



*Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών*

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ ΣΤΟΝ ΥΠΝΟ. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΗ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΤΟΥ ΥΠΝΟΥ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΣΤΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΟΥ
ΣΥΝΔΡΟΜΟΥ ΤΗΣ ΑΠΟΦΡΑΚΤΙΚΗΣ ΑΠΝΟΙΑΣ ΣΤΟΝ ΥΠΝΟ»**

ΔΡ. ΕΛΕΝΗ ΘΕΟΦΑΝΟΥΣ

Πνευμονολόγος- Φυματιολόγος

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ, 2023

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1) ΠΕΡΙΛΗΨΗ (3-6)
- 2) ΕΙΣΑΓΩΓΗ (7-10)
- 3) ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ (11-30)
- 4) ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (31-

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το σύνδρομο της αποφρακτικής άπνοιας στον ύπνο είναι η συχνότερη διαταραχή του ύπνου. Χαρακτηρίζεται από επαναλαμβανόμενα επεισόδια αποφρακτικών άπνοιών και υποπνοιών, τα οποία προκαλούνται από την σύμπτωση των τοιχωμάτων του ανώτερου αεραγωγού.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του συνδρόμου είναι το ροχαλητό, η διακοπή της αναπνοής στον ύπνο και η ημερήσια υπνηλία. Οι ασθενείς αυτοί παρουσιάζουν συχνότερα πρωινούς πονοκεφάλους, αρρυθμιστη αρτηριακή πίεση, αρρυθμίες, νευρογνωσιακές διαταραχές, και άλλες συστηματικές επιπλοκές.

Οι επιπλοκές είναι καρδιαγγειακές, νευροψυχιατρικές, πνευμονική υπέρταση, μεταβολικό σύνδρομο, μη αλκοολική στεατοηπατίτιδα, κακοήθειες, αυτοκινητιστικά ατυχήματα και άλλες συστηματικές επιπλοκές.

Οι ασθενείς που έχουν μέτριας και σοβαρής βαρύτητας σύνδρομο ή έχουν έντονα ημερήσια συμπτώματα, η πρώτης γραμμής θεραπεία, είναι η χρήση μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού κατά την διάρκεια του ύπνου.

Οι ασθενείς παρουσιάζουν δυσκολία όσον αφορά την συμμόρφωση στη θεραπεία. Περίπου το 20 με 40% των ασθενών αδυνατούν να συμμορφωθούν. Υπάρχουν διάφορα προβλήματα που προκύπτουν κατά την έναρξη της θεραπείας, όπως η ξηροστομία, οι ρινορραγίες, το αίσθημα της κλειστοφοβίας, τα δερματικά έλκη.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να διαπιστωθεί πώς η τεχνολογία μπορεί να αυξήσει την συμμόρφωση στη θεραπεία. Είναι εμφανές πλέον ότι η τεχνολογία εφαρμόζεται σε διάφορους τομείς της ζωής μας.

Έγινε αναζήτηση στη βιβλιογραφία όσον αφορά με ποιό τρόπο η τεχνολογία βοήθησε μέσω των εφαρμογών της, στην αύξηση της συμμόρφωσης στη θεραπεία της υπνικής άπνοιας.

Η τεχνολογία έχει βοηθήσει στο να γίνουν πιο μικρές και πιο αθόρυβες οι συσκευές μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού, με ενσωματωμένους υγραντήρες, με ρυθμίσεις ως προς την εισπνευστική και εκπνευστική πίεση και συγκεκριμένος χρόνος στο πότε θα τεθούν σε εφαρμογή οι ρυθμίσεις. Επίσης οι μάσκες που χρησιμοποιούνται έχουν βελτιωθεί στο υλικό που είναι κατασκευασμένες και στην καλύτερη εφαρμογή.

Το τελευταίο διάστημα έχουν τεθεί σε εφαρμογή νέα συστήματα που επιτρέπουν στους ασθενείς να ελέγχουν την δική τους συμμόρφωση και ανταπόκριση στη θεραπεία, όπως επίσης τα δεδομένα αυτά να μεταφέρονται και στους θεράποντες ιατρούς σε πραγματικό χρόνο.

Και σε άλλους τομείς η τεχνολογία έχει επηρεάσει θετικά την αύξηση της συμμόρφωσης στη θεραπεία. Σημαντικό κομμάτι ως προς την θεραπεία είναι η υγιεινή διατροφή, η συστηματική άσκηση και η επίτευξη ιδανικού δείκτη μάζας σώματος. Τέτοιο παράδειγμα αποτελούν οι έξυπνες συσκευές που επιτρέπουν στους ασθενείς να μετράνε τα βήματα, την απόσταση που έχουν διανύσει ή τις θερμίδες που έχουν καταναλώσει κατά την διάρκεια της ημέρας.

Αντίστοιχες εφαρμογές υπάρχουν και στον τομέα της διατροφής, όπου έξυπνες συσκευές και εφαρμογές επιτρέπουν στους ασθενείς να υπολογίσουν τις θερμίδες στις τροφές και το σωστό πρόγραμμα διατροφής που απαιτείται να ακολουθήσουν. Τα δεδομένα αυτά δύναται να μεταφερθούν άμεσα σε ιατρικούς φακέλους των ασθενών, έτσι ώστε οι θεράποντες ιατροί να έχουν δεδομένα όσον αφορά την άσκηση, την διατροφή και τον ύπνο των ασθενών.

Συμπερασματικά διαπιστώνεται ότι η τεχνολογία και οι εφαρμογές της τα τελευταία χρόνια έχουν βοηθήσει σε πολλαπλά επίπεδα στην αύξηση της συμμόρφωσης στη θεραπεία. Μειώθηκαν οι αποστάσεις, ελαχιστοποιήθηκε ο χρόνος, βελτιώθηκαν οι συσκευές και τα εξαρτήματα, οι ασθενείς πλέον μπορούν να παρακολουθήσουν σε πραγματικό χρόνο τα δεδομένα τους και να επέμβουν στο σχεδιασμό της θεραπείας τους.

Λέξεις κλειδιά : σύνδρομο αποφρακτικής άπνοιας στον ύπνο, συμμόρφωση με τη θεραπεία, τεχνολογία, τηλεπαρακολούθηση.

SUMMARY

Obstructive sleep apnea syndrome is the most common sleep disorder. It is characterized by repeated episodes of obstructive apneas and hypopneas, which are caused by the collapse of the walls of the upper airway.

The main characteristics of the syndrome are snoring, sleep apnea and daytime sleepiness. These patients more often present with morning headaches, irregular blood pressure, arrhythmias, neurocognitive disorders, and other systemic complications.

Complications are cardiovascular, neuropsychiatric, pulmonary hypertension, metabolic syndrome, nonalcoholic steatohepatitis, malignancies, motor vehicle accidents, and other systemic complications.

Patients who have moderate to severe syndrome or have severe daytime symptoms, the first line treatment is the use of non-invasive mechanical ventilation during sleep.

Patients have difficulty adhering to treatment. About 20 to 40% of patients fail to comply. There are various problems that arise at the start of treatment, such as dry mouth, nosebleeds, feeling claustrophobic, skin ulcers.

The purpose of this paper is to determine how technology can increase treatment adherence. It is now evident that technology is applied in various areas of our lives.

The literature was searched for how technology has helped, through its applications, to increase adherence to sleep apnea treatment.

Technology has helped make non-invasive mechanical ventilation devices smaller and quieter, with built-in humidifiers, with settings for inspiratory and expiratory pressure and a specific time for when the settings take effect. Also the masks have improved in the material they are made of and in better fit.

Recently, new systems have been implemented that allow patients to control their own compliance and response to treatment, as well as to transfer this data to treating physicians in real time.

And in other areas technology has had a positive effect on increasing treatment adherence. An important part of the treatment is a healthy diet, systematic exercise and achieving an ideal body mass index. Such an example is the smart devices that allow patients to count the steps, the distance they have traveled or the calories they have consumed during the day.

Corresponding applications also exist in the field of nutrition, where smart devices and applications allow patients to calculate the calories in foods and the correct diet plan they are

required to follow. This data can be directly transferred to the patients' medical records, so that the treating doctors have data regarding the patients' exercise, diet and sleep.

It can be concluded that technology and its applications in recent years have helped in various ways to increase treatment compliance. Distances shortened, time minimized, devices and components improved, patients can now monitor their data in real time and intervene in their treatment.

Key words: Obstructive sleep apnea syndrome, Treatment compliance, Technology, Telemonitoring

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ύπνος είναι μια ομοιοστατικά ρυθμισμένη λειτουργία και αποτελεί βασική βιολογική ανάγκη με σημαντικούς ρόλους στην επιβίωση, την ανάκτηση δυνάμεων και την διατήρηση της ενέργειας. Οι άνθρωποι διανύουν το ένα τρίτο της ζωής τους σε κατάσταση ύπνου. Ο ύπνος επίσης έχει σημαντικό ρόλο στην διατήρηση ζωτικών λειτουργιών όπως είναι η ανάπτυξη των νευρώνων του εγκεφάλου, η μάθηση, η μνήμη, η ρύθμιση των συναισθημάτων, καρδιαγγειακές και μεταβολικές ρυθμίσεις αλλά και η απομάκρυνση κυτταρικών τοξινών. Είναι γνωστό ότι ο επαρκής ύπνος είναι απαραίτητος για την υγεία αλλά και για την διατήρηση της ποιότητας της ζωής μας (1).

Η συχνότερη διαταραχή που αφορά τον ύπνο, είναι το σύνδρομο της αποφρακτικής άπνοιας στον ύπνο (ΣΑΑΥ). Περίπου το 8% των αντρών και το 4 % των γυναικών παρουσιάζουν αυτό το σύνδρομο. Μελέτες δείχνουν ότι ο επιπολασμός του συνδρόμου είναι μεγαλύτερος στις χώρες με αυξημένο εισόδημα. Αναφέρετε περίπου ότι στους άντρες είναι 20% και στις γυναίκες 10% (2).

Οι επικρατέστεροι λόγοι γιαυτή την αύξηση ενοχοποιούνται η αύξηση της παχυσαρκίας και η επικράτηση της τεχνολογίας. Το σύνδρομο αυτό χαρακτηρίζεται από επαναλαμβανόμενη απόφραξη του ανώτερου αεραγωγού κατά την διάρκεια του ύπνου. Τα τοιχώματα του φάρυγγα συμπιπτουν, προκαλώντας πλήρη απόφραξη (άπνοια) ή μερική (υπόπνοια). Αποτέλεσμα είναι οι διαταραχές στην ανταλλαγή των αερίων, η συστηματική φλεγμονή, το οξειδωτικό στρες και ο κατακερματισμός του ύπνου. Οι συστηματικές αυτές επιπτώσεις προκαλούν συστηματικές επιπλοκές στους ασθενείς (3).

Για την διάγνωση του συνδρόμου η εξέταση εκλογής είναι η πολυκαταγραφική μελέτη ύπνου σε εξειδικευμένο εργαστήριο ύπνου. Γίνεται καταγραφή διάφορων παραμέτρων (ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, ηλεκτρομυογράφημα, ηλεκτροοφθαλμογράφημα, καταγραφή ροχαλητού, καταγραφή ροής αέρα από την μύτη, κορεσμός αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο, σφύξεις, θέση σώματος).

Έπειτα από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της μελέτης ύπνου, η διάγνωση του συνδρόμου κατηγοριοποιείται αναλόγως με τον αριθμό των απνοιών υποπνοιών που καταγράφονται ανά ώρα ύπνου. Αριθμός μεγαλύτερος από 5 άπνοιες την ώρα είναι ήπιου βαθμού, μεγαλύτερος από 15 την ώρα είναι μέτριου βαθμού και μεγαλύτερος από 30 την ώρα είναι σοβαρού βαθμού (4).

Οι ασθενείς με υπνική άπνοια αναφέρουν ροχαλητό, επεισόδια απνοιών, αφυπνίσεις με αίσθημα πνιγμονής κατά την διάρκεια του ύπνου και ημερήσια υπνηλία (5).

