς χωρίς διαβήτη [23].



Εικόνα 5 Επιπολασμός του συνδρόμου υπνικής άπνοιας στο γενικό πληθυσμό ηλικίας 40 ετών και άνω

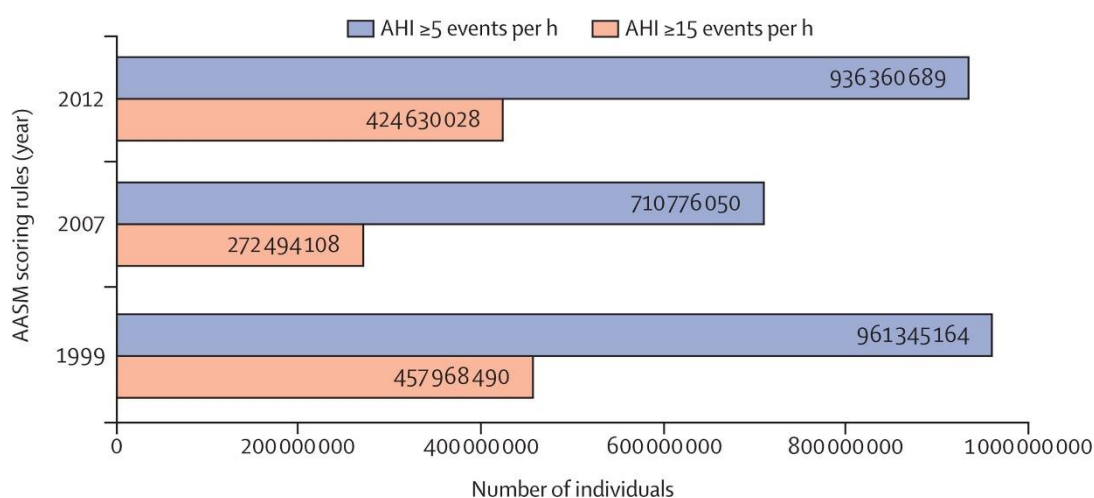
[https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600\(16\)00006-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600(16)00006-0/fulltext)

Η εικόνα 3 μας δείχνει τον επιπολασμό του συνδρόμου υπνικής άπνοιας στο γενικό πληθυσμό ηλικίας 40 ετών και άνω σύμφωνα με τα κριτήρια της Διεθνούς Ταξινόμησης των Διαταραχών Ύπνου (ICSD-3).

Αναλυτικότερα το κριτήριο A απεικονίζει την παρουσία ενός ή περισσότερων από τα παρακάτω περιστατικά: ο ασθενής έχει κόπωση ή συμπτώματα αϋπνίας, κάνει παράπονα για υπνηλία, ο ασθενής ξυπνά με πνιγμό ή συγκράτηση της αναπνοής, ο

σύντροφος του κρεβατιού κατά τη διάρκεια του ύπνου του ασθενούς αναφέρει συνηθισμένο διακοπές αναπνοής, ροχαλητό ή και τα δύο, ο ασθενής έχει διαγνωστεί με διαταραχή της διάθεσης, υπέρταση, κοιλική μαρμαρυγή, διαβήτη τύπου 2, στεφανιαία νόσο ή εγκεφαλικό επεισόδιο.

Το κριτήριο Β δείχνει την πολυυπνογραφία ή τη λεγόμενη δοκιμή ύπνου εκτός κέντρου που δείχνει πέντε ή περισσότερα κυρίως αποφρακτικά αναπνευστικά συμβάντα ανά ώρα ενώ το κριτήριο Γ δείχνει 15 ή περισσότερα κυρίως αποφρακτικά αναπνευστικά συμβάντα ανά ώρα. (AHI=άπνοια-υπόπνοια δείκτης).



Εικόνα 6 Εκτιμώμενος επιπολασμός της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου με βάση διαφορετικούς κανόνες βαθμολόγησης

[https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600\(19\)30198-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600(19)30198-5/fulltext)

AASM=American Academy of Sleep Medicine. AHI=άπνοια-υπόπνοια δείκτης
Στην εικόνα 4 χρησιμοποιώντας με κριτήριο AHI πέντε ή περισσότερων συμβάντων ανά ώρα, εκτιμάται ότι 936 εκατομμύρια (95%) άτομα ηλικίας 30-69 ετών (άνδρες και γυναίκες) παγκοσμίως βρέθηκαν να έχουν αποφρακτική άπνοια ύπνου. Επίσης, με 15 ή περισσότερα συμβάντα ανά ώρα ήταν 425 εκατομμύρια ενώ με πέντε ή περισσότερων συμβάντων ανά ώρα εκτιμάται σε 730 εκατομμύρια.

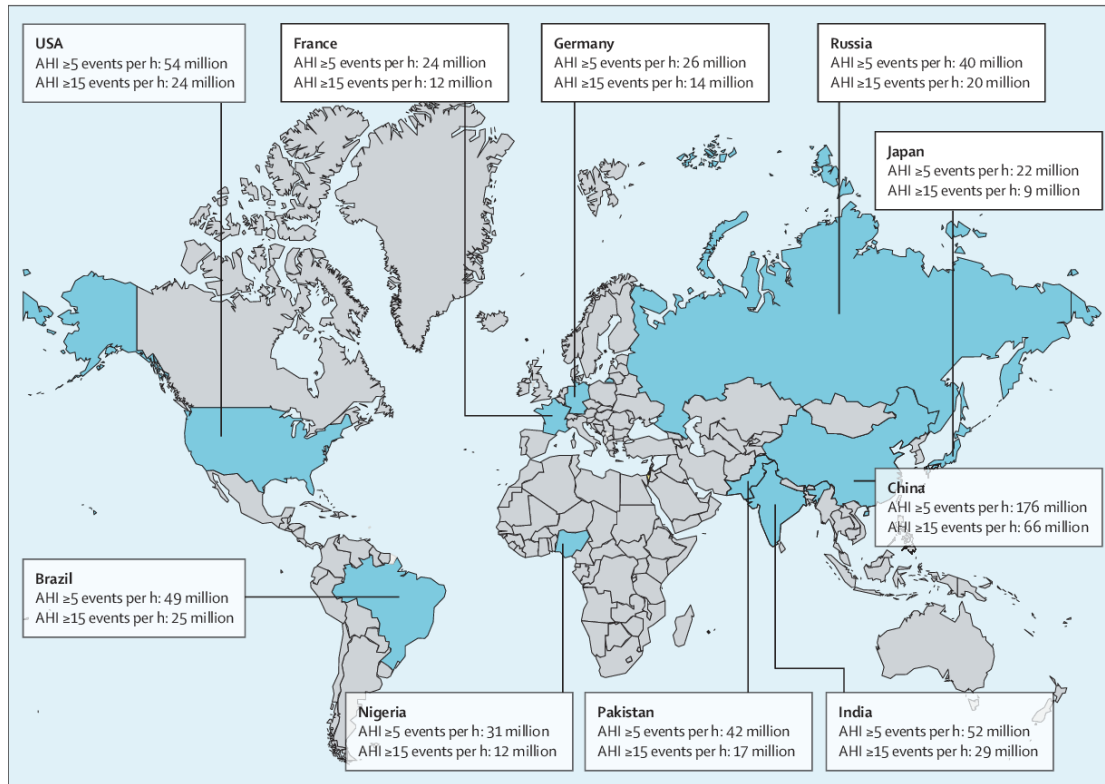


Figure 2: Top ten countries with the highest estimated number of individuals with obstructive sleep apnoea based on the American Academy of Sleep Medicine 2012 criteria⁹
AHI=apnoea-hypopnoea index.

Εικόνα 7 Οι δέκα κορυφαίες χώρες με τον υψηλότερο εκτιμώμενο αριθμό ατόμων με αποφρακτική άπνοια ύπνου με βάση την Αμερικανική Ακαδημία Ύπνου.

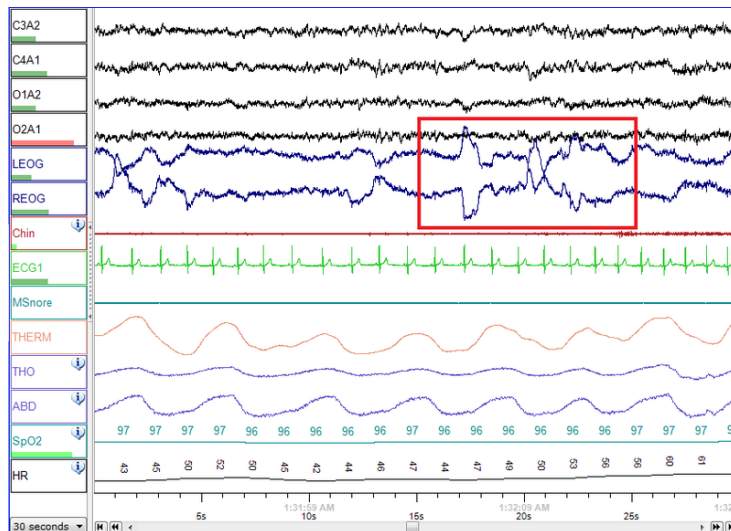
[https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600\(19\)30198-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600(19)30198-5/fulltext)

Η εικόνα 5 μας δείχνει τις 10 κορυφαίες χώρες με τον υψηλότερο εκτιμώμενο αριθμό ατόμων με αποφρακτική άπνοια ύπνου σύμφωνα με την μελέτη της Αμερικανικής Ακαδημίας Ύπνου.