Έχουν ενοχοποιηθεί πολλοί παράγοντες κινδύνου για την εκδήλωση του συνδρόμου. Από τα προηγούμενα χρόνια ο κυριότερος παράγοντας θεωρείτο η παθολογία του ανώτερου αεραγωγού, όπου η κρανιοπροσωπική ανατομία, η εναπόθεση λίπους στην περιοχή, το μέγεθος του αυλού του αεραγωγού, οδηγούσαν στην σύμπτωση των τοιχωμάτων του φάρυγγα κατά την διάρκεια του ύπνου.

Επομένως η παχυσαρκία θεωρείται ένας από τους κυριότερους προδιαθεσικούς παράγοντες όπως και οι κρανιοπροσωπικές ανωμαλίες (σύνδρομο Down, προγναθισμός). Επειδή όμως το σύνδρομο παρατηρείται και σε ασθενείς όπου δεν παρουσιάζουν παθολογία στην ανατομία τους, διαπιστώθηκαν επιπλέον παράγοντες που μπορεί να οδηγήσουν σε αυτό το σύνδρομο (6).

Μια σημαντική μεταβλητή είναι η σταθερότητα του ελέγχου του αναπνευστικού συστήματος. Όταν το κέντρο του αναπνευστικού ελέγχου αδυνατεί να στείλει ικανοποιητικό σήμα στον ανώτερο αεραγωγό, το αποτέλεσμα είναι η μειωμένη δραστηριότητα των διαστολέων αναπνευστικών μυών και η αύξηση της αντίστασης του αεραγωγού (high loop gain).

Άλλος μηχανισμός αποτελεί το κατώφλι αφύπνισης όπου πιθανολογείται ότι οι ασθενείς αυτοί μπορούν πιο εύκολα να ξυπνήσουν πριν την δράση των διαστολέων αναπνευστικών μυών (7,8). Άλλες καταστάσεις που προδιαθέτουν στο σύνδρομο είναι η κατακράτηση υγρών, το άρρεν φύλο, η ηλικία και η εμμηνόπαυση.

Οι συνέπειες αυτού του συνδρόμου εάν δεν αντιμετωπιστεί είναι συστηματικές και σοβαρές. Αναφέρεται μεγαλύτερος κίνδυνος για εμφάνιση αρτηριακής υπέρτασης, αρρυθμιών, αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων, έμφραγμα του μυοκαρδίου, κατάθλιψη, σεξουαλική δυσλειτουργία, αυξημένος κίνδυνος για αυτοκινητιστικό ατύχημα, κακή ποιότητα ύπνου του συντρόφου (9).

Είναι εμφανές ότι ο στόχος του ιατρού είναι η διάγνωση αλλά και κατεπέκταση η θεραπεία, ώστε να αποφευχθούν οι συστηματικές επιπλοκές. Η θεραπεία εκλογής για το σύνδρομο (μέτριας και σοβαρής βαρύτητας) αποτελεί η εφαρμογή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού κατά την διάρκεια του ύπνου (Continuous Positive Airway Pressure – CPAP).

Η χρήση της συσκευής μειώνει τα επεισόδια απνοιών, την ημερήσια υπνηλία, βελτιώνει την ποιότητα της ζωής και επαναφέρει την νευρογνωσιακή λειτουργία (10).

Επίσης η μακροχρόνια χρήση της CPAP, βελτιώνει τα επίπεδα αρτηριακής πίεσης και μειώνει την καρδιαγγειακή θνητότητα και θνησιμότητα. Τα συμπτώματα επανέρχονται όταν σταματήσει η θεραπεία. Επομένως είναι απαραίτητη η συμμόρφωση από τον ασθενή με στόχο την ελαχιστοποίηση της εμφάνισης των συστηματικών επιπλοκών που προκαλεί το σύνδρομο.

Δυστυχώς η χρήση της συσκευής χρειάζεται χρόνο για να ομαλοποιηθεί και η μακροχρόνια συμμόρφωση αποτελεί πρόκληση για τον γιατρό. Τα ποσοστά συμμόρφωσης κυμαίνονται στη βιβλιογραφία, με μέσο όρο 50% και εάν χρησιμοποιηθούν τα κριτήρια συμμόρφωσης που είναι τουλάχιστον 4 ώρες κάθε βράδυ και τουλάχιστον 5 μέρες την εβδομάδα, τα ποσοστά μειώνονται στο 46% .

Οι ενδοστοματικές προθέσεις αποτελούν μια αποτελεσματική θεραπευτική επιλογή για τους ασθενείς με ήπιου ή μέτριου βαθμού σύνδρομο, που είτε προτιμούν αυτή την επιλογή είτε αδυνατούν να συμμορφωθούν με την συσκευή. Οι ενδοστοματικές προθέσεις γίνονται από εξειδικευμένους οδοντίατρους στην ιατρική του ύπνου και έχουν στόχο την προώθηση της κάτω γνάθου προς τα εμπρός. Έτσι κατά την διάρκεια του ύπνου εμποδίζεται η σύμπτωση των τοιχωμάτων του ανώτερου αεραγωγού (11).

Η χειρουργική αντιμετώπιση αποτελεί εναλλακτική θεραπεία σε ασθενείς που δεν μπορούν να συμμορφωθούν ή δεν έχουν ικανοποιητικό αποτέλεσμα με την χρήση μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού και των ενδοστοματικών προθέσεων. Είναι πιο αποτελεσματική θεραπεία εάν υπάρχει εμφανής ανατομική ανωμαλία. Η χειρουργική αφαίρεση αφορά ιστό από την μαλακή υπερώα, τις αμυγδαλές, τις αδενοειδείς εκβλαστήσεις, την γλώσσα και την σταφυλή. Πιο εκτεταμένα χειρουργεία αφορούν και κρανιοπροσωπικές οστικές δομές.

Η άλλη θεραπευτική επιλογή αφορά ασθενείς που πάσχουν από άπνοια θέσης. Η άπνοια θέσης ορίζεται όταν ο αριθμός των απνοιών που διαπιστώνονται στην ύπτια θέση είναι τουλάχιστον ο διπλάσιος από αυτόν που καταγράφεται σε όλες τις θέσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί στην ύπτια θέση αυξάνεται η σύμπτωση των τοιχωμάτων του ανώτερου αεραγωγού, λόγω της επίδρασης της βαρύτητας και της αλλαγής του σχήματος του αεραγωγού. Ως αποτέλεσμα ο αριθμός των απνοιών και υποπνοιών αλλά και η σοβαρότητα τους αυξάνεται στην ύπτια θέση.

Περίπου το 50% των ασθενών παρουσιάζουν άπνοια θέσης. Έχουν ανευρεθεί πολλές συσκευές οι οποίες εμποδίζουν τον ασθενή να κοιμηθεί σε ύπτια θέση, όπως συστήματα συναγερμού, μπάλα αντισφαίρισης στην πλάτη, μαξιλάρι, μπάλες και πιο πρόσφατα ειδικές ζώνες που δονούνται όταν ανιχνεύσουν ύπτια θέση (12).

Μια εναλλακτική επιλογή σε ασθενείς που δεν μπορούν να επωφεληθούν από τις προαναφερθείσες επιλογές, είναι η χρήση νευρομυϊκού ηλεκτρικού ερεθισμού του υπογλώσσιου νεύρου και του γενιογλωσσικού μυ. Η θεραπεία αυτή είναι εγκεκριμένη από τον Αμερικανικό Φορέα Τροφίμων και Φαρμάκων από το 2014.

Απευθύνεται σε ασθενείς με μέτριου και σοβαρού βαθμού σύνδρομο, με δείκτη μάζας σώματος μικρότερο από 35 και σε ασθενείς που δεν μπορούν να συμμορφωθούν ή δεν έχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα με την χρήση μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού. Συγκεκριμένα μέσω χειρουργικής παρέμβασης τοποθετείτε αισθητήρας ανίχνευσης αναπνευστικών κινήσεων στο 4-5 μεσοπλεύριο διάστημα και ένας εμφυτεύσιμος νευροδιεγέρτης του υπογλώσσιου νεύρου. Μέσω της διέγερσης του υπογλώσσιου νεύρου

συσπάται ο γενιογλωσσικός μυς και αυξάνεται η διάμετρος του ανώτερου αεραγωγού σε κάθε επεισόδιο άπνοιας (13).

Εκτός από την συσκευή μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού, τις ενδοστοματικές προθέσεις, τα χειρουργεία, τις ζώνες θέσεις και τους νευροδιεγέρτες του υπογλώσιου νεύρου, ακρογωνιαίος λίθος για την θεραπεία του συνδρόμου είναι η απώλεια σωματικού βάρους. Μέσω υγιεινής διατροφής αλλά και συστηματικής άσκησης, η απώλεια σωματικού βάρους μπορεί να μειώσει τον αριθμό απνοιών υποπνοιών.

Παρατηρείται όμως διαχρονικά δυσκολία των ασθενών να συμμορφωθούν με την θεραπεία. Οι γρήγοροι ρυθμοί και η έλλληψη χρόνου διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο.

Σκοπός της εργασίας είναι να διαπιστωθεί πως η τεχνολογία και οι εφαρμογές της μπορούν να βελτιώσουν την συμμόρφωση στη θεραπεία της άπνοιας στον ύπνο.

ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ

Η τεχνολογία έχει συνεισφέρει σε πολλά επίπεδα στην αύξηση της συμμόρφωσης στην θεραπεία του συνδρόμου. Οι τομείς τους οποίους βοήθησε είναι :

- 1) Απώλεια σωματικού βάρους
- 2) Καλύτερη τεχνολογία στις συσκευές και στις μάσκες
- 3) Τηλειατρική
- 4) Εκπαιδευτικό υλικό

1) Απώλεια σωματικού βάρους

Η παχυσαρκία έχει λάβει πανδημικές διαστάσεις τα τελευταία έτη. Συσχετίζεται με αυξημένη θνησιμότητα, χρόνιες νόσους, μείωση της λειτουργικότητας με απουσία από την εργασία και πολλαπλές συνέπειες για τους νοσούντες αλλά και για την κοινωνία (14). Είναι γνωστός ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για το ΣΑΑΥ και η συχνότητα του συνδρόμου είναι διπλάσια στα άτομα με αυξημένο δείκτη μάζας σώματος. Επίσης συσχετίζεται η παχυσαρκία και ο δείκτης απνοιών υποπνοιών ανά ώρα ύπνου (AHI). Κάθε αύξηση κατά 10% του σωματικού βάρους, προκαλεί αύξηση στο δείκτη απνοιών υποπνοιών κατά 32% (15,16).

Η απώλεια σωματικού βάρους έχει συνδεθεί με την μείωση της σοβαρότητας του συνδρόμου. Η απώλεια σωματικού βάρους αυξάνει την επιφάνεια του ανώτερου αεραγωγού μέσω της μείωσης του λίπους στην περιοχή του φάρυγγα. Αποτέλεσμα είναι να αποτρέπεται η σύμπτωση των τοιχωμάτων του ανώτερου αεραγωγού, μειώνοντας το μηχανικό φορτίο της περιοχής. Επίσης η εναπόθεση σπλαγχνικού λίπους προκαλεί δυσχέρεια στην φυσιολογική αναπνοή λόγω αύξησης της ενδοκοιλιακής πίεσης.

Έτσι η απώλεια του σωματικού βάρους, βελτιώνει την σοβαρότητα της άπνοιας, μειώνοντας την ενδοκοιλιακή πίεση και βελτιώνοντας την έκπτυξη του θώρακα και της αναπνοής. Επίσης διαπιστώθηκε βελτίωση του νευροχημικού έλεγχου του ανώτερου αεραγωγού κατά την διάρκεια του ύπνου μέσω της μείωσης της φλεγμονής και βελτίωσης των ορμονικών διαταραχών που προκαλεί η παχυσαρκία (17).

Οι πιο συνήθεις τρόποι θεραπείας για το σύνδρομο είναι ο μη επεμβατικός μηχανικός αερισμός (CPAP), οι ενδοστοματικές προθέσεις και τα χειρουργεία του ανώτερου αεραγωγού. Η μακροχρόνια συμμόρφωση όμως με αυτές τις τεχνικές παρουσιάζει δυσκολίες, με αποτέλεσμα την μείωση των ευεργετικών τους αποτελεσμάτων (18).