4 Διάγνωση Υπνικής Άπνοιας

Η Βιοϊατρική Τεχνολογία κάνει την εμφάνισή της στο στάδιο που πραγματοποιείται μια μελέτη ύπνου για να επιβεβαιωθεί αν υπάρχει σύγκλιση των ανώτερων αεραγωγών κατά τη διάρκεια του ύπνου και να εκτιμηθεί το επίπεδο κινδύνου του ασθενούς. Η μελέτη ύπνου πραγματοποιείται με τη μέθοδο της εργαστηριακής πολυυπνογραφίας. Η πολυυπνογραφία είναι μια ολοκληρωμένη μελέτη που χρησιμοποιείται για την καταγραφή πολλών φυσιολογικών μεταβλητών προκειμένου να διαγνωστεί ένα ευρύ φάσμα πνευμονικών και μη πνευμονικών διαταραχών του ύπνου. Πραγματοποιείται σε πιστοποιημένα κέντρα ύπνου όπου εκπαιδευμένοι τεχνικοί διαχειρίζονται και βαθμολογούν τις μελέτες, και ένας γιατρός ύπνου παρέχει μια ποιοτική ανασκόπηση.

Οι πολυυπνογραφικές μελέτες διαθέτουν γενικά τουλάχιστον 12 κανάλια καταγραφών που περιλαμβάνουν το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG), την ηλεκτροφθαλμογραφία (EOG), το ηλεκτρομυογράφημα (EMG), τη στοματορινική ροή αέρα, τη προσπάθεια του θωρακικού τοιχώματος, τη θέση σώματος, τη κίνηση των ποδιών, τοροχαλητό, το ηλεκτροκαρδιογράφημα και το κορεσμό οξυγόνου. Η διάρκεια της διαγνωστικής μελέτης πρέπει να είναι τουλάχιστον 6 ώρες και τα ηλεκτρόδια καταγράφουν σήματα όταν ο ασθενής είναι ξύπνιος με κλειστά μάτια και κατά τη διάρκεια του ύπνου. Το τεστ μετρά τον χρόνο που χρειάζεται για να αποκοιμηθεί ο ασθενής και τον χρόνο που χρειάζεται για να μπει σε ύπνο REM [9].



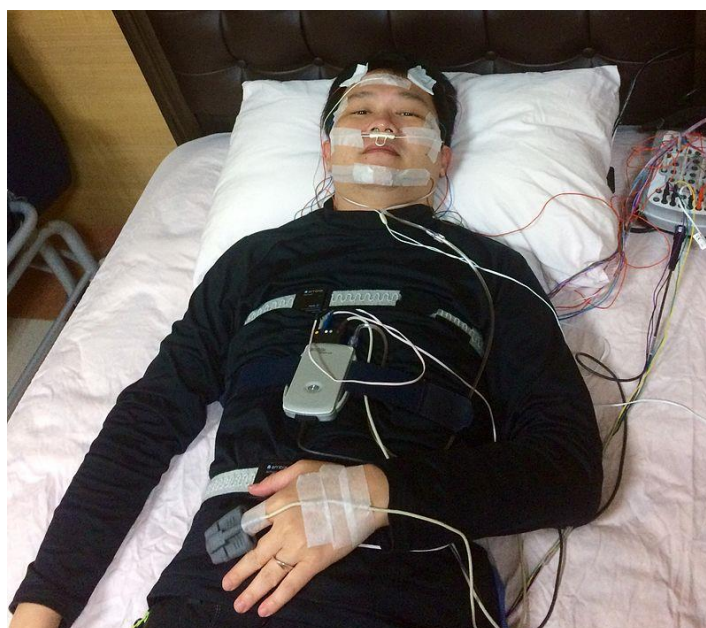
Εικόνα 8 Ένα δείγμα πολυπνογραφίας

(<https://en.wikipedia.org/wiki/>)

Σε γενικές γραμμές, πολλές πληροφορίες μπορούν να παρασταθούν από την πολυπνογραφία. Μερικές μπορεί να σχετίζονται άμεσα με τον ύπνο, όπως ο λανθάνων χρόνος έναρξης ύπνου, ο λανθάνων χρόνος έναρξης ύπνου REM, ο αριθμός των αφυπνίσεων κατά τη διάρκεια του ύπνου, η συνολική διάρκεια του ύπνου, η διάρκεια κάθε σταδίου ύπνου και ο αριθμός των ερεθισμάτων. Αλλά μπορεί να υπάρχουν και άλλες πληροφορίες, που δεν συνδέονται άμεσα με τον ύπνο, όπως κινήσεις, αναπνοή, καρδιαγγειακές παράμετροι. Επίσης, μέσω της πολυπνογραφικής αξιολόγησης, μπορούν να ληφθούν και άλλες πληροφορίες όπως, για παράδειγμα, η θερμοκρασία του σώματος ή το pH του οισοφάγου σύμφωνα πάντα με τις ανάγκες του ασθενούς ή της μελέτης.

Πιο αναλυτικά, η καταγραφή της ροής αέρα μέσω της μύτης γίνεται χρησιμοποιώντας ένα ρινικό σωληνίσκο συνδεδεμένο με μορφοτροπέα πίεσης ή μέσω της μύτης και του στόματος χρησιμοποιώντας θερμικό αισθητήρα ενώ η καταγραφή της αναπνευστικής προσπάθειας πραγματοποιείται με θωρακικές και κοιλιακές ταινίες επαγωγής. Ο κορεσμός οξυγόνου καταγράφεται με τη παλμική οξυμετρία δακτύλου. Για την καταγραφή του ροχαλητού χρησιμοποιείται ένα μικρόφωνο τοποθετημένο πάνω από την τραχεία ή φιλτράροντας σήματα χαμηλής συχνότητας από το σύστημα μορφοτροπέα πίεσης ρινικού σωληνίσκου. Οι κινήσεις κατά τη διάρκεια του ύπνου καταγράφονται από μια βιντεοκάμερα. Τέλος το στάδιο

ύπνου και η διέγερση καταγράφονται χρησιμοποιώντας ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, ηλεκτροοφθαλμογραφία και ηλεκτρομυογράφημα πηγουνιού [12].



Εικόνα 9 Χρήση εξοπλισμού για ολονύκτια μελέτη ύπνου

[\(https://en.wikipedia.org/wiki/\)](https://en.wikipedia.org/wiki/)

Τα επεισόδια άπνοιας και υπόπνοιας ορίζονται από μια σαφή μείωση της ροής του αέρα ή του παλιρροϊκού όγκου, που συχνά συνοδεύεται από μείωση του κορεσμού οξυγόνου και τερματίζονται από μια διέγερση (ένα διάστημα τριών δευτερολέπτων ή μεγαλύτερο στο οποίο το ηλεκτροεγκεφαλογραφικό μοτίβο δείχνει ότι ο ασθενής είναι ξύπνιος) [11].

Την σημερινή εποχή έχουν αναπτυχθεί ειδικά φορητά συστήματα παρακολούθησης που δεν χρειάζεται η επίβλεψη ενός γιατρού και μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκτός εργαστηρίου. Οι αισθητήρες εφαρμόζονται μόνοι τους από τον ασθενή στο σπίτι που ακολουθεί οδηγίες από τεχνολόγο ή μέσω εκπαιδευτικού βίντεο.

Αυτά τα συστήματα υπόσχονται μια πιο οικονομική εναλλακτική λύση στην τυπική διαγνωστική νυχτερινή πολυπνοογραφία. Οι φορητές οθόνες μπορούν να παρέχουν κλινικά χρήσιμες πληροφορίες όπως η ροή αέρα, που προέρχεται από συνεχή μέτρηση της ρινικής πίεσης και ο κορεσμός οξυγόνου, που προκύπτει από την οξυμετρία. Όμως, τα φορητά συστήματα ποικίλλουν ως προς τον τρόπο με τον οποίο τα φυσιολογικά σήματα που καταγράφονται και βαθμολογούνται είναι σωστά και ακριβή [10,11].

Μια σημαντική ανησυχία σχετικά με τη χρήση φορητών οθονών είναι ότι η ροή του αέρα, η αναπνευστική προσπάθεια και η διέγερση μπορεί να μην μετρηθούν καθόλου (ή μπορεί να μετρηθούν με μικρότερη ακρίβεια από ό,τι στο εργαστήριο) και ότι οι οθόνες ενδέχεται να χάσουν επεισόδια υπόπνοιας ή διέγερσης λόγω αντίσταση των ανώτερων αεραγωγών. Για αυτό το λόγο η διάγνωση της υπνικής άπνοιας συστήνεται να πραγματοποιείται σε ειδικά εργαστήρια για καλύτερα και πιο ακριβές αποτελέσματα [10].

4.1 Νέοι μέθοδοι, νέες τεχνολογίες και αλγόριθμοι για τη διάγνωση της υπνικής άπνοιας

Την σημερινή εποχή όλο και περισσότερες εφαρμογές τηλεϊατρικής χρησιμοποιούνται στην παρακολούθηση της υπνικής άπνοιας ύπνου.

Οι εφαρμογές αυτές περιλαμβάνουν την ασύρματη εγγραφή ύπνου και ζωτικών λειτουργιών κατά τον ύπνο, αναπνοής, μετάδοση δεδομένων, την αξιολόγηση της υπνικής άπνοιας με τη χρήση smartphone και τη παρακολούθηση μέσω τηλεϊατρικής της θεραπείας των ασθενών με υπνική άπνοια. Επίσης, το smartphone θεωρείται ως ένα εργαλείο σε διαγνωστικές και θεραπευτικές διαδικασίες.

Ήδη πριν από περισσότερα 10 χρόνια, τα κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιήθηκαν για τη διάγνωση της υπνικής άπνοιας. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν εξωτερικούς αισθητήρες για να καταγράψουν ένα ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) ύπνου στο κεφάλι με μια ζώνη εφαρμογής.

Ο ανιχνευτής ύπνου Zeo Sleep Manager Pro χρησιμοποιεί την ίδια προσέγγιση. Τα δεδομένα που καταγράφει ο ανιχνευτής μεταφέρονται στο smartphone. Αυτή η επικοινωνία ανάμεσα στον αισθητήρα και στο smartphone δίνει την δυνατότητα αντικαταστείς παλαιών φορητών συστημάτων παρακολούθησης ύπνου. Σε σύγκριση με τις πρώτες ψηφιακές ιατρικές συσκευές, λόγω της μεγαλύτερης χωρητικότητας ψηφιακής αποθήκευσης, υπάρχει η δυνατότητα η αποθήκευση όλων των δεδομένων σήματος. Για τον λόγο αυτό είναι εύκολη και η επικοινωνία με εξωτερικούς συνδεδεμένους αισθητήρες. Η μεταφορά των δεδομένων στο κέντρο ύπνου γίνεται ασύρματα και η μετάδοση των δεδομένων βασίζεται σε ένα cloud. Επιπροσθέτως, υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης των αποθηκευμένων των με μια προσωπική βάση δεδομένων υγείας η οποία βασίζεται σε cloud [13].



Εικόνα 10 Ανιχνευτής Ύπνου Zeo Sleep Manager Pro

<https://www.mobihealthnews.com/20772/exclusive-sleep-coach-company-zeo-is-shutting-down>)

Επίσης, η συσκευή SleepMinder, η οποία αναπτύχθηκε από την ResMed Sensor Technologies, είναι μια συσκευή χωρίς επαφή που εκτιμά τη σοβαρότητα της υπνικής άπνοιας χρησιμοποιώντας έναν αισθητήρα βιοκίνησης και ένα ενσωματωμένο πρόγραμμα λογισμικού ανάλυσης. Η συσκευή έχει αποδειχθεί ότι συσχετίζεται καλά με την πολυυπνογραφία στον προσδιορισμό του δείκτη υπνικής άπνοιας κατά τις ελεγχόμενες εργαστηριακές ρυθμίσεις. Πιο πρόσφατα, παρότι η συσκευή έχει χαμηλή ακρίβεια στη ρύθμιση της ήπιας αποφρακτικής άπνοιας, έχει γίνει αναφορά της συγκεκριμένης συσκευής ως ένα εργαλείο προ συμπτωματικού ελέγχου με σκοπό την ανίχνευση μέτριας και σοβαρής αποφρακτικής άπνοιας [14].

Τα περισσότερα από τα σύγχρονα διαγνωστικά συστήματα έχουν την δυνατότητα να διαμορφωθούν ώστε να χρησιμοποιούνται ως σύστημα πολυυπνογραφίας. Υπάρχουν διαθέσιμες συσκευές που τοποθετούνται στο στήθος και προσφέρουν ασύρματη μετάδοση δεδομένων μέσω Bluetooth. Αυτή η τεχνολογία δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να μην έχει τόσα καλώδια πάνω του κάτι που προσφέρει περισσότερη άνεση. Έχοντας λιγότερα καλώδια μειώνονται τα προβλήματα σύνδεσης και ο αριθμός των βλαβών.

Μέρος των προδιαγραφών και των κανονισμών της τηλεϊατρικής αποτελεί η μετάδοση δεδομένων από μια συσκευή καταγραφής η οποία φοριέται στο σώμα ενός ασθενούς σε ένα απομακρυσμένο κέντρο παρακολούθησης. Τη δεκαετία του 90 αναπτύχθηκε ένα σύστημα για online παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της επαγρύπνησης των στρατιωτών. Αυτό το συγκεκριμένο σύστημα έδινε την δυνατότητα παρακολούθησης των σημάτων ECG, EOG, EEG ώστε να ανιχνευθεί έναρξη υπνηλίας και η υπνηλία στους στρατιώτες. Για το σκοπό αυτό, έξι ηλεκτρόδια χωρίς γέλη ηλεκτροδίου ενσωματώθηκαν στο κράνος κάθε στρατιώτη και η μετάδοση δεδομένων των καταγεγραμμένων σημάτων πραγματοποιήθηκε με τεχνολογία Bluetooth. Η ακρίβεια της ανίχνευσης υπνηλίας με βάση αυτά τα σήματα είχε ευαισθησία 79% και ειδικότητα 76% και συμφωνία 90%. Παρόλα αυτά, η τελική εφαρμογή του πλήρους συστήματος ήταν περιορισμένη επειδή η αξιολόγηση της υπνηλίας δεν μπορούσε να εκτελεστεί σε πραγματικό χρόνο.

Επιπροσθέτως, έχει αναπτυχθεί και μια πλήρης ασύρματη εγγραφή ύπνου, αναπνοής και καρδιακού παλμού. Τα πρώτα συστήματα αισθητήρων που χρησιμοποίησαν φύλλα στο κρεβάτι για την παρακολούθηση του ύπνου χρησιμοποιήθηκαν στην Φιλανδία, έχοντας βάση ηλεκτροστατικά εφέ με ευαισθησία στην πίεση φύλλων κάτω από μια κουβέρτα ώστε να καταγράφουν τον ύπνο, τον καρδιακό ρυθμό και την αναπνοή χωρίς καμία επαφή με τον ασθενή που κοιμάται.

Σήμερα, διατίθενται πολύ μικρά και αποτελεσματικά συστήματα με υψηλή ποιότητα ανίχνευσης και επεξεργασίας σήματος τα οποία συνδέονται ασύρματα με ένα σύστημα εγγραφής, όπως ένα tablet ή ένα smartphone, συνήθως χρησιμοποιώντας Bluetooth. Η ανάλυση των καταγεγραμμένων δεδομένων όσον αφορά το φιλτράρισμα και την ανίχνευση κίνησης, αναπνοής και καρδιακού ρυθμού πραγματοποιείται από κατάλληλη εφαρμογή του tablet ή του smartphone.

Επίσης, συστήματα ασύρματα τα οποία χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικές αντανάκλασεις κυμάτων είναι μια διαφορετική προσέγγιση αισθητήρων. Τα κύματα ραδιοσυχνότητας τα οποία διαθέτουν τεχνολογία ραντάρ, έχουν την δυνατότητα ανίχνευσης πολύ μικρών κινήσεων του σώματος όπως για παράδειγμα η αναπνοή και ο καρδιακός παλμός, ακόμη και μέσω του παπλώματος ενός υπνοδωματίου. Τα σήματα ανάκλασης στην συνέχεια πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία. Η

βελτιστοποιημένη επεξεργασία των σημάτων κίνησης επιτρέπει στους κλινικούς ιατρούς να διακρίνουν τον ύπνο και την εγρήγορση, την άπνοια ύπνου και την κανονική αναπνοή. Αυτά τα συστήματα επιτρέπουν έπειτα την επίβλεψη του ύπνου σε ηλικιωμένα άτομα στο σπίτι ή σε νοσοκομειακούς ασθενείς.

Σε ασθενείς που υποβάλλονται σε παρακολούθηση τηλεϊατρικής για άλλους λόγους όπως για παράδειγμα, παρακολούθηση καρδιακής τηλεϊατρικής λόγω καρδιακής ανεπάρκειας ή συχνών καρδιακών αρρυθμιών, αυτή η ασύρματη παρακολούθηση ύπνου και αναπνοής μπορεί να εγκατασταθεί πολύ εύκολα στο σπίτι του ατόμου. Σε αυτούς τους ασθενείς, μπορεί να είναι εύκολο να διερευνηθεί κατά την διάρκεια του ύπνου η αναπνοή Cheyne-Stokes. Αυτή η διαταραχή του ύπνου συνδέεται με την κεντρική άπνοια υπάρχει συχνά σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια

Σε ασθενείς που δεν μπορούν να διερευνηθούν με χρήση εργαστηριακής πολυυπνογραφίας λόγω ψυχικών διαταραχών αυτό το είδος καταγραφής ύπνου χωρίς επαφή μπορεί επίσης να είναι μια εφικτή επιλογή.

Εν συνεχεία, μια ομάδα μελετητών ανέπτυξε μια νέα τεχνική ταξινόμησης και ανάλυσης του σήματος ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (EEG) και αναγνώρισης των χαρακτηριστικών του συνδρόμου υπνικής άπνοιας στο σήμα EEG χρησιμοποιώντας μετασχηματισμούς κυματιδίων και ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο (ANN). Τα σήματα EEG διαχωρίζονται σε φασματικές συνιστώσες Δέλτα, Θήτα, Άλφα και Βήτα χρησιμοποιώντας μετασχηματισμούς κυματιδίων πολλαπλής ανάλυσης. Αυτά τα φασματικά στοιχεία εφαρμόζονται στις εισόδους του τεχνητού νευρωνικού δικτύου. Στις νευρολογικές κλινικές, αυτή η μελέτη προσφέρει μια κλινική τιμή αναφοράς για τον εντοπισμό του συνδρόμου υπνικής άπνοιας και μειώνει τον χρόνο διάγνωσης και βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της ιατρικής υπηρεσίας [18].

Μια άλλη ομάδα μελετητών δημιούργησε ένα αυτόματο ρυθμιζόμενο σύστημα έξυπνου μαξιλαριού το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως τόσο για την ανίχνευση όσο και για τη θεραπεία της υπνικής άπνοιας. Ένας αισθητήρας οξυγόνου αίματος χρησιμοποιείται για την ανίχνευση συμβάντων υπνικής άπνοιας σε πραγματικό χρόνο. Σύμφωνα με αυτή τη συσκευή, ο τερματισμός της υπνικής άπνοιας προσαρμόζεται αυτόματα με βάση το ύψος και το βάρος του μαξιλαριού. Μετά τη ρύθμιση, το σήμα οξυγόνου του αίματος παρατηρείται από τον αισθητήρα.

Αυτό το σύστημα βασίζεται στη μέθοδο ελέγχου ανάδρασης και είναι μη επεμβατικό. Ένας αλγόριθμος ταξινόμησης χρησιμοποιείται για να ληφθεί η απόφαση σχετικά με την προσαρμογή του μαξιλαριού. Επιπλέον, διαθέτει ηλεκτρικές αντλίες αέρα για το φούσκωμα και το ξεφούσκωμα χρησιμοποιώντας σωλήνα αέρα.