Η απώλεια σωματικού βάρους και η άσκηση, μειώνουν την σοβαρότητα του συνδρόμου, ενώ αντίθετα το αλκοόλ και το κάπνισμα αυξάνουν την πιθανότητα. Η σωματική άσκηση είναι ένας από τους τρόπους για την μείωση του σωματικού βάρους. Η σωματική άσκηση όμως διαπιστώθηκε ότι βοηθά και με άλλους τρόπους στο ΣΑΑΥ (19). Βελτιώνει τον δείκτη απνοιών υποπνοιών, την ημερήσια υπνηλία, αυξάνει την δύναμη των αναπνευστικών μυών, μειώνει την κατακράτηση υγρών στα κάτω άκρα (20).

Επομένως είναι εμφανές, ότι με την συμπεριφορική θεραπεία με στόχο την αλλαγή καθημερινών συνηθειών, δύναται να επέλθει ευεργετικό αποτέλεσμα για τους ασθενείς αυτούς. Η απώλεια σωματικού βάρους μπορεί να επιτευχθεί μέσω αλλαγών στην συμπεριφορά, με φαρμακοθεραπεία και με βαριατρικά χειρουργεία. Η καλύτερη και λιγότερο επεμβατική διαδικασία είναι η αλλαγή στον τρόπο ζωής. Συνήθως η αλλαγή στις συνήθειες και στον τρόπο ζωής απαιτεί επίσκεψη στο γραφείο του ειδικού (αρχικά εβδομαδιαίως ή μηνιαίως), ελεύθερο χρόνο και κόστος, έτσι τα αποτελέσματα δεν είναι τόσο ενθαρρυντικά (21).

Σαν εναλλακτική επιλογή των κατ'ιδίαν επισκέψεων στα ιατρεία, είναι η εφαρμογή της τεχνολογίας, που όλο και περισσότερο κερδίζει έδαφος μέσω περισσότερων και εξυπνότερων θεραπευτικών επιλογών. Πρόσφατες εφαρμογές με βάση το διαδύκτιο, τα γραπτά μηνύματα, τα κινητά τηλέφωνα, και τις ενημερώσεις από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, έχουν ανοίξει τις πόρτες σε νεότερες τεχνικές με ενθαρρυντικά αποτελέσματα (22,23).

Η τεχνολογία των κινητών τηλεφώνων έχει αναπτυχθεί ραγδαία τα τελευταία έτη και οι περισσότεροι άνθρωποι στον πλανήτη χρησιμοποιούν «έξυπνα τηλέφωνα» (smartphones), ακόμα και άτομα μεγαλύτερης ηλικίας. Έτσι ένα ανθρωποκεντρικό σύστημα με βάση την τεχνολογία των κινητών τηλεφώνων, δύναται να χρησιμοποιηθεί με στόχο την αλλαγή στον τρόπο ζωής των ασθενών με ΣΑΑΥ. Στόχος θα είναι μέσω της αλλαγής στις καθημερινές συνήθειες, να επιτευχθεί η βελτίωση στον τρόπο ζωής και η απώλεια σωματικού βάρους. Η καταγραφή των δεδομένων μπορεί να προσφέρει άμεση ανατροφοδότηση στους χρήστες αλλά και ταυτόχρονα στους θεράποντες ιατρούς μέσω ταυτόχρονης αποστολής των δεδομένων στους ηλεκτρονικούς ιατρικούς φακέλους των ασθενών (24).



Εφαρμογή για κινητά του ασθενούς (εφαρμογή, A) και στον ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο (EMR) του ιατρού (B)

Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή smartphone και τις διεπαφές EMR (Electronic Medical Record), οι ασθενείς και οι γιατροί μπορούν να ελέγχουν την καθημερινή κατάσταση και να προτείνουν στόχους για (1) τον αριθμό των βημάτων, (2) την πρόσληψη τροφής του χρήστη και (3) το σωματικό τους βάρος. (A) Η εφαρμογή δείχνει τα επιτρεπόμενα φαγητά που απομένουν για την ημέρα και την ποσότητα σωματικής δραστηριότητας που απαιτείται για την επίτευξη του ημερήσιου στόχου. (B) Μια περίληψη του τρόπου ζωής τους εμφανίστηκε στο EMR του νοσοκομείου και εξετάστηκε τόσο από έναν γιατρό όσο και από τον χρήστη της εφαρμογής.

Οι θεράποντες ιατροί επεξεργάζονται τα δεδομένα και με βάση των στόχων που έχουν τεθεί στην αρχή της θεραπείας, επικοινωνούν με τους ασθενείς τους μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομίου, τηλεφωνικής επικοινωνίας ή με μηνύματα στα κινητά τηλέφωνα, για να τους ενημερώσουν και για να τους προτρέψουν σε συγκεκριμένη κατεύθυνση (π.χ αύξηση σωματικής δραστηριότητας, μείωση ημερήσιων θερμίδων, αύξηση ή μείωση του ύπνου).

Έχουν γίνει πολλές μελέτες τα τελευταία έτη, όπου μέσω αυτών των συσκευών συλλέγονται τα δεδομένα υγείας των ασθενών που αφορούν τις καθημερινές τους δραστηριότητες (lifelog data) (25).

Μέσω αυτών των έξυπνων συσκευών αλλά και με την βοήθεια του ασθενή που καταγράφει, δημιουργούνται δεδομένα που αφορούν διάφορες παραμέτρους της καθημερινότητας, όπως οι θερμίδες ανά γεύμα, η σωματική δραστηριότητα, ο ύπνος αλλά και άλλες παραμέτρους, όπως τα επιπέδα του άγχους, η αρτηριακή πίεση και το σωματικό βάρος.

Έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικές τεχνολογίες και έξυπνες συσκευές για την καταγραφή και μεταφορά των δεδομένων. Για την καταγραφή της σωματικής δραστηριότητας και της κατανάλωσης ενέργειας έχουν χρησιμοποιηθεί έξυπνα ρολόγια όπου ανιχνεύουν την δραστηριότητα καταγράφοντας τα βήματα. Για την καταγραφή εφαρμόζεται τεχνολογία πολλαπλών αισθητήρων, επιταχυνσιόμετρο 3 αξόνων όπου υπολογίζουν την κατανάλωση ενέργειας μέσω της γαλβανικής απόκρισης του δέρματος, της θερμοκρασίας του δέρματος και την κίνηση ροής θερμότητας (26,27).

Το ενδιαφέρον για τη χρήση φορητών συσκευών για τη διαχείριση της υγείας έχει δείξει ταχεία ανάπτυξη. Τα έξυπνα ρολόγια αντιπροσωπεύουν μια ολοένα και πιο διαθέσιμη κατηγορία φορητών συσκευών που μπορούν να βοηθήσουν τα άτομα να αναλάβουν την ευημερία τους και να βελτιώσουν την υγεία τους από τους καρπούς τους. Το έξυπνο ρολόι (smartwatch) είναι ένας δικτυωμένος υπολογιστής γενικής χρήσης που λειτουργεί κυρίως ως επέκταση κινητού τηλεφώνου, υποστηρίζοντας την παρακολούθηση της φυσικής δραστηριότητας και άλλων παραμέτρων που σχετίζονται με την υγεία, όπως ο καρδιακός ρυθμός, ο κορεσμός του οξυγόνου του αίματος, η κατανάλωση ενέργειας, η ποιότητα ύπνου μέσω της χρήσης μιας σειράς αισθητήρων και την παράδοση άμεσων ειδοποιήσεων στον χρήστη.

Τα σύγχρονα έξυπνα ρολόγια περιλαμβάνουν συχνότερα οθόνες αφής και επιτρέπουν τη συλλογή αποτελεσμάτων που επιλέγουν οι ασθενείς. Επιπλέον, προσφέρουν δυνατότητες αιχμής για βελτιωμένες αλληλεπιδράσεις με τους χρήστες, π.χ. μέσω της χρήσης εφαρμογών, παρέχοντας έτσι πιο προηγμένες λειτουργίες από άλλες φορητές συσκευές (28).



Διαφορετικές εταιρίες έχουν αναπτύξει συσκευές οι οποίες προωθούνται στο ευρύ κοινό και κερδίζουν ολοένα και περισσότερο έδαφος. Επίσης γίνεται καταγραφή των ημερήσιων θερμίδων με την βοήθεια προγραμμάτων στο κινητό τηλέφωνο τα οποία είναι εύχρηστα και γρήγορα. Ο ύπνος μπορεί να καταγραφεί από τον ίδιο τον ασθενή αλλά και από τις εφαρμογές αυτές.

Επομένως μια μεγάλη καταγραφή δεδομένων γίνεται χωρίς κατανάλωση κόπου, χρόνου και ενέργειας. Τα δεδομένα αυτά γίνονται σε πραγματικό χρόνο επεξεργασία από τους ασθενείς και τους θεραπευτές τους και οι αποφάσεις για αλλαγές στην καθημερινότητα λαμβάνουν χώρα άμεσα.

Οι έρευνες έχουν δείξει ότι η εφαρμογή της τεχνολογίας μέσω των έξυπνων συσκευών έχει αποτέλεσμα στην απώλεια σωματικού βάρους στους ασθενείς με ΣΑΑΥ συγκριτικά με τις κλασικές μεθόδους επίσκεψης στον διαιτολόγο (29).

Οι εφαρμογές αυτές επιτρέπουν στους θεραπευτές (ιατροί, διατροφολόγοι, γυμναστές, ψυχολόγοι), να παρακολουθούν τον τρόπο ζωής και τις συνήθειες των ασθενών τους σε πραγματικό χρόνο, και να τους ενθαρρύνουν για περαιτέρω τροποποιήσεις στις καθημερινές τους συνήθειες. Αυτά τα προηγμένα τεχνολογικά συστήματα διευκολύνουν την βελτίωση και την εφαρμογή της εξατομικευμένης δραστηριότητας των ασθενών μέχρι την επόμενη συνάντηση δια ζώσης. Οι ασθενείς αποκτούν κίνητρο για να ελέγχουν μόνοι τους τις καθημερινές τους συνήθειες και να τις τροποποιούν αναλόγως με την ανατροφοδότηση από τους θεραπευτές τους σε πραγματικό χρόνο.

Εκτός όμως από την απώλεια του σωματικού βάρους, η οποία θα βοηθήσει στην μείωση των απνοιών, οι περισσότεροι ασθενείς χρειάζεται να προχωρήσουν σε πιο δραστικά μέτρα.

Η θεραπεία εκλογής για το σύνδρομο απνοιών υποπνοιών είναι η χρήση μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού (CPAP) που δημιουργήθηκε το 1980 στην Αμερική. Η πρώτη συσκευή ύπνου κατασκευάστηκε από τον Αυστραλό ιατρό Collin Sullivan στην προσπάθειά του να σώσει του σκύλο του ο οποίος υπέφερε από ροχαλητό και αναπνευστικά προβλήματα. Πριν την δημιουργία αυτής της συσκευής χρησιμοποιούσαν το σιδηρό πνεύμονα κυρίως για την θεραπεία των νεογνών.



Η συσκευή μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού αποτελείται από 3 μέρη. Την μηχανή, τον σωλήνα που μεταφέρει τον αέρα και την μάσκα. Η μάσκα εφαρμόζει στεγανά στο πρόσωπο του ασθενή, επιτρέποντας τον συμπιεσμένο αέρα με σταθερή πίεση να ανοίξει τον αεραγωγό. Στόχος είναι η υπερνίκηση της σύμπτωσης του τοιχώματος των αεραγωγών κατά την διάρκεια της άπνοιας (30). Ο αέρας της μάσκας καταμετράται από αισθητήρες εισόδου που μετρούν την θερμοκρασία ροής, την υγρασία και την πίεση, και με βάση αυτές τις μετρήσεις παρέχεται ανατροφοδότηση στον μικροεπεξεργαστή ελέγχου της μηχανής.