Εικόνα 11 Αυτόματο ρυθμιζόμενο σύστημα έξυπνου μαξιλαριού

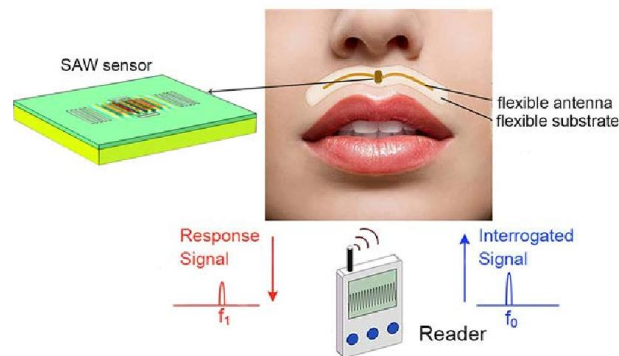
(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5427412/>)

Σε πολλές μελέτες για την διάγνωση της υπνικής άπνοιας αναπτύχθηκε μια συσκευή βασισμένη σε αισθητήρα μικρο-ηλεκτρομηχανικού συστήματος (MEMS). Η συσκευή που βασίζεται σε αισθητήρα MEMS έχει αναπτυχθεί με έναν αλγόριθμο ανίχνευσης άπνοιας. Το κόστος της συγκεκριμένης συσκευής είναι χαμηλό και για αυτό είναι ιδανικό για οικιακή χρήση. Ένας αισθητήρας CMOS χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ροής αέρα κατά την εισπνοή και εκπνοή του ασθενή. Στη συνέχεια, το αντίστοιχο συμβάν άπνοιας ανιχνεύεται από ολοκληρωμένα κυκλώματα επεξεργασίας σήματος πεδίου χρόνου (IC) [19].

Τέλος, μία ομάδα μελετητών για την διάγνωση της υπνικής άπνοιας χρησιμοποίησε αισθητήρες επιφανειακών ακουστικών κυμάτων. Οι αισθητήρες αυτοί είναι μια κατηγορία μικροηλεκτρομηχανικών συστημάτων (MEMS) που βασίζονται στη διαμόρφωση επιφανειακών ακουστικών κυμάτων για την ανίχνευση ενός φυσικού φαινομένου. Ο αισθητήρας πρώτα μετατρέπει το ηλεκτρικό σήμα που δέχεται σε μηχανικό με αποτέλεσμα να υπάρχει δυνατότητα να επηρεαστεί από φυσικά φαινόμενα και έπειτα το μηχανικό κύμα επιστρέφει σε ηλεκτρικό. Οι αλλαγές, που υφίστανται μεταξύ των ηλεκτρικών σημάτων εισόδου και εξόδου, στη φάση, στο πλάτος, στη χρονική καθυστέρηση ή στη συχνότητα χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της παρουσίας του επιθυμητού φαινομένου.

Η συσκευή αποτελείται από ένα συγκολλητικό υπόστρωμα, το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί στο άνω χείλος ενός ατόμου για τη μέτρηση της υγρασίας και της θερμοκρασίας, που σχετίζονται στενά με τα πρότυπα ύπνου και μπορεί να επεκταθεί για τη μέτρηση πολλαπλών φυσιολογικών παραμέτρων όπως το pH του ιδρώτα, τον καρδιακό ρυθμό και το SPO₂.

Οι αισθητήρες δεν χρειάζονται τροφοδοσία και έχουν την δυνατότητα της ασύρματης ανίχνευσης [20].



Εικόνα 12 Αυτοκόλλητο με αισθητήρες επιφανειακών ακουστικών κυμάτων

(<https://www.semanticscholar.org/paper/Flexible-surface-acoustic-wave-respiration-sensor-Jin-Tao/a7a10e1ee1e5aac7bada36aadf544f9bf73e4b5c>)

5 Τρόποι Αντιμετώπισης της Υπνικής Άπνοιας

Πριν από την έναρξη της θεραπείας, πρέπει να πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση της υπνικής άπνοιας για να εντοπιστούν οι ασθενείς που διατρέχουν κίνδυνο επιπλοκών από άπνοια ύπνου και να δοθεί μια βάση για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας της επακόλουθης θεραπείας [15].

Υπάρχουν πολλές μη επεμβατικές επιλογές θεραπείας για την υπνική άπνοια.

Η χρήση της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας εμφανίζεται στις συσκευές θετικής πίεσης αεραγωγών (PAP) και στις στοματικές συσκευές.

5.1 Θεραπεία CPAP

Η συνεχή θετική πίεση των αεραγωγών (CPAP) είναι η κατάλληλη θεραπεία για την αντιμετώπιση της αποφρακτικής άπνοιας ύπνου, και είναι συνήθως η πρώτη θεραπεία που προσφέρεται σε άτομα που έχουν διαγνωστεί με μέτρια ή σοβαρή αποφρακτική άπνοια ύπνου.

Η ιδέα πίσω από τη θεραπεία με συσκευή CPAP είναι ότι ο πεπιεσμένος αέρας που διοχετεύεται στο στόμα μέσω της συσκευής μπορεί να κρατήσει τις αναπνευστικές οδούς ανοιχτές και να μειώσει τα επεισόδια πνιγμού ή διακοπής αναπνοής του ατόμου κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το πρώτο βήμα κατά τη θεραπεία CPAP είναι ο προσδιορισμός του επιπέδου πίεσης του ασθενούς διότι κάθε ασθενής δέχεται διαφορετική βέλτιστη ρύθμιση πίεσης.

Η θεραπεία CPAP περιλαμβάνει μια συσκευή, μια μάσκα και έναν συνδετικό σωλήνα. Πιο αναλυτικά η συσκευή CPAP είναι εξοπλισμένη με έναν ανεμιστήρα που αντλεί αέρα από το περιβάλλον, ένα φίλτρο για τον καθαρισμό του αέρα πριν από την εφαρμογή πίεσης αέρα στον ασθενή ενώ κάποια μηχανήματα έχουν υγραντήρες θερμαινόμενους. Κάθε συσκευή μετράει την πίεση σε εκατοστά πίεσης νερού ή cmH₂O και τα σύγχρονα μηχανήματα έχουν την δυνατότητα να φτάσουν σε ρυθμίσεις πίεσης έως και 25 cmH₂O. Η βέλτιστη ρύθμιση είναι από 5 ως 10 cmH₂O για τους πιο πολλούς ανθρώπους [17].

Το στόμα και τα ρουθούνια του ασθενούς σφραγίζονται ώστε να χορηγηθεί ο πεπιεσμένος αέρας χωρίς να υπάρχουν διαρροές. Στην αγορά υπάρχουν τρία είδη μασκών. Η μια κατηγορία μασκών είναι οι ρινοφαρυγγικές οι οποίες διαθέτουν έναν

ειδικό σωλήνα που τοποθετείτε μέσα στη μύτη. Ο σωλήνας διοχετεύει στο ρινοφάρυγγα αέρα παρακάμπτοντας τη ρινική κοιλότητα για ταχύτερη πίεση. Η δεύτερη κατηγορία είναι οι ρινικές μάσκες οι οποίες λόγω των μικρών υποδοχέων που διαθέτουν τοποθετούνται μέσα στα ρουθούνια. Τέλος, η τρίτη κατηγορία είναι οι μάσκες οι οποίες χρησιμοποιούν ιμάντες για να εφαρμόζουν σε ολόκληρο το πρόσωπο και παρέχουν ασφαλή εφαρμογή πάνω από τη μύτη και το στόμα. Επιπλέον, ο συνδεδεμένος σωλήνας που χρησιμοποιείται είναι λεπτός εύκαμπτος και συνδέει τη βάση της μάσκας προσώπου με τη συσκευή CPAP. Για να μην υπάρχει διαφυγή αέρα απαιτείται μια σφιχτή στεγανοποίηση και στα δύο άκρα. Για την θεραπεία της κεντρικής άπνοιας ύπνου η θεραπεία με CPAP δεν είναι τόσο αποτελεσματική.



Εικόνα 13 Θεραπεία CPAP

<https://en.wikipedia.org/wiki>

Τα τελευταία χρόνια, έχουν προταθεί πολλές παρεμβάσεις για την υπέρβαση των περιορισμών των κλασικών συσκευών CPAP, συμπεριλαμβανομένης της ύγρανσης του αεραγωγού και της καλύτερης προσαρμογής των παραμέτρων CPAP ανάλογα με τη σοβαρότητα της νόσου και τα μεμονωμένα χαρακτηριστικά του ασθενούς.

Για αυτό το λόγο η Βιοϊατρικής Τεχνολογίας προσπαθεί στη βελτίωση του σχεδιασμού των μηχανών CPAP. Ειδικότερα, η Βιοϊατρική Τεχνολογία επιθυμεί την δημιουργία συσκευών οι οποίες θα συμπεριλαμβάνουν διαφορετικούς αλγορίθμους ελέγχου, δεν θα παρέχουν μια σταθερή τιμή πίεσης αλλά θα προσαρμόζουν την θετική πίεση των αεραγωγών PAP με βάση τη σοβαρότητα της κατάστασης των ασθενών με αποφρακτική υπνική άπνοια [16].

5.2 Θεραπεία APAP

Οι αυτόματες συσκευές PAP, οι οποίες ονομάζονται APAP, έχουν ίδια αρχή λειτουργίας με τα κλασικά μηχανήματα CPAP. Πιο συγκεκριμένα οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούν μια σταθερή τιμή πίεσης PAP, η οποία κατά την διάρκεια της νύχτας προσαρμόζεται ανάλογα με τις ανάγκες του. Οι συσκευές APAP χρησιμοποιούν αισθητήρες πίεσης και έναν αλγόριθμο υπολογιστή για τον υπολογισμό της ακριβούς πίεσης του αέρα που χρειάζεται ο ασθενής ανά πάσα στιγμή. Ο γιατρός μπορεί να ρυθμίσει την ελάχιστη και την μέγιστη πίεση που θα μπορεί να δώσει η αυτόματη CPAP συσκευή. Η τελική πίεση η οποία θα σας προσφέρει το αυτόματο CPAP ρυθμίζετε αυτόματα ανάλογος την ανάγκη και βρίσκεται ανάμεσα στα όρια που έχει ρυθμιστεί από τον γιατρό [15].

Μεταξύ άλλων, τα στάδια ύπνου, η θέση και ο περιορισμός της εισπνευστικής ροής παίζουν σημαντικό ρόλο για τις ρυθμίσεις του επιπέδου πίεσης κατά τη διάρκεια της νύχτας. Τα πιθανά πλεονεκτήματα των συσκευών APAP σε σύγκριση με τις συσκευές CPAP είναι ότι προκαλούν σημαντική μείωση του δείκτη άπνοιας – υπόπνοιας και επιτρέπουν την εφαρμογή χαμηλότερων επιπέδων πίεσης στους αεραγωγούς του ασθενούς.

Κάθε εξοπλισμός APAP χρησιμοποιεί διαφορετικούς σύνθετους αλγόριθμους, οι οποίοι, σε πολλές περιπτώσεις, είναι αποκλειστικοί ή κατοχυρωμένοι με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από διαφορετικούς εμπορικούς κατασκευαστές. Προσαρμόζουν τις τιμές της πίεσης μόνο μετά την εμφάνιση αναπνευστικού συμβάντος που σχετίζεται με αποφρακτική άπνοια, όπως άπνοια, υπόπνοια ή επεισόδια ροχαλητού. Σύγχρονες συσκευές APAP αναλύουν το σχήμα και την επιπεδότητα της αναπνευστικής ροής με σκοπό την πρόβλεψη ενός αποφρακτικού επεισοδίου προσαρμόζοντας τις παραμέτρους πίεσης.

Οι τεχνικοί συνδυασμοί τόσο του APAP όσο και του διεπιπέδου PAP έχουν δημιουργήσει έναν νέο τύπο συσκευής: το αυτόματο σύστημα δύο επιπέδων. Οι ρυθμίσεις IPAP και EPAP προσαρμόζονται κατά τη διάρκεια της νύχτας σύμφωνα με τα αναπνευστικά επεισόδια που παρουσιάζει ο ασθενής αλλά και με τις απαιτήσεις της θεραπείας. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ο περιορισμός του ροχαλητού και η μείωση συμβάντων άπνοιας και υπόπνοιας. Οι συσκευές με αυτόματο σύστημα

δύο επιπέδων χρησιμοποιούν διαφορά 3–8 cm H₂O μεταξύ των τρεχουσών τιμών IPAP και EPAP.

Αντίθετα, για τις συσκευές APAP έχουν δημιουργηθεί νέοι πιο βελτιωμένοι αλγόριθμοι με στόχο την παροχή μιας πιο ευέλικτης πίεσης PAP ώστε η παροχή πίεσης στον ασθενή να έχει καλύτερη προσαρμογή στο προφίλ αναπνοής του ασθενούς. Αυτό επιτρέπει τη μείωση της θετικής πίεσης στην αρχή της εκπνοής σύμφωνα με την ατομική αναπνευστική ροή ενώ παρακολουθείται η αναπνοή του ασθενούς κατά τη διάρκεια του ύπνου.

Παραδείγματος χάρη, οι συσκευές A-Flex και C-Flex της εταιρείας Philips και οι συσκευές Expiratory Pressure Relief της εταιρείας Resmed χρησιμοποιούν ψηφιακούς αλγόριθμους αυτόματης παρακολούθησης και ευαισθησίας, ενώ πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι αυτές οι συσκευές βελτίωσαν τους αναπνευστικούς δείκτες της αποφρακτικής άπνοιας και της υπνηλίας παρέχοντας στους ασθενείς άνεση και ικανοποίηση [17].

5.3 Θεραπεία BiPAP

Οι συσκευές BiPAP αποτελούν μια επιπλέον λύση για την θεραπεία της υπνικής άπνοιας. Οι συγκεκριμένες συσκευές σε αντίθεση με τις συσκευές CPAP χρησιμοποιούν δύο σταθερά επίπεδα θετικής πίεσης. Αναλυτικότερα, η χαμηλότερη πίεση (EPAP) εφαρμόζεται κατά τη φάση της εκπνοής ενώ η υψηλότερη πίεσης εφαρμόζεται κατά την εισπνοή (IPAP). Με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται η παροχή υψηλής πίεσης κατά την εκπνοή χωρίς λόγο. Παραδείγματος χάρη, η συσκευή έχει την δυνατότητα να παρέχει IPAP 15 cm H₂O, ενώ η EPAP ρυθμίζεται στα 11 cm H₂O. Οι συσκευές BiPAP είναι ευρύτερα γνωστές ως VPAP και γίνεται η χρήση τους στη περίπτωση που ο ασθενής χρειάζεται υψηλή πίεση CPAP για παράδειγμα 15 cmH₂O και είναι απαραίτητο να εφαρμοστεί χαμηλότερο EPAP.

Ορισμένες συσκευές περιλαμβάνουν τη λειτουργία S/T η οποία είναι μια αναβαθμισμένη έκδοση του PAP Bi-level. Οι συσκευές S/T δύο επιπέδων λειτουργούν σε αυθόρμητη λειτουργία (S) και σε λειτουργία χρονισμού (T). Η συσκευή έχει την δυνατότητα να ελέγχει το χρόνο εισπνοής και εκπνοής χωρίς να επηρεάζεται από την αυθόρμητη αναπνοή του ασθενούς. Η συσκευή σε λειτουργία T στη πραγματικότητα λειτουργεί ως μη επεμβατικός αναπνευστήρας και μπορεί να διαχειριστεί το χρόνο

που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί ένας αναπνευστικός κύκλος. Η θεραπεία αυτή συστήνεται σε ασθενείς με παχυσαρκία ή με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια ή με υποαερισμό ή με νευρομυϊκή νόσο [17].

5.4 Θεραπεία EPAP

Η συσκευή θετικής εκπνευστικής πίεσης αεραγωγών (EPAP) χρησιμοποιείται σε άτομα με αποφρακτική υπνική άπνοια και όχι κεντρική άπνοια. Η συσκευή αποτελείται από δύο μικρές βαλβίδες που τοποθετούνται μέσα στα ρουθούνια του ασθενούς. Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι μια αυτόματη συσκευή και διαφέρει από τις υπόλοιπες συσκευές CPAP και BiPAP. Η συσκευή παρέχει πίεση στους αεραγωγούς με σκοπό τη δημιουργία αντίστασης διατηρώντας τον αεραγωγό του ασθενούς διευρυμένο κατά την εκπνοή.

Η συσκευή δεν απαιτεί τροφοδοσία και δημιουργεί λίγο έως καθόλου θόρυβο. Επίσης είναι ελαφριά και μικρή και προσφέρει καλύτερη άνεση στους ασθενείς. Η θεραπεία με EPAP είναι νεότερη και εφαρμόζεται λιγότερο συχνά από τις άλλες θεραπείες PAP. Παρόλα αυτά πολλές μελέτες έδειξαν ότι τα άτομα που έκαναν χρήση των συσκευών αυτών παρουσίασαν μείωση σε ποσοστό 53% σε συμπτώματα αποφρακτικής άπνοιας. Ασθενείς με ήπια έως μέτρια αποφρακτική άπνοια οι οποίοι δεν μπορούν να ανεχθούν τη θεραπεία με CPAP χρησιμοποιούν τις συσκευές EPAP. Μια πιο πρόσφατη μελέτη διαπίστωσε ότι ο συνδυασμός EPAP με μια στοματική συσκευή που ονομάζεται νάρθηκας προώθησης κάτω γνάθου αντιμετωπίζει αποτελεσματικά την αποφρακτική άπνοια για άτομα που έχουν πρόβλημα να μειώσουν τα συμπτώματα της υπνικής άπνοιας μόνο με τη στοματική συσκευή.



Εικόνα 14 Θεραπεία EPAP

(<https://airavant.com/epap-therapy-is-an-effective-cpap-alternative>)

5.6 Θεραπεία ASV

Για άτομα που εμφανίζουν κεντρικές άπνοιες ύπνου η καλύτερη θεραπεία είναι η ASV (Adaptive Servo Ventilation). Η ASV παρέχει στον ασθενή πίεση αέρα μέσω ενός σωλήνα και μάσκας που φοράει. Ωστόσο, αντί να παρέχει ένα καθορισμένο επίπεδο αέρα κατά την εισπνοή και την εκπνοή, η ASV είναι προγραμματισμένη να απελευθερώνει προσαρμοσμένη πίεση αέρα που προσαρμόζεται σε πραγματικό χρόνο πρόβλεψης και ανταπόκρισης συμβάντων της κεντρικής άπνοιας.

Αρχικά, η χρήση της ASV ήταν για τη θεραπεία της αναπνοής Cheyne-Stokes, το οποίο πρότυπο αναπνοής εμφανίζεται κυρίως λόγω καρδιακής ανεπάρκειας. Η ASV μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για άτομα που έχουν κεντρική άπνοια λόγω χρήσης φαρμάκων ή κεντρική άπνοια που προκύπτει μετά από θεραπεία αποφρακτικής άπνοιας με CPAP ή λόγω εγκεφαλικού ή άλλων καταστάσεων [15].