Έχει διαπιστωθεί ότι με την χρήση της CPAP ομαλοποιείται η αρχιτεκτονική του ύπνου, μειώνονται οι άπνοιες, τα επεισόδια αποκορεσμού, οι μικροαφυπνίσεις και κατά συνέπεια μειώνονται οι συστηματικές επιπλοκές από το σύνδρομο. Αρχικά υποχωρεί το ροχαλητό και βελτιώνεται η ποιότητα του ύπνου και του συντρόφου. Μειώνονται τα νυκτερινά συμπτώματα όπως το αίσθημα πνιγμονής, οι νυκτερινές αφυπνίσεις και η νυκτουρία. Μειώνεται η ημερήσια υπνηλία και κατ'επέκταση τα τροχαία ατυχήματα. Μελέτες έχουν δείξει ότι η χρήση της CPAP μειώνει την καταθλιπτική διάθεση, και βελτιώνει την νευρογνωσιακή κατάσταση του ατόμου (31).

Επίσης έχουν διαπιστωθεί και μακροχρόνιες ευεργετικές επιδράσεις με την χρήση της συσκευής. Καταγράφεται μείωση των ασθενών με αρτηριακή υπέρταση, αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια, καρδιακή ανεπάρκεια, στεφανιαία νόσο και επεισοδίων κολπικής μαρμαρυγής (32). Διαπιστώθηκε ότι το σύνδρομο της άπνοιας προκαλεί διαταραχές ανοχής στην γλυκόζη και η χρήση CPAP βελτιώνει την αντίσταση στην ινσουλίνη και την καλύτερη ρύθμιση γλυκόζης.

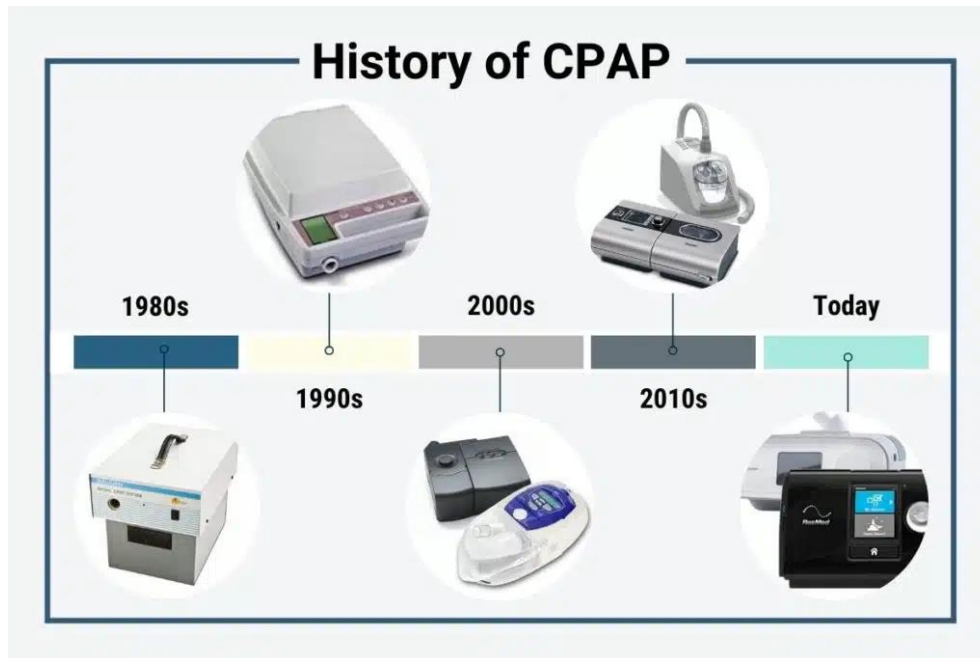
Τα τελευταία χρόνια οι μελέτες επικεντρώνονται στην συσχέτιση του συνδρόμου με τις κακοήθειες. Διαπιστώθηκε ότι οι ασθενείς με άπνοια παρουσιάζουν αυξημένη θνητότητα που συσχετίζεται με τον καρκίνο. Η εφαρμογή θεραπείας με CPAP μειώνει τα ποσοστά θνησιμότητας συγκριτικά με αυτούς που δεν λαμβάνουν θεραπεία (33).

Η CPAP θεωρείται η θεραπεία εκλογής για το σύνδρομο, όμως η αποτελεσματικότητα της περιορίζεται λόγω της χαμηλής συμμόρφωσης. Οι ασθενείς συχνά αντιμετωπίζουν ρινική δυσφορία, ρινική συμφόρηση και κλειστοφοβία. Τα ποσοστά συμμόρφωσης στην βιβλιογραφία κυμαίνονται από 46 μέχρι 85%, αναλόγως με το πώς ορίζεται η συμμόρφωση.

Παρόλο που η συμμόρφωση έχει οριστεί ως η χρήση της συσκευής περισσότερο από 4 ώρες κάθε βράδυ για τουλάχιστον 5 ημέρες της εβδομάδας, δεν υπάρχει ξεκάθαρο όριο σε πιο σημείο αναχαιτούνται οι δυσμενείς επιδράσεις από την μη συμμόρφωση στη θεραπεία. Σε αντίθεση, υπάρχει ξεκάθαρη γραμμική συσχέτιση μεταξύ της χρήσης της συσκευής και της βελτίωσης της υπνηλίας, της ποιότητας ζωής και των καρδιαγγειακών παραμέτρων (34).

Η επιστημονική κοινότητα εργάζεται προς την κατεύθυνση για εξεύρεση μεθόδων αύξησης της συμμόρφωσης με την συσκευή. Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία έχει αναλάβει πρωταγωνιστικό ρόλο στις προσπάθειες αυτές.

Οι συσκευές είναι πιο μικρές, αθόρυβες και ελκυστικές. Οι μάσκες είναι πιο μικρές, κομψές με καλύτερη εφαρμογή και περισσότερες επιλογές. Το αισθητικό κομμάτι επηρεάζει σημαντική μερίδα ασθενών κυρίως άτομα νεαρότερης ηλικίας.



Ένα από τα συχνότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς με την χρήση της συσκευής είναι η ξηρότητα του ρινικού βλεννογόνου και τα προβλήματα που δημιουργούνται στο ανώτερο αναπνευστικό. Η προσθήκη υγραντήρα, μέσω της εφύγρανσης του αέρα που εισέρχεται στο ανώτερο αναπνευστικό, μειώνει σημαντικά αυτό το πρόβλημα.

Επίσης οι κατασκευαστές έχουν βελτιώσει την τεχνολογία των συσκευών, ώστε να είναι καλύτερα ανεκτές και να αυξηθεί η συμμόρφωση. Έγινε βελτίωση όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των συσκευών, συμπεριλαμβανομένου auto titrating (APAP), bi-level (BPAP), expiratory pressure relief (EPR). Ο στόχος αυτών των παρεμβάσεων είναι η μείωση των πιέσεων που λαμβάνει ο ασθενής, γιατί οι υψηλότερες πιέσεις οδηγούν σε χαμηλότερη συμμόρφωση. Με αυτό τον τρόπο η πίεση αέρα που χορηγείται σε κάθε ασθενή είναι ανάλογη με τις ανάγκες του με αποτέλεσμα την ομαλότερη εφαρμογή και συμμόρφωση με την συσκευή.

Άλλη προσπάθεια που έγινε με στόχο την αύξηση της συμμόρφωσης μέσω της τεχνολογίας, αποτελεί η καταγραφή των δεδομένων από την χρήση της συσκευής και την δυνατότητα των ασθενών να έχουν οι ίδιοι πρόσβαση στα δεδομένα τους. Με αυτό τον τρόπο ελέγχοντας οι ίδιοι την απόδοσή τους άμεσα, τους δίνει περισσότερο κίνητρο και ώθηση στην καλύτερη εφαρμογή και την εκτέλεση των οδηγιών των θεραπόντων ιατρών.

Από τις σημαντικότερες εξελίξεις που καταγράφηκαν τα τελευταία χρόνια, είναι η χρήση και η εφαρμογή της τηλειατρικής. Τα δεδομένα καταγράφονται και μεταφέρονται αυτόματα και εξ αποστάσεως στα αρχεία των ασθενών. Το ιατρικό προσωπικό είναι σε θέση να επεξεργαστεί αυτά τα αρχεία και να αποστείλει μήνυμα στον ασθενή για καλύτερη ρύθμιση και χρήση της συσκευής.

Τέλος η τεχνολογία βοηθά με την δημιουργία και επίδειξη εκπαιδευτικών υλικών, τα οποία οι ασθενείς έχουν την δυνατότητα να παρακολουθήσουν και να εκπαιδευτούν μέσω του διαδικτύου και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης.

2) Καλύτερη τεχνολογία στις συσκευές και στις μάσκες

A) Μάσκες

Ένα από τα σημαντικότερα τμήματα της συσκευής του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού είναι η μάσκα. Μέσω αυτής προωθείται ο αέρας της ατμόσφαιρας με θετική πίεση στον ανώτερο αεραγωγό, κατά την διάρκεια των επεισοδίων της άπνοιας και καθόλη την διάρκεια χρήσης της συσκευής. Η μάσκα αυτή πρέπει να εφαρμόζει στεγανά στο πρόσωπο, ώστε να μην παρατηρούνται διαφυγές αέρα όταν αυξάνονται οι πιέσεις που απαιτούνται για να διατηρηθεί ανοικτός ο αεραγωγός. Οι πιέσεις αυτές διαφέρουν από ασθενή σε ασθενή και κυμαίνονται από 4-20 cm H₂O. Επιπλέον η μάσκα πρέπει να εξασφαλίζει την στεγανή εφαρμογή στο πρόσωπο του ασθενή κατά την διάρκεια του ύπνου, όπου παρατηρείται υψηλής συχνότητας νυκτερινή δραστηριότητα.

Κριτικής σημασίας για την αποδοχή και την συμμόρφωση των ασθενών με την συσκευή είναι η αποδοχή και η εξεύρεση μιας ιδανικής μάσκας. Περίπου το 50% των ασθενών εκφράζουν παράπονο σχετικά με την μάσκα. Η εξεύρεση και η εφαρμογή της κατάλληλης μάσκας αυξάνει την συμμόρφωση με την συσκευή. Υπάρχει εύρος από διαφορετικά είδη μασκών που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά, οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες είναι οι ρινικές, οι στοματορινικές και τα ρινικά μαξιλάρια.

Με την βοήθεια της τεχνολογίας, οι εταιρίες προσπαθούν να δημιουργήσουν ελκυστικές μάσκες για τους ασθενείς. Οι στοματορινικές μάσκες είναι ιδανικές όταν ο ασθενής παρουσιάζει στοματική αναπνοή κατά την διάρκεια του ύπνου και όταν απαιτούνται υψηλές πιέσεις για να διατηρηθεί ανοικτός ο αεραγωγός κατά την διάρκεια της άπνοιας.

Έχουν όμως δυσκολότερη εφαρμογή, και παρουσιάζουν την μεγαλύτερη διαρροή αέρα. Οι ρινικές μάσκες είναι πιο καλά ανεκτές. Δεν καλύπτεται το στόμα του ασθενή από την μάσκα επομένως μπορεί ευκολότερα να βήξει ή να μιλήσει. Είναι πιο καλά ανεκτές. Επομένως η ρινική μάσκα αποτελεί την πρώτη επιλογή για την μεγαλύτερη μερίδα των ασθενών.

Τα ρινικά μαξιλάρια έχουν ένδειξη κυρίως για τους ασθενείς που έχουν κλειστοφοβία ή που κοιμούνται σε πρηνή θέση. Δεδομένου του μεγάλου εύρους της ανατομίας του προσώπου των ασθενών και της διαφορετικής ρινικής παθολογίας, είναι σημαντικό κάθε επιλογή μάσκας να είναι εξατομικευμένη και με βάση την επιλογή του ασθενή.



Η εφαρμογή μιας μάσκας μη ελκυστικής στο πρόσωπο, μέσα στην κρεβατοκάμαρα και δίπλα από τον σύντροφο, αποτελεί συχνά λόγο μη συμμόρφωσης, ειδικότερα σε άτομα νεαρότερης ηλικίας.

Οι κλασικές μάσκες στο παρελθόν εφαρμόζονταν στο πρόσωπο μέσω γόμας ή στοιχειώδων ιμάντων. Ακολούθως έγινε πρόοδος όσον αφορά την τεχνολογία της μάσκας, με μεγαλύτερη ποικιλία στα χαρακτηριστικά της κάθε μάσκας. Παρόλα αυτά δεν είναι ξεκάθαρο εάν οι βελτιώσεις στις μάσκες έχουν αυξήσει την συμμόρφωση των ασθενών ή αποτελούν στρατηγική του μάρκετινγκ. Δεδομένου του αριθμού των τύπων μάσκας που κυκλοφορούν παγκοσμίως, διαπιστώνεται έλλειψη καλά σχεδιασμένων μελετών για σύγκριση μεταξύ τους.