5.7 Στοματικές Συσκευές

Οι στοματικές συσκευές έχουν σχεδιαστεί για να μειώνουν τα συμπτώματα αποφρακτικής άπνοιας και εφαρμόζονται όταν ένα άτομο διαπιστώσει ότι δεν μπορεί να ανεχθεί μία από τις θεραπείες με μηχανή PAP. Δύο στοματικές συσκευές είναι πιο κοινές:

- Προχωρημένοι νάρθηκες κάτω γνάθου (MAS):

Αυτή η θεραπεία περιλαμβάνει τη χρήση μιας ειδικής οδοντιατρικής συσκευής που εφαρμόζει πάνω από τα άνω δόντια, διατηρώντας την κάτω γνάθο τραβηγμένη προς

τα εμπρός. Οι νάρθηκες MAS κρατάνε τη γλώσσα προς τα εμπρός, αυξάνοντας την πιθανότητα ο αεραγωγός να παραμείνει ανοιχτός και χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που το ροχαλητό είναι ενοχλητικό ή ο ασθενής έχει διαγνωστεί με ήπια έως μέτρια αποφρακτική άπνοια.



Εικόνα 15 Στοματική συσκευή για θεραπεία

(<https://en.wikipedia.org/wiki/>)

- Συσκευές συγκράτησης της γλώσσας:

Οι συσκευές χρησιμοποιώντας αναρρόφηση διατηρούν τον αεραγωγό καθαρό κρατώντας τη γλώσσα τοποθετημένη προς τα εμπρός. Οι συσκευές συγκράτησης της γλώσσας έχουν αποδειχθεί ότι συμβάλλουν στη μείωση της σοβαρότητας των συμπτωμάτων της αποφρακτικής άπνοιας, αν και δεν είναι τόσο αποτελεσματικά όσο η CPAP. Επιπροσθέτως, οι συσκευές έχουν χαμηλό κόστους και παρέχονται στον ασθενή χωρίς ιατρική συνταγή [15].

5.8 Μελλοντικές τάσεις για τη βελτίωση της θεραπείας PAP

Οι εξελίξεις στη θεραπεία PAP έχουν επικεντρωθεί στις βελτιώσεις των αλγορίθμων παροχής πίεσης σε ασθενείς με OSA. Η κύρια σχετική συνεισφορά των πρόσφατων συσκευών PAP είναι η παρακολούθηση των σημάτων αναπνευστικής ροής για προσαρμογή στις απαιτήσεις των ασθενών και η έξυπνη προσαρμοστική θετική πίεση. Πολλοί κατασκευαστές παρέχουν ένα ευρύ φάσμα εξοπλισμού PAP που κάθε συσκευή προσαρμόζεται κατάλληλα στην εξατομικευμένη θεραπεία του ασθενούς.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η συμμόρφωση των ασθενών στη θεραπεία PAP και η επίλυση του γίνεται με τα σύγχρονα συστήματα PAP. Ο ασθενής συμβάλλει πλέον ενεργά στη διαχείριση της θεραπευτικής του διαδικασίας κάνοντας χρήση των εργαλείων της επικοινωνίας, της πληροφορίας και της τεχνολογίας. Πρόσφατα, νέες εφαρμογές για κινητές συσκευές που έχουν σχεδιαστεί για να προσελκύουν ασθενείς με αποφρακτική άπνοια φαίνεται να είναι το κλειδί για τη βελτίωση της συμμόρφωσης και την επίτευξη μιας πιο αποτελεσματικής θεραπείας. Συμπερασματικά οι νέες σύγχρονες συσκευές PAP είναι το κατάλληλο εργαλείο για την βελτίωση της θεραπείας με την ενεργή συμμετοχή των ασθενών [17].

6 Φορητό Σύστημα Μελέτης Ύπνου

Το φορητό σύστημα διάγνωσης και παρακολούθησης ύπνου YH-600A Pro (PolyWatch SleepScreener) παρέχει έναν εύκολο τρόπο λήψης πληροφοριών όσον αφορά τη διαταραχή ύπνου των ασθενών και μια ολοκληρωμένη λειτουργία της κλασικής πολυυπνογραφίας. Δεν χρειάζεται την απόλυτη επίβλεψη ενός γιατρού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο προσωπικό χώρο του ασθενούς. Η ανάλυση των δεδομένων που παρέχει και η αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου δίνει την δυνατότητα για περαιτέρω θεραπευτική λύση.

Η συσκευή είναι ελαφριά, εύκολη στο χρήση, έχει φιλική αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή και οθόνη σε πραγματικό χρόνο εμφανίζοντας κυματομορφές και τις απαραίτητες παραμέτρους. Το επαγγελματικό λογισμικό ανάλυσης, με συμβατότητα δεδομένων μεταξύ πλατφορμών, μπορεί να δημιουργήσει διαγνωστικές αναφορές για κλινική ανάγνωση.



Εικόνα 16 Φορητό σύστημα διάγνωσης και παρακολούθησης ύπνου YH-600A Pro (PolyWatch SleepScreener)

<https://en.bmc-medical.com/product/detail/8>

6.1 Αρχή Λειτουργίας

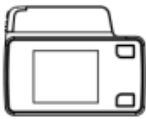













Το YH-600A Pro έχει την δυνατότητα να καταγράψει δεδομένα όπως την ροή του αναπνευστικού αέρα του ασθενή, το ροχαλητό, το κορεσμό οξυγόνου στο αίμα, το καρδιακό παλμό και την κίνηση του καρπού κατά τον ύπνο.

Επιπλέον παρέχει την δυνατότητα σύνδεσης με σύστημα CPAP για την καταγραφή και εμφάνιση της συνεχής θετικής πίεσης του αεραγωγού. Η συσκευή χρησιμοποιεί τις ηχογραφήσεις για τη δημιουργία μίας αναφοράς η οποία μπορεί να βοηθήσει στο να γίνει εμφανής η διαταραχή της αναπνοής του ασθενή είτε για περαιτέρω κλινική διερεύνηση. Τέλος, η συσκευή προορίζεται για νοσοκομειακή χρήση υπό επίβλεψη ειδικού και για χρήση στο σπίτι από ενήλικα ασθενή χωρίς επίβλεψη.

Η συσκευή δίνει την δυνατότητα στον ασθενή να ρυθμίσει τη συσκευή να ξεκινήσει ηχογράφηση σε συγκεκριμένο χρόνο ανάλογα τις ανάγκες του. Ο χρόνος αντίστροφης μέτρησης είναι 14 ώρες. Όταν η αντίστροφη μέτρηση φτάσει στο 0:00:00, η συσκευή θα εισέλθει στην διεπαφή Wearing Alert. Αν όλα είναι συνδεδεμένα σωστά, η συσκευή θα ξεκινήσει αυτόματα την εγγραφή.

6.2 Εξαρτήματα Συσκευής

Τα κύρια μέρη της συσκευής είναι ένα πλήρες σύστημα ροής αέρα, ένας αισθητήρας παλμικής οξυμετρίας, ένας σωλήνας πίεσης CPAP, μια κάνουλα ροής αέρα, μια ζώνη καρπού και ένα καλώδιο USB για μεταφορά δεδομένων.

Main Device		Pulse Oximeter Sensor	
USB Data Cable		Airflow Kit	
Airflow Cannula		CPAP Pressure Tube	
TF Card		User Manual	
Quick Operation Manual		Computer Software Disk	
Carrying Case		Tweezers	
TF card reader		Medical tape	

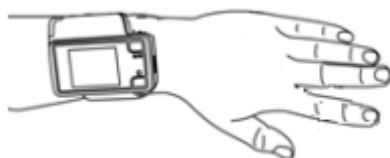
Εικόνα 17 Μέρη συσκευής

6.3 Τρόπος Χρήσης

Η συσκευή YH-600A Pro τροφοδοτείται από μία μπαταρία 1,5V AA. Τα καταγεγραμμένα δεδομένα όπως το οξυγόνο στο αίμα (SpO₂), ο ρυθμός καρδιακού παλμού, η κυματομορφή ροής αέρα, το ροχαλητό και η πίεση CPAP, μπορούν να αναπαραχθούν ξανά σε υπολογιστή μέσω του λογισμικού ανάλυσης PolyLogic που διαθέτει. Το SleepScreener μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αυτόνομη μονάδα για καταγραφή δεδομένων. Μπορεί επίσης να συγχρονιστεί με έναν συμβατό ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εμφάνιση δεδομένων. Η οθόνη δεν διαθέτει ηχητικούς συναγερμούς και επομένως δεν είναι ιδανική για συνεχή παρακολούθηση. Ο ασθενής είναι συνήθως και ο χειριστής της συσκευής, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιήσει με ασφάλεια όλες τις λειτουργίες της όπως και να εκτελέσει όλες τις συντηρήσεις που αναφέρονται στο εγχειρίδιο χρήσης.

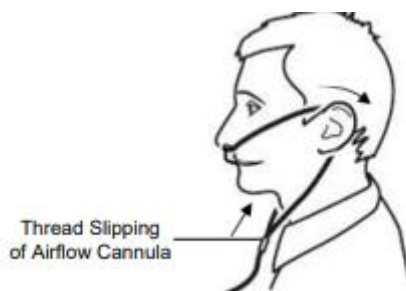
Όλα τα μέρη της συσκευής μπορούν να εφαρμοστούν στον ασθενή κατά τη διάρκεια της μέτρησης.

Ο ασθενής φοράει την κύρια συσκευή στον καρπό ως ρολόι, την στερεώνει με τρόπο ώστε να είναι σωστά τοποθετημένη, όπως στην εικόνα παρακάτω.



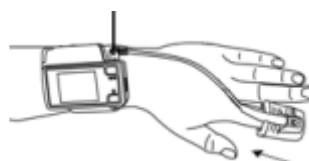
Εικόνα 18 Σωστή τοποθέτηση συσκευής στο καρπό

Στη συνέχεια, τοποθετεί τα δύο «δόντια» της κάνουλας στα ρουθούνια, αγκιστρώνει τον σωληνίσκο γύρω από τα αυτιά και σπρώχνει τον συνδετήρα ολίσθησης προς τα πάνω για να στερεωθεί η κάνουλα στο κεφάλι. Το άλλο άκρο του σωληνίσκου πρέπει να συνδεθεί στη διεπαφή διαδρομής αέρα του συστήματος ροής αέρα.