Δεδομένου της χρόνιας φύσης του συνδρόμου αποφρακτικής άπνοιας στον ύπνο, και της ανάγκης για χρήση της μάσκας για πολλές ώρες κάθε βράδυ, δημιουργούνται συχνά τοπικοί δερματικοί ερεθισμοί. Η περαιτέρω εφαρμογή οδηγεί σε καταστροφή της στιβάδας του δέρματος και στην δημιουργία δερματικού έλκους στα σημεία πίεσης. Αυτή είναι μια παράμετρος που εμποδίζει την μακρόχρονη συμμόρφωση του ασθενή. Επομένως έγιναν προσπάθειες για την δημιουργία κατάλληλου σχεδιασμού μάσκας, με το σωστό μέγεθος και κατανομή δυνάμεων στα σημεία επαφής.

Το υλικό από το οποίο θα αποτελείται η μάσκα είναι ζωτικής σημασίας. Τα προηγούμενα χρόνια οι μάσκες δεν ήταν τόσο ελκυστικές, ήταν μεγάλες με μεγάλο βάρος χωρίς πολλές επιλογές για τους ασθενείς. Δημιουργήθηκαν υλικά που είναι περισσότερο φιλικά για τους ασθενείς. Τα υλικά τα οποία δημιουργήθηκαν τα τελευταία χρόνια και επικράτησαν να θεωρούνται τα ιδανικότερα για καλύτερη συμμόρφωση των ασθενών είναι η σιλικόνη, το πολυανθρακικό και η πολυουρεθάνη.

Αυτά τα υλικά δημιουργήθηκαν με την βοήθεια της τεχνολογίας, έπειτα από αρκετές δοκιμές για το τελικό αποτέλεσμα. Η σιλικόνη έχει χαρακτηριστικά υψηλή βιοσυμβατότητα και υψηλή αντίσταση στην ανάπτυξη μικροβίων. Ένα αξιοσημείωτο πλεονέκτημα της σιλικόνης είναι η υψηλή διαπερατότητα αερίων που παρατηρείται σε θερμοκρασία δωματίου. Συγκριτικά με το βουτυρικό καουτσούκ παρουσιάζει 400 φορές μεγαλύτερη ικανότητα του οξυγόνου για να διαπεράσει την μάσκα που είναι φτιαγμένη από σιλικόνη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα στο σημείο της επαφής της μάσκας με το πρόσωπο να υπάρχουν ικανοποιητικά επίπεδα αερισμού και να διατηρείται η δερματική υγιεινή στην περιοχή (35).

Οι μάσκες από πολυανθρακικό έχουν πλεονέκτημα ότι είναι ανθεκτικές με υψηλή αντοχή στην κρούση. Είναι ελαφριές και έχουν διαφανή χρώμα κάνοντας τις περισσότερο ελκυστικές. Είναι εύπλαστες και μπορούν να δημιουργήσουν σύνθετα σχήματα που απαιτούνται για την γεωμετρία της μάσκας. Δεδομένου της τεράστιας ποικιλομορφίας που υπάρχει στην ανατομία του προσώπου, αποτελούν μια ελκυστική λύση.

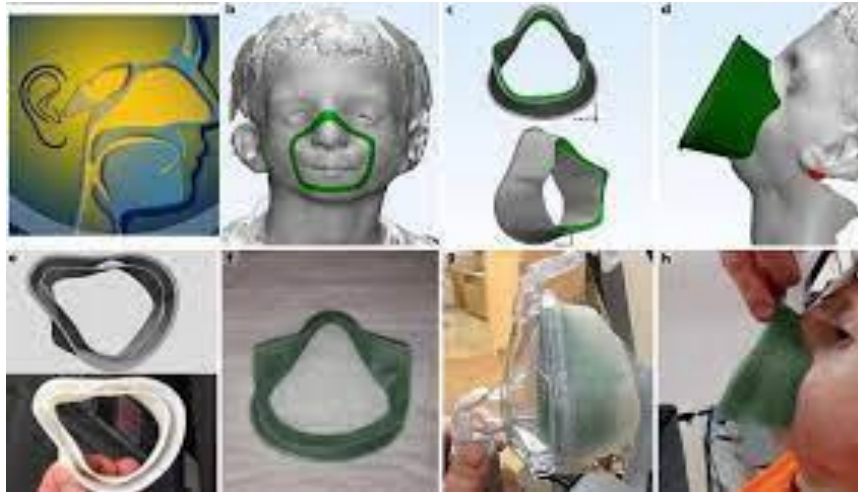
Το τελευταίο υλικό που χρησιμοποιείται είναι το πολουρεθάνιο. Το πολουρεθάνιο αποτελεί το ισχυρότερο ελαστομερές με αντοχή σε διαρροή και εφελκυσμό μέχρι και 51 MPa. Η υψηλή βιοσυμβατότητα σε συνδυασμό με την μεγάλη ευπλαστότητα και την χαμηλή τιμή, τις καθιστούν ιδανική επιλογή.

Οι κατασκευάστριες εταιρίες λοιπόν επιζητούν την εφαρμογή του καλύτερου υλικού, που θα κάνει τις μάσκες περισσότερο ελκυστικές και θα οδηγήσει στην μείωση των επιπτώσεων που παρατηρούνται στο πρόσωπο έπειτα από την μακροχρόνια χρήση τους.

Εκτός από το υλικό το οποίο θα αποτελείται η μάσκα ένα από τα σημαντικότερα σημεία που επηρεάζουν την συμμόρφωση των ασθενών είναι η σωστή εφαρμογή της στο πρόσωπο. Οι ασθενείς συχνά εκφράζουν έλλειψη ικανοποίησης όσον αφορά την σωστή εφαρμογή της, λόγω της πολυπλοκότητας και διαφορετικότητας του προσώπου των ασθενών σε αντίθεση με τις σταθερές και συγκεκριμένες επιλογές που υπάρχουν στην αγορά, όσον αφορά το σχήμα και με το μέγεθος τους.

Η σκέψη για εξατομικευμένη δημιουργία μάσκας αποτελεί πρόκληση τα τελευταία χρόνια στον χώρο της έρευνας και της μηχανικής. Συγκεκριμένα το 2014 στο Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν έγινε έλεγχος σε ένα νεαρό ασθενή με σύνδρομο Treacher Collins με χαρακτηριστικές κρανιοπροσωπικές ανωμαλίες. Οι συνήθεις μάσκες που υπήρχαν στην αγορά δεν είχαν ικανό θεραπευτικό αποτέλεσμα λόγω της κακής εφαρμογής τους, με αποτέλεσμα παρά την χρήση της συσκευής, να παραμένουν επεισόδια απνοιών.

Ο στόχος της έρευνας ήταν η δημιουργία μιας εξατομικευμένης μάσκας, χρησιμοποιώντας σχεδιασμό με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή και εκτύπωση 3 διαστάσεων. Αρχικά δημιουργήθηκε ένα τρισδιάστατο μοντέλο του προσώπου του παιδιού και ακολούθως ένα τρισδιάστατο μοντέλο μάσκας ιδανικό για το συγκεκριμένο πρόσωπο. Αυτά έγιναν με την βοήθεια τρισδιάστατης φωτογραφίας του προσώπου και με την χρήση ειδικού λογισμικού σχεδιασμού με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. Έτσι δημιουργήθηκε ένα τρισδιάστατο καλούπι της μάσκας, στο οποίο ενσωματώθηκε σιλικόνη.



Ακολούθως το παιδί χρησιμοποίησε την νέα μάσκα και έγιναν συγκεκριμένες μετρήσεις για να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητά της. Έγινε σύγκριση με τις μετρήσεις που είχε από την χρήση της προηγούμενης μάσκας. Διαπιστώθηκαν μείωση της διαρροής του αέρα από 25,2L/min σε 6,6L/min, βελτίωση της συμμόρφωσης κατά 9% και μείωση του δείκτη απνοιών υποπνοιών κατά 24% (36).

Η χρήση εξατομικευμένων μάσκων με την βοήθεια της τεχνολογίας και της μηχανικής εφαρμόζεται σε περιστατικά ορθοδοντικής και στη θεραπεία των εγκυματιών. Διάφοροι τρόποι έχουν αναπτυχθεί και βρίσκονται σε εξέλιξη, όπως η χρήση ταχείας επεξεργασίας εργαλείων ή η χρήση τρισδιάστατης εκτύπωσης και η δημιουργία προπλασμάτων. Δεδομένου της αποδεδειγμένης αποτελεσματικότητάς τους, η εξατομικευμένη δημιουργία μάσκας, αξιολογείται σε κάθε περιστατικό ξεχωριστά με βάση το κόστος και το όφελος.

Άλλη μέθοδος που έχει χρησιμοποιηθεί είναι η δημιουργία μοντέλου σκληρού γύψου του προσώπου, με την βοήθεια οδοντικού υλικού αποτύπωσης. Ακολούθως γίνεται σάρωση χρησιμοποιώντας μια μηχανή μέτρησης συντεταγμένων για την δημιουργία ψηφιοποιημένων δεδομένων προσώπου (37).

Με την βοήθεια της τεχνολογίας έχουν εφευρεθεί τρόποι για να λαμβάνονται τα χαρακτηριστικά του προσώπου με ανέπαφες τεχνικές. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η σάρωση με λέιζερ, όπου χρησιμοποιούνται ακτίνες λέιζερ για την ψηφιοποίηση της γεωμετρίας του προσώπου. Η τεχνική αυτή έχει αρκετούς περιορισμούς, γιατί δεν μπορούν να καταγραφούν με λεπτομέρεια οι φυσικές εκφράσεις, κυρίως όσον αφορά τα παιδιά αλλά και ασθενείς με δυσκολία καλής συνεργασίας.

Η τεχνολογία λοιπόν έχει 2 στόχους, την συλλογή δεδομένων του προσώπου και την κατασκευή της κατάλληλης μάσκας. Πολλές έρευνες διενεργούνται σε αυτό τον τομέα, όμως πρέπει να ληφθεί υπόψη και το κόστος.

Επομένως η τεχνολογία συνεισφέρει στη δημιουργία πιο ελκυστικών μάσκων, με καλύτερα υλικά, λιγότερες επιπλοκές από την χρήση τους, πιο ελαφριές, πιο εύχρηστες και πιο εξατομικευμένες με στόχο την καλύτερη συμμόρφωση των ασθενών.

B) Συσκευή

Εκτός από την μάσκα, η οποία έχει σημαντικό ρόλο στην απόφαση των ασθενών για την συμμόρφωση με την θεραπεία, ένα άλλο σημαντικό κομμάτι αποτελεί η ίδια η συσκευή. Ο ασθενής αρχικά θα δει για πρώτη φορά την συσκευή και θα αποφασίσει κατά πόσον θα συνεργαστεί ή όχι. Επομένως ελκυστικές συσκευές με αυξημένες δυνατότητες επεξεργασίας, καθιστούν την χρήση τους ευκολότερη.

Τα παλαιότερα χρόνια οι συσκευές που δημιουργήθηκαν αρχικά το 1981 ήταν βαριές, θορυβώδεις κατά την διάρκεια του ύπνου και με μειωμένες δυνατότητες. Το βάρος των πρώτων συσκευών που κατασκευάστηκαν ήταν 7-10 κιλά περίπου. Είχαν δυσκολίες ως προς την εύκολη μεταφορά και μετακίνηση των συσκευών.

Η μετακίνηση ήταν ιδιαίτερα δύσκολη και καθιστούσε την συσκευή δύσχρηστη. Οι πιο αξιοσημείωτες αλλαγές που σημειώθηκαν, είναι η βελτίωση των παραμέτρων όσο αφορά το μέγεθος, το βάρος και τον θόρυβο που δημιουργούν κατά την διάρκεια της χρήσης τους.