Εικόνα 19 Σωστή τοποθέτηση κτι

Ο ασθενής εισάγει τον δάχτυλο δείκτη μέχρι να φτάσει στο κάτω μέρος του αισθητήρα του παλμικού οξυμέτρου. Θα πρέπει να κολλήσει τον αισθητήρα με ταινία στο δάχτυλο και να εισάγει τον σύνδεσμο δεδομένων του αισθητήρα παλμικού οξυμέτρου στη θύρα του SpO2 στο επάνω μέρος της κύριας συσκευής.



Εικόνα 20 Σωστή τοποθέτηση παλμικού οξυμέτρου

Κατά την χρήση ο ασθενής πρέπει να αλλάζει τακτικά το δάχτυλο του ασθενούς μετά από παρατεταμένη χρήση. Πρέπει να μετακινείται κάθε 4 ώρες ή πιο συχνά και να εφαρμόζεται ξανά σε άλλο σημείο ανάλογα με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το δέρμα καθώς και την κυκλοφοριακή κατάσταση του χρήστη. Επιπλέον, το υπερβολικό φως του περιβάλλοντος, η υπερβολική κίνηση, η κακή κατάσταση των δακτύλων, το μεγάλο μέγεθος ή η μη σωστή τοποθέτηση, μπορούν να επηρεάσουν την ακρίβεια της μέτρησης. Στις γυναίκες το βερνίκι νυχιών ή τα ψεύτικα νύχια μπορεί να προκαλέσουν λανθασμένη μέτρηση και λανθασμένα αποτελέσματα.

Η ρύθμιση αντίστροφης μέτρησης εμφανίζεται πατώντας και κρατώντας ταυτόχρονα πατημένο το κουμπί ON-OFF / OK και το κουπί Shift έως ότου εξέλθει από τη διεπαφή «TimeLeft» [20].



Εικόνα 21 Εφαρμογή της συσκευής YH-600A Pro

(<https://en.bmc-medical.com/product/detail/8>)

7 Μετρήσεις

Με τη χρήση του συστήματος Polywatch YH-600A Pro, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε 5 ασκούμενους ηλικίας από 23-35. Οι ασκούμενοι δεν είχαν κάποιο σύμπτωμα άπνοιας, ούτε ανωμαλιών κατά τη διάρκεια του ύπνου τους. Οι μετρήσεις έγιναν προληπτικά. Αναλύονται παρακάτω ανά ασκούμενο.

- **Ασκούμενος Α :**

Ο ασκούμενος της πρώτης μέτρησης είναι άνδρας με τα παρακάτω χαρακτηριστικά, η μέτρηση έγινε σε ήρεμο περιβάλλον χωρίς ενοχλήσεις κατά τη διάρκεια του ύπνου. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε για εννέα ώρες και τριάντα λεπτά και τα αποτελέσματα του SpO2 καθώς και του PR αναφέρονται παρακάτω.

Φύλο	Αρσενικό
Ηλικία	31
Βάρος	58kg
Ύψος	173cm
BMI	19,4
Χρόνος έναρξης μέτρησης	21:39:00
Χρόνος λήξης μέτρησης	07:09:00
Συνολικός χρόνος μέτρησης	09:30:00
Μέσος όρος SpO2	96.9
Μέσος όρος PR	57

- **Ασκούμενος Β :**

Η δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε σε ασκούμενο αρσενικού φύλου. Η διάρκεια της μέτρησης ήταν έντεκα ώρες και τριάντα λεπτά. Ο ύπνος δεν ήταν ομαλός, υπήρχαν παύσεις λόγω παρεμβολές του περιβάλλοντος.

Φύλο	Αρσενικό
Ηλικία	35
Βάρος	75kg
Ύψος	173cm
BMI	25,1
Χρόνος έναρξης μέτρησης	20:53:00
Χρόνος λήξης μέτρησης	07:23:00

Συνολικός χρόνος μέτρησης	11:30:00
Μέσος όρος SpO2	96.7
Μέσος όρος PR	59

- **Ασκούμενος Γ :**

Ο τρίτος ασκούμενος είναι γένους θηλυκού. Ο χρόνος της μέτρησης είναι οκτώ ώρες και επτά λεπτά. Οι συνθήκες της μέτρησης ήταν φυσιολογικές και δεν υπήρξε κάποια παρεμβολή.

Φύλο	Θηλυκό
Ηλικία	23
Βάρος	77kg
Ύψος	180cm
BMI	23,8
Χρόνος έναρξης μέτρησης	22:48:00
Χρόνος λήξης μέτρησης	06:55:00
Συνολικός χρόνος μέτρησης	08:07:00
Μέσος όρος SpO2	97,4
Μέσος όρος PR	57

- **Ασκούμενος Δ :**

Η τέταρτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε με ασκούμενο γένους αρσενικό, με τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

Φύλο	Αρσενικό
Ηλικία	33
Βάρος	58kg
Ύψος	173cm
BMI	19,4
Χρόνος έναρξης μέτρησης	21:39:00
Χρόνος λήξης μέτρησης	07:09:00
Συνολικός χρόνος μέτρησης	09:30:00
Μέσος όρος SpO2	97,3
Μέσος όρος PR	70

- **Ασκούμενος Ε :**

Η πέμπτη και τελευταία μέτρηση αφορά και πάλι άντρα ασκούμενο. Εδώ διακρίνουμε μικρότερες τιμές μέσου όρου σε SpO2 και PR σε σχέση με τους υπόλοιπους ασκούμενους. Οι συνθήκες ύπνου ήταν φυσιολογικές αλλά ο ασκούμενος εμφάνισε αρκετό ροχαλητό.

Φύλο	Αρσενικό
Ηλικία	28
Βάρος	105kg
Ύψος	180cm
BMI	32,4
Χρόνος έναρξης μέτρησης	22:07:00
Χρόνος λήξης μέτρησης	07:00:00
Συνολικός χρόνος μέτρησης	08:53:00
Μέσος όρος SpO2	90,2
Μέσος όρος PR	69

Με βάση των παραπάνω μετρήσεων μπορούμε να διακρίνουμε, αν τις συγκρίνουμε μεταξύ τους, αυξημένες ή μειωμένες τιμές. Δεν έχουμε όμως την ικανότητα να τις κρίνουμε και να κάνουμε κάποιου είδους διάγνωση για τον καθένα. Το σημαντικό όμως είναι πως τα αποτελέσματα που λαμβάνουμε είναι άμεσα από ένα φορητό σύστημα που προσφέρει άνεση στον ασκούμενο – ασθενή. Με αυτόν τον τρόπο οι μετρήσεις είναι διαθέσιμες για διάγνωση από τον επιβλέποντα ιατρό.

8 Στατιστική Ανάλυση :

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε μια απλή στατιστική ανάλυση συσχέτισης των δεδομένων. Ο σκοπός της στατιστικής ανάλυσης είναι να προσδιορίσουμε την ύπαρξη μιας σχέσης μεταξύ διαφόρων παραγόντων, δηλαδή να καθορίσουμε αν μια αύξηση ή μείωση ενός δείκτη θα επηρεάσει τη μεταβολή κάποιου άλλου δείκτη. Στην προκειμένη περίπτωση εμείς ερευνήσαμε αν τα αποτελέσματα από την καταγραφή του SpO2 ή του PR έχουν συσχέτιση με το φύλο, την ηλικία, το ύψος, το βάρος ή το BMI.

Πιο αναλυτικά, η συσχέτιση δύο ποσοτικών μεταβλητών X και Y προσδιορίζεται αριθμητικά μέσω του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης Pearson (r). Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson (r) ορίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y}$$

Όπου x_i και y_i είναι οι τιμές των μεταβλητών X και Y ενώ όπου s_x και s_y είναι οι τιμές των τυπικών αποκλίσεων.

Ο συντελεστής συσχέτισης (r) κυμαίνεται από +1 έως -1 και στην περίπτωση που θα υπάρξει θετική συσχέτιση, η αύξηση του ενός δείκτη επηρεάζει σε αύξηση και του δεύτερου. Αντιθέτως, σε περίπτωση αρνητικής συσχέτισης, η αύξηση του ενός δείκτη σημαίνει μείωση του άλλου. Συμπερασματικά όσο μεγαλύτερο είναι το μέτρο του συντελεστή συσχέτισης, τόσο η αλλαγή ενός δείκτη αντανακλά στη μεταβολή του δεύτερου. Αν όμως ο συντελεστής είναι ίσος με 0 δεν παρουσιάζουν εξάρτηση. Υπάρχει περίπτωση η τιμή να είναι μικρότερη από μηδέν αυτό σημαίνει ότι παρουσιάζουν αρνητική σχέση

Κάποιες ενδεικτικές τιμές αναφοράς συσχέτισης είναι:

- Ικανοποιητική ως πολύ ισχυρή, όταν $0,7 < |r| < 1$
- Μέτρια ως ικανοποιητική, όταν $0,5 < |r| < 0,7$
- Ασθενής ως μέτρια, όταν $0 < |r| < 0,5$

Στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων συνοπτικά.

Πίνακας 1 Αποτελέσματα μετρήσεων SpO2

Μέσος όρος SpO2	Ηλικία	Βάρος	Ύψος	BMI
96,9	31	58	173	19,4
96,7	35	75	173	25,1
97,4	23	77	180	23,8
97,3	33	58	173	19,4
90,2	28	105	180	32,4

Πίνακας 2 Αποτελέσματα μετρήσεων PR

Μέσος Όρος PR	Ηλικία	Βάρος	Ύψος	BMI
57	31	58	173	19,4
59	35	75	173	25,1
57	23	77	180	23,8
70	33	58	173	19,4
69	28	105	180	32,4

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση συσχέτισης του μέσου όρου παλμών PR με την ηλικία, το βάρος, το ύψος και το δείκτη μάζας σώματος BMI.