Οι σύγχρονες συσκευές πλέον ζυγίζουν 1-2 κιλά και είναι εφοδιασμένες με πολλά χαρακτηριστικά και πρωτοποριακή τεχνολογία, φέρνοντας έτσι την επανάσταση στον τομέα της θεραπείας της υπνικής άπνοιας. Πλέον η χρήση της γίνεται ελκυστική τόσο για τους ασθενείς όσο και για τους ιατρούς που ελέγχουν με περισσότερη ευκολία την συμμόρφωση.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό που βελτιώθηκε με την πάροδο του χρόνου είναι ο θόρυβος που παράγεται κατά την διάρκεια της χρήσης του. Ο θόρυβος κυρίως παρατηρείται όταν υπάρχει ανάγκη να υπερνικηθούν οι αντιστάσεις του ανώτερου αεραγωγού κατά την διάρκεια της άπνοιας και χρειάζεται να δοθούν υψηλές πιέσεις στον ασθενή. Πλέον έχουν ενσωματωθεί μέσα στην συσκευή υψηλής τεχνολογίας ανεμιστήρες τουρμπίνας και ικανοποιητικά στεγανή μόνωση μέσα στην συσκευή. Το αποτέλεσμα είναι η εξάλειψη του θορύβου.

Επομένως οι συσκευές έγιναν πιο μικρές, πιο ελαφριές, πιο ελκυστικές και περισσότερο αθόρυβες, με αποτέλεσμα να βοηθήσουν στην αύξηση της χρήσης τους.

Οι πιο σύγχρονες συσκευές CPAP έχουν πλέον οθόνες υγρών κρυστάλλων (LCD - Liquid Crystal Display). Οι οθόνες αυτές είναι επίπεδες και χρησιμοποιούν τις ιδιότητες διαφύωσης φωτός υγρών κρυστάλλων σε συνδυασμό με πολωτές. Επίσης έχουν ενσωματωμένα συστήματα διπλού φίλτρου, πολλές επιλογές σε ράμπες, σύστημα αυτόματης αντιστάθμισης υψομέτρου, απόκριση στη διαρροή και στην αφαίρεση της μάσκας, περιορισμοί εισπνευστικής ροής. Υπάρχουν ενσωματωμένα χαρακτηριστικά τα οποία είναι υπεύθυνα για τον εσωτερικό αυτοέλεγχο της συσκευής, που διασφαλίζει ότι τα εξαρτήματα και το λογισμικό λειτουργούν φυσιολογικά.

Οι συσκευές περιλαμβάνουν μικροεπεξεργαστές που επιτρέπουν την αποθήκευση μεγάλης μάζας δεδομένων. Υπάρχει η δυνατότητα καταγραφής δεδομένων όπως η διάρκεια χρήσης της συσκευής, τα υπολειπόμενα επεισόδια άπνοιας υπόπνοιας ανά ώρα ύπνου, την διαρροή που παρατηρείται από την μάσκα, το ροχαλητό και άλλες παραμέτρους. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να διατεθούν σε ωριαία, ημερήσια ή μηνιαία βάση.

Τα κυριότερα και πιο σημαντικά όμως βήματα που έγιναν στην βελτίωση των συσκευών είναι η προσθήκη υγραντήρα, η μείωση των πιέσεων που χορηγούνται κατά την εισπνοή και η ικανότητα της συσκευής να αυτορυθμίζεται αναλόγως με τις πιέσεις που απαιτούνται.

Η είσοδος του ατμοσφαιρικού αέρα στο αναπνευστικό σύστημα μέσω της μάσκας δύναται να δημιουργήσει πολλά προβλήματα στον ασθενή. Όταν αναπνέουμε χωρίς την συσκευή, ο βλεννογόνο του ανώτερου αεραγωγού δρα σαν υγραντήρα, αφού θερμαίνει τον εισπνεόμενο αέρα σύμφωνα με την θερμοκρασία του σώματος μας. Αυτό το γεγονός προστατεύει τον οργανισμό μας, εμποδίζοντας την αναπνευστική δυσχέρεια που προκαλείτε από την διαφορά της θερμοκρασίας και προστατεύει τον βλεννογόνο από βλάβες που μπορεί να προκαλέσει ο αναπνεόμενος αέρας.

Εάν ο ασθενής χρησιμοποιεί την συσκευή, ο αέρας κινείται γρηγορότερα μέσω της μάσκας και με την βοήθεια των θετικών πιέσεων μέσα στον αεραγωγό, δεν προλαβαίνει να γίνει η επεξεργασία του αέρα με φυσικό τρόπο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ξηρότητα του ρινικού βλεννογόνου και διαπιστώνεται περίπου στο 40% των ασθενών που χρησιμοποιούν την συσκευή. Συγκεκριμένα μπορεί να παρατηρηθεί ξηρότητα του ρινικού βλεννογόνου και του στόματος, σκασμένα χείλη, ρινορραγία, ρινίτιδα, ρινική συμφόρηση και κεφαλαλγίες.

Ο πρώτος υγραντήρας που εφευρέθηκε και εφαρμόστηκε ήταν το 1980, όπου ο αέρας περνούσε μέσω ενός δοχείου που περιείχε νερό σε θερμοκρασία δωματίου. Τα αποτελέσματα δεν ήταν τόσο ενθαρρυντικά και έτσι το επόμενο βήμα ήταν η θέρμανση του νερού, που είχε σαν στόχο την αύξηση των ατμών και την περαιτέρω υγραποίηση του αέρα. Και έτσι στα μέσα του 1990 δημιουργήθηκε ο θερμαινόμενος υγραντήρας που χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα. Εφαρμόζεται απευθείας πάνω στην συσκευή χωρίς την χρήση επιπλέον καλωδίων ή εξαρτημάτων.

Έτσι η χρήση του υγραντήρα βελτιώνει σημαντικά την συμμόρφωση των ασθενών με την συσκευή κυρίως σε ασθενείς μεγαλύτερης ηλικίας των 60 ετών, ασθενείς που λαμβάνουν αγωγή με παρενέργεια την ξηροστομία, ή έχουν στο ιστορικό τους προηγούμενο χειρουργείο αφαίρεσης ιστών από τον ανώτερο αεραγωγό (38).

Εκτός από την προσθήκη υγραντήρα, έχουν γίνει τροποποιήσεις στην συμβατική συσκευή χορήγησης συνεχούς θετικής πίεσης στον αεραγωγό, με στόχο την αύξηση της άνεσης. Ένα κύριο παράπονο των ασθενών ήταν η δυσκολία της εκπνοής κατά της εισερχόμενης πίεσης που χορηγούσε η συσκευή. Η δυσκολία της εκπνοής είναι μεγαλύτερη όταν υπάρχει ανάγκη για αυξημένες πιέσεις.

Έτσι δημιουργήθηκε πίεση με δυνατότητα αλλαγής, όπου μειώνει την παρεχόμενη πίεση στην αρχή της εκπνοής και αυξάνει την πίεση στο θεραπευτικό επίπεδο για το τελευταίο μέρος της εκπνοής και της επακόλουθης εισπνοής. Οι εταιρίες έχουν ονομάσει διαφορετικά αυτή την ρύθμιση. Η εταιρία Philips Respiroics την ονόμασε C-FLEX από την αγγλική λέξη flexible που σημαίνει εύκαμπτο. Στις auto CPAP συσκευές ονομάζεται A-Flex. Η A-FLEX δίνει επιπλέον την δυνατότητα της βελτίωσης της εισπνευστικής πίεσης στο τέλος της εισπνοής στους ασθενείς με BPAP. Η εταιρία Resmed το ονόμασε EPR (Expiratory Pressure Relief). Ουσιαστικά έχουν τον ίδιο ρόλο αλλά η ονομασία τους στο μενού είναι διαφορετική.

Έτσι η πίεση που χορηγείται δεν είναι σταθερή αλλά είναι ανάλογη με την εκπνευστική ροή του ασθενή και με χαμηλότερη συνολική μέση πίεση. Αυτή η ρύθμιση γίνεται σε κάθε αναπνευστικό κύκλο χωρίς να χορηγείται σε κάθε κύκλο η ίδια πίεση και εξαρτάται από τον ρυθμό της εκπνευστικής ροής.

Ένας υψηλότερος ρυθμός εκπνευστικής ροής από τον ασθενή, προκαλεί μεγαλύτερη πτώση της πίεσης που χορηγείται στην αρχή της εκπνοής. Οι μελέτες που έχουν γίνει για τον έλεγχο της αύξησης της συμμόρφωσης με αυτή την ρύθμιση έχουν αντικρουόμενα αποτελέσματα. Κάποιες μελέτες όμως έχουν δείξει αύξηση της συμμόρφωσης κατά 1,5 ώρα κάθε βράδυ (39).

Αρκετές μελέτες έχουν επικεντρωθεί στους διαφορετικούς τύπους CPAP και πώς οι διαφορετικοί τρόποι χορήγησης αέρα με θετική πίεση στον ασθενή, επηρεάζουν την συμμόρφωση τους. Οι διάφοροι τύποι περιλαμβάνουν την auto CPAP όπου αντί να δίνει αέρα με σταθερή πίεση, παρακολουθεί την αναπνευστική δραστηριότητα του ασθενή και χορηγεί την χαμηλότερη πίεση αέρα που απαιτείται για να διατηρηθεί ανοικτός ο αεραγωγός.

Αυτή η ρύθμιση βοηθά κυρίως τους ασθενείς που απαιτούν υψηλές πιέσεις για να διατηρηθεί ανοικτός ο αεραγωγός, γιατί χρειάζεται να αναπνεύσουν με υψηλές πιέσεις αέρα (20 cm H₂O). Οι αλγόριθμοι είναι σχεδιασμένοι έτσι ώστε να αυξάνεται η πίεση όταν σημειώνονται επεισόδια άπνοιας και αντίστοιχα να μειώνεται η πίεση προοδευτικά όταν δεν διαπιστώνονται άπνοιες για ένα χρονικό διάστημα. Επομένως η μέση πίεση διατηρείται χαμηλή και αυξάνεται μόνο σε περιπτώσεις που απαιτείται. Έτσι ο ασθενής νοιώθει πιο άνετα και δεν βιώνει μεγάλες και απότομες αλλαγές στις πιέσεις.

Η ελάχιστη πίεση αέρα που απαιτείται για να διατηρηθεί ανοικτός ο αεραγωγός διαφέρει αναλόγως της θέσης του σώματος, του σταδίου του ύπνου αλλά και από άλλους παράγοντες. Η APAP έχει την δυνατότητα να χορηγήσει την χαμηλότερη πίεση που είναι απαραίτητη κάθε φορά και επομένως να μειωθεί η συνολική πίεση που είναι απαραίτητη κάθε βράδυ (40). Συγκριτικά με την CPAP, η APAP αυξάνει την συμμόρφωση κατά περίπου 11 λεπτά κάθε βράδυ και μειώνει την ημερήσια υπνηλία (-0,5 βαθμό ESS) (41).

Μια μελέτη σύγκρινε την χρήση APAP και την ταυτόχρονη χρήση APAP μαζί με EPR. Διαπιστώθηκε μεγαλύτερη συμμόρφωση όταν υπήρχε η χρήση της APAP μαζί με την χρήση EPR (42). Οι εφαρμογές που επιτρέπουν περισσότερη εξατομίκευση, μειώνουν τις αρνητικές επιπτώσεις στους ασθενείς και αυξάνουν γενικότερα την συμμόρφωση.

Μια άλλη εφαρμογή της τεχνολογίας που βελτίωσε την συμμόρφωση των ασθενών, είναι η δυνατότητα που έχουν να βλέπουν με απλό τρόπο τα δεδομένα από την χρήση της συσκευής. Αναλόγως των αποτελεσμάτων εμφανίζεται στην οθόνη των συσκευών με απλό και κατανοητό τρόπο, οι ώρες χρήσης της συσκευής, ο υπολειπόμενος δείκτης απνοιών υποπνοιών και η εφαρμογή της μάσκας. Για να είναι πιο απλά και κατανοητά τα δεδομένα από τους ασθενείς, η απώλεια από την μάσκα που διαπιστώθηκε το προηγούμενο βράδυ, εμφανίζεται με την μορφή ενός προσώπου, που αναλόγως των αποτελεσμάτων το πρόσωπο είναι χαρούμενο ή λυπημένο και με διαφορετικό χρώμα.



Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στους ασθενείς να βλέπουν τα αποτελέσματα από την χρήση της συσκευής το επόμενο πρωί. Αρκετοί ασθενείς βλέποντας τα αποτελέσματα τους και έχοντας την δυνατότητα να παρακολουθούν την πορεία τους, αποκτούν κίνητρο για καλύτερη συμμόρφωση. Τους δίνετε η δυνατότητα να παρακολουθήσουν και να παρατηρήσουν παραμέτρους που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της συσκευής και να προσπαθήσουν μέσω αλλαγών στην καθημερινότητα τους να βελτιώσουν τα αποτελέσματα. Έτσι τους δίνεται η αίσθηση ότι λαμβάνουν μέρος στην διαδικασία και στην πορεία της θεραπείας τους. Σε συνεργασία με τον ιατρό τους δημιουργούν πλάνο και τρόπους για βελτίωση της συμμόρφωσης μέσω τροποποιήσεων στην καθημερινότητα.

Οι συσκευές μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού διαθέτουν στο εσωτερικό τους κάρτες μνήμης. Μέσα στις κάρτες αυτές αποθηκεύονται τα στοιχεία από την χρήση της συσκευής. Οι κάρτες μνήμης έχουν την δυνατότητα να καταχωρούν τα δεδομένα από την χρήση της συσκευής και να αποθηκεύουν πληροφορίες για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Για την αξιολόγηση της συμμόρφωσης με την συσκευή, οι κάρτες μνήμης έχουν ενσωματωθεί στις συσκευές. Έτσι οι γιατροί έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν διάφορες παραμέτρους και να ασκούν παραμβάσεις όπου χρειάζεται.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να αποθηκευτούν τα δεδομένα των ασθενών και αυτά αποτελούν τις κάρτες μνήμης (smart cards SD cards) που είναι και ο συχνότερος τρόπος, στικ μνήμης, ή με ασύρματη μετάδοση που είναι ένα μεγάλο τεχνολογικό επίτευγμα των τελευταίων χρόνων.

Τα στοιχεία που αποθηκεύονται είναι οι ώρες χρήσης της συσκευής, ο υπολειπόμενος αριθμός απνοιών υποπνοιών ανά ώρα ύπνου, οι διαρροές που παρατηρούνται από την μάσκα και σήματα ροής. Τα στοιχεία αυτά τα μελετά ο ιατρός κάθε φορά που εξετάζει τον ασθενή. Έτσι έχει την δυνατότητα να συζητήσει με τον ασθενή και να παρέμβει ώστε να λυθούν τυχόν προβλήματα. Ο έλεγχος της συσκευής πρέπει να γίνεται συστηματικά με την πάροδο του χρόνου και να γίνονται παρεμβάσεις όπου και όταν κρίνεται απαραίτητο.

Τέτοια δεδομένα αποτελούν ισχυρή πλατφόρμα για μελετηθεί το σύνδρομο απνοιών υποπνοιών στον ύπνο, σαν ένα μοντέλο διαχείρισης χρόνιας νόσου. Το σύνδρομο αυτό είναι μια χρόνιας νόσος και έτσι είναι ορθό να αντιμετωπίζεται. Υπάρχει η δυνατότητα να γίνεται σύνδεση των προτύπων χρήσης με την έκβαση της νόσου και την ανταπόκριση στην θεραπεία. Είναι πολύ πιο εύκολο να προσδιορίσεις την συμμόρφωση στις συσκευές του ύπνου, από ότι να προσδιορίσεις τα αποτελέσματα θεραπείας σε άλλες χρόνιες νόσους όπως είναι το βρογχικό άσθμα και η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια.

Το πεδίο της θεραπείας της άπνοιας στον ύπνο, έχει την ευκαιρία να αναλάβει ηγετικό ρόλο στην κατανόηση των παρεμβάσεων για την βελτίωση της συμμόρφωσης στην θεραπεία. Τέτοιες στρατηγικές είναι κριτικής σημασίας στην βελτίωση των κλινικών αποτελεσμάτων.

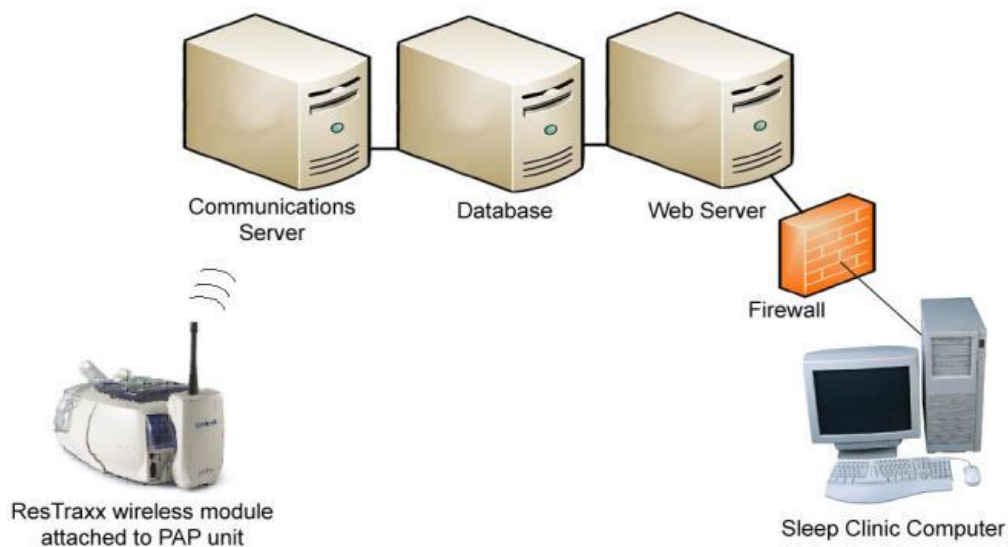
Η βελτίωση της συμμόρφωσης των ασθενών με μακροχρόνιες θεραπείες αποτελεί πρόκληση για τους ασθενείς αλλά και για την ιατρική κοινότητα. Ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας (ΠΟΥ), υποδεικνύει ότι οι ασθενείς με χρόνιες νόσους συμμορφώνονται στις οδηγίες των ιατρών μόνο στο 50%. Αυτά τα δεδομένα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι παρεμβάσεις που στοχεύουν στην βελτίωση της συμμόρφωσης θα είχαν σημαντική θετική απόδοση και στην πρωτογενή πρόληψη μέσω των παραγόντων κινδύνου αλλά και στην δευτερογενή πρόληψη για την αποτροπή των δυσμενών αποτελεσμάτων που προκαλούνται από την έλλειψη της συμμόρφωσης στις θεραπείες (43).

3) Τηλεϊατρική

Ένα από τα νεότερα επιτεύγματα της τεχνολογίας είναι η δημιουργία της τηλεϊατρικής, όπου ορίζεται σαν η χρήση της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών για την παροχή τεχνολογίας και πληροφοριών στις υπηρεσίες υγείας, ξεπερνώντας απόσταση, γεωγραφικούς, χρονολογικούς και κοινωνικούς φραγμούς (44).

Η τηλεϊατρική βασίζεται στην τηλεπαρακολούθηση, που ορίζεται σαν την χρήση πληροφοριών μέσω της τεχνολογίας, με σκοπό την παρακολούθηση ασθενών από απόσταση. Η τηλεϊατρική μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση, την διάγνωση, την θεραπεία, την λήψη και ανάκτηση δεδομένων (45).

Η σύγχρονη τεχνολογία επιτρέπει με την βοήθεια των συσκευών ύπνου να γίνεται παρακολούθηση των πιέσεων που απαιτούνται για την διατήρηση ανοικτού αεραγωγού, τον υπολειπόμενο αριθμό απνοιών υποπνοιών ανά ώρα ύπνου, τις διαρροές από την μάσκα και σήματα ροής. Οι πληροφορίες αυτές αποστέλλονται με ασύρματο και αυτόματο τρόπο στις βάσεις δεδομένων των ασθενών που έχουν καταχωρημένα οι θεράποντες ιατροί.



Κάποιες εταιρίες έχουν δημιουργήσει αυτή την καινοτόμο εφαρμογή, που επιτρέπει στους ιατρούς με την χρήση του διαδικτύου να παρακολουθούν σε καθημερινή βάση τα δεδομένα των ασθενών. Αυτή η εφαρμογή επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση προβλημάτων, όπου με τις απαραίτητες παρεμβάσεις σημειώνεται βελτίωση στη συμμόρφωση με τις συσκευές.

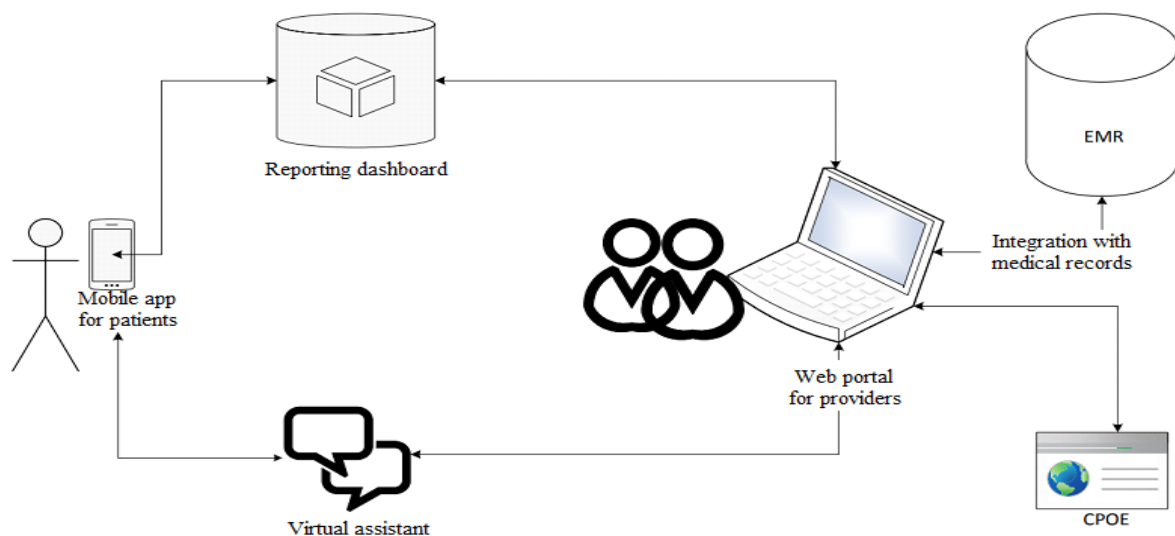
Είναι γνωστό ότι η συμμόρφωση επηρεάζεται από τις πρώτες ημέρες της θεραπείας. Η αρχική περίοδος θεραπείας καθορίζει εάν θα υπάρχει συμμόρφωση στο μέλλον. Οι μελέτες δείχνουν ότι η συμμόρφωση τον πρώτο μήνα της θεραπείας καθορίζει την συμμόρφωση για τον πρώτο χρόνο της θεραπείας (46).

Όταν οι θεράποντες ιατροί διαπιστώσουν αστοχίες στην θεραπεία επικοινωνούν με τους ασθενείς με διάφορους τρόπους όπως τηλέφωνο, μήνυμα στο κινητό ή αποστολή μηνύματος μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Επίσης μπορούν να τεθούν σε ενεργοποίηση οι ειδοποιήσεις εάν διαπιστωθούν αστοχίες στην χρήση της συσκευής και οι ιατροί να ενημερώνονται άμεσα για τις αστοχίες που παρατηρούνται και καταγράφονται.

Η εξατομικευμένη καθοδήγηση και οι τακτικές ενίσχυσης αυξάνουν την ικανότητα των ασθενών για αυτοδιαχείριση, αναγνωρίζουν την επιτυχία στην θεραπεία τους, προσδιορίζουν και επιλύουν βασικά θεραπευτικά προβλήματα.

Τα μηνύματα από τους ιατρούς παρέχουν συμβουλές για το πώς να βελτιστοποιηθεί η χρήση ή προσφέρουν μηνύματα ενθάρρυνσης όταν οι ασθενείς επιτυγχάνουν συγκεκριμένο στόχο π.χ χρήση συσκευής μεγαλύτερη από 4 ώρες κάθε βράδυ.