Πίνακας 3 Συντελεστής συσχέτισης (r) του μέσου όρου παλμών PR

	<i>Μέσος όρος PR</i>
Μέσος όρος PR	1
Ηλικία	0,203679252
Βάρος	0,297476787
Ύψος	0,083721836
BMI	0,305191805

Όπως γίνεται αντιληπτό από τα αποτελέσματα οι τιμές του μέσου όρου παλμών παρουσιάζουν μια θετική συσχέτιση και με την ηλικία και το βάρος και το ύψος και το BMI. Αυτό σημαίνει ότι οι μεταβλητές κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση και οι σχέσεις τους χαρακτηρίζεται ασθενής ως μέτρια.

Εν συνεχεία, πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση συσχέτισης του μέσου όρου οξυγόνου SpO2 με την ηλικία, το βάρος, το ύψος και το δείκτη μάζας σώματος BMI.

Πίνακας 4 Συντελεστής συσχέτισης (r) του μέσου όρου SpO2

	<i>Μέσος όρος SpO2</i>
Μέσος όρος SpO2	1
Ηλικία	0,17433705
Βάρος	-0,880165789
Ύψος	-0,561697679
BMI	-0,883956854

Σε αυτή την περίπτωση όπως γίνεται αντιληπτό από τα αποτελέσματα οι τιμές του μέσου όρου οξυγόνου SpO2 παρουσιάζουν αρνητική συσχέτιση με το βάρος, το ύψος και το BMI διότι οι τιμές είναι αρνητικές. Ενώ με την ηλικία παρουσιάζει θετική συσχέτιση. Αυτό μας δείχνει ότι στη περίπτωση που αυξάνονται οι τιμές του βάρους ή του ύψους ή του δείκτη μάζας σώματος τότε ο μέσος όρος οξυγόνου μειώνεται κάτι που σημαίνει η σχέση τους είναι αρνητική.

Συμπερασματικά αν και ο αριθμός των ατόμων που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι μικρός και καλύπτει το εύρος ηλικιών 28 με 35 χρονών, μπορούμε να πούμε ότι σ' αυτό το εύρος των ηλικιών ο μέσος όρος παλμών PR σχετίζεται με τον δείκτη μάζας σώματος, κάτι που σημαίνει ότι οι τιμές του μέσου όρου παλμών PR επηρεάζονται από τις τιμές του BMI θετικά και επίσης ο μέσος όρος οξυγόνου σχετίζεται αρνητικά με το βάρος, το ύψος και το BMI οποίο μας δείχνει ότι οι τιμές του οξυγόνου στο αίμα επηρεάζονται αρνητικά με τις τιμές του βάρους, του ύψους ή του BMI. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι όσο αυξάνεται ο δείκτης μάζας σώματος και το

βάρος μειώνεται ο μέσος όρος οξυγόνου κάτι το οποίο έχει αναφερθεί και από άλλες μελέτες στην βιβλιογραφία και αποδεικνύεται και τώρα.

9 Συμπεράσματα:

Στόχος της παρούσας διπλωματικής ήταν να πλησιάσουμε όσον τον δυνατόν περισσότερο και με μεγαλύτερη ακρίβεια την υπνική άπνοια με ένα φορητό σύστημα που μας δίνει μετρήσεις SpO₂ και καρδιακού παλμού σε πραγματικό χρόνο. Έγινε κατανοητός ο ορισμός της υπνικής άπνοιας καθώς και οι λόγοι που μπορούν να προσκληθούν. Αναλύθηκαν τα διάφορα συστήματα διάγνωσης την υπνικής άπνοιας κατά τη διάρκεια του χρόνου καθώς και η αρχή λειτουργίας τους. Μελετήσαμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος που χρησιμοποιήσαμε για τις μετρήσεις, τον τρόπο χρήσης του αλλά και τα αποτελέσματα που μπορεί να μας δώσει. Το πειραματικό μέρος της διπλωματικής αυτής εργασίας που περιλάμβανε τη διεξαγωγή μετρήσεων σε πέντε ασκούμενους μας βοήθησε σε μικρό χρονικό διάστημα να αποκτήσουμε δεδομένα σημαντικά προς διάγνωση για τον κάθε ασκούμενο. Ο σκοπός ήταν να γίνει κατανοητή η αμεσότητα και η ευκολία που προσφέρουν πλέον στις μέρες μας αυτά τα συστήματα σε μια εποχή που πλήττεται από τέτοιες παθήσεις. Και όλα αυτά, χάρη στην Βιοϊατρική Τεχνολογία.

Αναφορές - Πηγές

- [1] Dempsey, J. A., Veasey, S. C., Morgan, B. J., & O'Donnell, C. P. (2010). Pathophysiology of sleep apnea. *Physiological Reviews*, 90(1), 471-112. <https://doi.org/10.1152/physrev.00043.2008>
- [2] Central sleep apnea. (2008, July 2). *WebMD*. <https://www.webmd.com/sleep-disorders/sleep-apnea/central-sleep-apnea>
- [3] Javaheri S, Barbe F, Campos-Rodriguez F, et al. Sleep Apnea. *J Am CollCardiol*. 2017 Feb, 69 (7) 841–858. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.11.069>
- [4] David P. White. (2005, August 5). *Pathogenesis of Obstructive and Central Sleep Apnea*. *ATS Journals*. <https://doi.org/10.1164/rccm.200412-1631SO>
- [5] Jyothi, I., Renuka Prasad, K., Rajalakshmi, R., Satish Kumar, R., Ramphanindra, T., Vijayakumar, T., & Kaliappan, I. (2019). Obstructive sleep apnea: A pathophysiology and pharmacotherapy approach. *Noninvasive Ventilation in Medicine - Recent Updates*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.77981>
- [6] Caples, S. M., Gami, A. S., & Somers, V. K. (2005). Obstructive Sleep Apnea. *Annals of Internal Medicine*, 142(3), 187. doi:10.7326/0003-4819-142-3-200502010-00010
- [7] John F. Garvey, Martino F. Pengo, Panagis Drakatos, Brian D. Kent. (2015). Epidemiological aspects of obstructive sleep apnea. *Journal of Thoracic Disease*, 7 (5), 10. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2015.04.52
- [8] Lewis R Kline, Nancy Collop, Geraldine Finlay (2022) Clinical presentation and diagnosis of obstructive sleep apnea in adults.
From <https://www.uptodate.com/contents/clinical-presentation-and-diagnosis-of-obstructive-sleep-apnea-in-adults#H13336404>
- [9] McNicholas W.T. Diagnosis of obstructive sleep apnea in adults. *Proc Am Thorac Soc*. 2008; 5: 154-160.

- [10] Strollo, P. J., & Rogers, R. M. (1996). Obstructive Sleep Apnea. *New England Journal of Medicine*, 334(2), 99–104. doi:10.1056/nejm199601113340207
- [11] Flemons, W. W. (2002). Obstructive Sleep Apnea. *New England Journal of Medicine*, 347(7), 498–504. doi:10.1056/nejmcp012849
- [12] Gottlieb, D. J., & Punjabi, N. M. (2020). Diagnosis and Management of Obstructive Sleep Apnea. *JAMA*, 323(14), 1389. doi:10.1001/jama.2020.3514
- [13] Penzel, T., Schöbel, C., & Fietze, I. (2018). New technology to assess sleep apnea: Wearables, smartphones, and accessories. *F1000Research*, 7, 413. <https://doi.org/10.12688/f1000research.13010.1>
- [14] McNicholas, W. T. (2021). Getting More from the Sleep Recording. *Sleep Medicine Clinics*, 16(4), 567–574. doi:10.1016/j.jsmc.2021.08.001
- [15] Summer, J. (2022, April 19). Sleep apnea treatment. *Sleep Foundation*. Retrieved June 7, 2022, from <https://www.sleepfoundation.org/sleep-apnea/treatment>
- [16] Pacheco, D. (2022, April 8). CPAP: Resources, Sleep Apnea Machines, & masks. *Sleep Foundation*. Retrieved June 7, 2022, from <https://www.sleepfoundation.org/cpap>
- [17] Jané, R. (n.d.). Engineering sleep disorders. *EMBS*. Retrieved June 7, 2022, from <https://www.embs.org/pulse/articles/engineering-sleep-disorders/>
- [18] Lin, R., Lee, R.-G., Tseng, C.-L., Zhou, H.-K., Chao, C.-F., & Jiang, J.-A. (2006). A New Approach For Identifying Sleep Apnea Syndrome Using Wavelet Transform And Neural Networks. *Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications*, 18(03), 138–143. doi:10.4015/s1016237206000233
- [19] Jayaraj, R. (2017). A Review on Detection and Treatment Methods of Sleep Apnea. *Journal Of Clinical And Diagnostic Research*. doi:10.7860/jcdr/2017/24129.9535
- [20] Ahmadzadeh, S., Luo, J., & Wiffen, R. (2020). Review on Biomedical Sensors, Technologies and Algorithms for Diagnosis of Sleep Disordered Breathing:

Comprehensive Survey. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 1–1. doi:10.1109/rbme.2020.3033930

[21]BMC Medical Co., Ltd (2021, April 23). Sleep Apnea Diagnosis Device and Accessories, Sleep Screener,YH-600A Pro, User Manual

[22] Franklin KA, Lindberg E. Obstructive sleep apnea is a common disorder in the population—a review on the epidemiology of sleep apnea. *J Thorac Dis* 2015;7(8):1311-1322. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2015.06.11

[23] Garvey JF, Pengo MF, Drakatos P, Kent BD. Epidemiological aspects of obstructive sleep apnea. *J Thorac Dis*. 2015 May;7(5):920-9. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2015.04.52. PMID: 26101650; PMCID: PMC4454867.

[24]ShaliniParuthi, Ronald D Chervin, Laurie Wilkie,(2022), Evaluation of suspected obstructive sleep apnea in children

From <https://www.uptodate.com/contents/evaluation-of-suspected-obstructive-sleep-apnea-in-children>