Επομένως διαφαίνεται ότι η καθημερινή μεταφορά δεδομένων χωρίς την ανάγκη της φυσικής παρουσίας και των καλωδίων, η ανατροφοδότηση δεδομένων, αυξάνει το ποσοστά συμμόρφωσης (47).



Πολλά νοσοκομεία, κλινικές και φυλακές έχουν δοκιμάσει την χρήση της τηλεπαρακολούθησης. Διαθέτουν ασθενοφόρα εξοπλισμένα με συστήματα συνδεδεμένα με τα κέντρα που ελέγχουν. Η τηλεπαρακολούθηση / τηλειατρική οδηγεί στην μείωση των μακροχρόνιων επιπλοκών των χρόνιων νόσων, λόγω καλύτερης ποιότητας παρακολούθησης.

Η τηλειατρική προσφέρει υπηρεσίες υγείας χωρίς την χρήση κρεβατιών νοσοκομείου και μειώνει τον χρόνο που χάνουν οι ασθενείς από τον ελεύθερο τους χρόνο αλλά και από την εργασία τους. Επίσης μειώνονται τα συνολικά κόστη των ασθενών αλλά και του νοσοκομείου και γενικότερα του συστήματος υγείας.

Κατά την περίοδο της πανδημίας του κορωνοϊού η τηλεπαρακολούθηση έπαιξε σημαντικό ρόλο στην βελτίωση της ποιότητας παροχής υπηρεσιών υγείας στους ασθενείς.

Μια αναφορά που βασίστηκε σε δεδομένα πριν από την πανδημία COVID-19 πρότεινε ότι η τακτική παρακολούθηση νοσηλευόμενων ασθενών με συνεχή παλμική οξυμετρία και συσκευές καρδιακού ρυθμού συσχετίστηκε με μειωμένη θνησιμότητα (48).

Ο COVID-19 δημιούργησε την ανάγκη παρακολούθησης ασθενών που υποβάλλονται σε θεραπεία σε ιατρικές μονάδες, σε τμήματα επειγόντων περιστατικών, καθώς και παρακολούθησης ορισμένων ασθενών στο σπίτι για κλινική επιδείνωση (π.χ. υποξαιμία).

Με την αυξημένη ζήτηση για νοσοκομειακές κλίνες και την πρόκληση της παροχής φροντίδας με ελλείψεις προσωπικού, ορισμένα κέντρα υγειονομικής περίθαλψης συμβούλευαν τα άτομα με ηπιότερα συμπτώματα να παραμείνουν σπίτι.

Η τεχνολογική πρόοδος κατέστησε εφικτή την εξ αποστάσεως παρακολούθηση ορισμένων από αυτούς τους ασθενείς και άλλους ασθενείς (π.χ. στο σπίτι ή σε ειδικευμένες νοσηλευτικές εγκαταστάσεις). Οι ασύρματες οθόνες, οι πλατφόρμες που βασίζονται cloud και η τηλεϊατρική επέτρεψαν στα συστήματα υγείας να χρησιμοποιούν απρόσκοπτα τη συνεχή παλμική οξυμετρία στο σπίτι για την παρακολούθηση των ασθενών και την αποφυγή νοσηλείων (49).

Η τηλεϊατρική είναι ένας υποσχόμενος τρόπος ανταπόκρισης στις ανάγκες των ασθενών μεγαλύτερης ηλικίας που παρουσιάζουν δυσκολία στην μετακίνηση. Η παρακολούθηση των ασθενών σε πραγματικό χρόνο, μειώνει τον χρόνο για την έναρξη ή την αλλαγή στη θεραπεία και επιτρέπει τα πληρώματα να είναι καλύτερα προετοιμασμένα.

Τα εμπόδια στην ανάπτυξη και εφαρμογή της τηλεπαρακολούθησης είναι το αρχικό κόστος των συστημάτων, η αδειοδότηση του ιατρού και η αποζημίωση. Στο μέλλον η εικονική πραγματικότητα, η απτική ανάδραση και η νανοτεχνολογία, υπόσχονται νέες μεθόδους βελτίωσης των δυνατοτήτων της τηλεπαρακολούθησης (50).

Μετά το 2012 οι έξυπνες συσκευές (έξυπνα κινητά τηλέφωνα, ταμπλετ, ipod) βοήθησαν δραματικά στην εφαρμογή νεότερων τεχνολογιών για την βελτίωση του τρόπου ζωής. Εκτός από την βελτίωση στη συμμόρφωση της θεραπείας για την υπνική άπνοια, έχουν εφαρμοστεί και σε άλλους τομείς της ιατρικής. Παράδειγμα αποτελούν τα λοιμώδη νοσήματα, η υγεία των νεογέννητων αλλά και των μητέρων τους αλλά και για μη μεταδοτικά νοσήματα. Η χρήση της τηλεϊατρικής μέσω κινητών τηλεφώνων έχει αυξηθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια και ακόμα νεότερες και έξυπνες εφαρμογές αναμένεται να βελτιώσουν ακόμα περισσότερο την παρακολούθηση και θεραπεία χρόνιων νόσων (51).

Η τεχνολογία λοιπόν έχει συμβάλει τα μέγιστα στον εκσυγχρονισμό των συσκευών και των εξαρτημάτων που απαιτούνται για την θεραπεία του συνδρόμου απνοιών υποπνοιών. Τα

σύγχρονα μέσα έχουν εκτοξεύσει τις επιλογές στην παρακολούθηση των ασθενών αλλά και τις επιλογές που έχουν οι ίδιοι οι ασθενείς.

4) Εκπαιδευτικό υλικό

Η κατανόηση όμως της νόσου αλλά και των θεραπειών που είναι διαθέσιμες από τους ίδιους τους ασθενείς, παρουσιάζει αρκετές ελλείψεις, με αποτέλεσμα την μείωση της συμμόρφωσης. Όσο περισσότερα γνωρίζουν οι ασθενείς για την ίδια την νόσο αλλά και για τις διαφορετικές θεραπευτικές επιλογές, ενισχύεται η πιθανότητα για βελτίωση της συμμόρφωσης.

Προς αυτή την κατεύθυνση έχει δημιουργηθεί εκπαιδευτικό υλικό από οργανώσεις και εταιρίες για την επιμόρφωση του κοινού. Αυτό το υλικό αφορά στην εκπαίδευση των ασθενών για την ίδια την νόσο αλλά και τα ευεργετικά αποτελέσματα που παρουσιάζονται όταν υπάρχει συμμόρφωση με την ορθή θεραπεία.

Αρκετές μελέτες έχουν διεξαχθεί, οι οποίες ελέγχουν το αποτέλεσμα της εντατικής εκπαίδευσης των ασθενών όσον αφορά την άπνοια και την θεραπεία με την συσκευή μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού. Οι παρεμβάσεις οι οποίες έχουν ελεγχθεί περιλαμβάνουν την εντατική εκπαίδευση από εξειδικευμένους ιατρούς και από παροχείς υπηρεσιών φροντίδας. Επίσης έχουν δοκιμαστεί τυποποιημένες οπτικοακουστικές παρουσιάσεις και επιδείξεις σε ειδικό πληθυσμό ασθενών. Με την βοήθεια της τεχνολογίας γίνεται προσπάθεια στην δημιουργία πιο ελκυστικών τρόπων εκπαίδευσης των ασθενών. Τα αποτελέσματα είναι αντικρουόμενα στο κατά πόσον οι προσπάθειες αυτές αυξάνουν την συμμόρφωση των ασθενών (52).

Η Αμερικανική ακαδημία της ιατρικής του ύπνου διαθέτει εκπαιδευτικό υλικό με την μορφή φυλλαδίων και βιντεοκασετών σε ιατρούς αλλά και ασθενείς. Το υλικό αυτό είναι διαθέσιμο σε διάφορες ιστοσελίδες στο διαδίκτυο (American Academy of Sleep Medicine, National Sleep Foundation, American Sleep Apnea Association). Η εκπαίδευση των ασθενών μέσω

αυτών των ιστοσελίδων σημείωσε αύξηση της συμμόρφωσης, με αύξηση χρήσης της συσκευής μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού κατά 35 λεπτά κάθε βράδυ (53).

Συμπεράσματα – Συζήτηση

Συμπερασματικά η τεχνολογία έχει συμβάλει θεαματικά στην βελτίωση του πεδίου όσον αφορά την θεραπεία του συνδρόμου αποφρακτικής άπνοιας στον ύπνο. Αρχικά συνεισφέρει μέσω εφαρμογών στην εκπαίδευση των ασθενών για βελτίωση του τρόπου ζωής. Βοηθά μέσω των εφαρμογών στην καλύτερη διατροφή και στην σωματική άσκηση.

Μέσω σύγχρονων εικόνων, νεότερων τεχνολογιών, μεθόδων αλληλεπίδρασης, η συνεισφορά για την θεραπεία εκ μέρους των ασθενών έχει ενισχυθεί. Με απλά και κατανοητά βήματα, άτομα κάθε ηλικίας, είναι πλέον σε θέση να αναλάβουν δραστικό ρόλο στο πλάνο θεραπείας και να ενισχύσουν την σχέση με τους θεραπευτές τους.

Η τεχνολογία έχει εφαρμοστεί και όσον αφορά το τεχνικό κομμάτι της συσκευής. Οι συσκευές έγιναν πιο μικρές, πιο αθόρυβες αλλά και πιο ελκυστικές. Η επιλογή μάσκας, μέσω πιο εξατομικευμένων επιλογών αυξάνει την διάθεση των ασθενών για καλύτερη συμμόρφωση. Επίσης η προσθήκη υγραντήρα έχει βελτιώσει σημαντικά τις συχνότερες παρενέργειες που παρτηρούνται από την χρήση της συσκευής.

Εφαρμογές πάνω στην ίδια στην συσκευή έχουν κάνει πιο δελεαστική την χρήση τους. Επιλογές όπως ο έλεγχος της μέγιστης εκπνευστικής πίεσης, του χρόνου έναρξης λειτουργίας της συσκευής και των διάφορων επιλογών ως προς συγκεκριμένα προγράμματα βελτίωσε την χρήση τους.

Η επιλογή να μπορούν να παρακολουθήσουν οι ίδιοι οι ασθενείς την συμμόρφωση τους αλλά και οι πληροφορίες να μπορούν να μεταφερθούν αυτόματα στους θεραπευτές,

εκτόξευσε το εύρος των επιλογών που υπήρχε σε αυτό τον τομέα. Η τηλεϊατρική και η τηλεπαρακολούθηση αλλάζουν τις συνθήκες φέρνοντας καινοτόμες και επαναστατικές λύσεις στον τομέα της υγείας του ύπνου, αλλά και σε άλλες χρόνιες νόσους.

Επίσης όπως διαφάνηκε στην δύσκολη περίοδο της πανδημίας Covid – 19, η τηλεϊατρική λειτούργησε αρκετές φορές με τρόπο σωτήριο για τους ασθενείς αλλά και για το ίδιο το σύστημα της υγείας.

Η δύναμη της τεχνολογίας μέσω των διαφημίσεων και της δημιουργίας εμφάνταστων εικόνων και οδηγιών μέσω ιστοσελίδων έχει βοηθήσει στην εκπαίδευση ασθενών αλλά και ιατρών, και κατεπέκταση στην βελτίωση στη χρήση της συσκευής.

Αναμένονται ακόμα περισσότερες εφαρμογές της τεχνολογίας τα επόμενα χρόνια, οι οποίες θα βελτιώσουν ακόμα περισσότερο την συμμόρφωση με την συσκευή, αφού είναι γνωστό ότι με την αύξηση της συμμόρφωσης, μειώνονται οι μακροχρόνιες επιπλοκές.

BIBΛIOΓPAΦIA

1. Xie L et al. Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. *Science* 2013;342:373-377.
2. Patrick Levy et al, Obstructive sleep apnoea syndrome, *Nat Rev Dis Primers* 2015,Jun 25:1:15015
3. Chattu VK, et al. The global problem of insufficient sleep and its serious public health implications. In, *Healthcare: Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2019*
4. Anna Mohammadih Et al, Sleep disordered breathing, *Intern Med J*, 2017 Nov;47(11):1241-1247
5. Malhotra A et al. Obstructive sleep apnoea. *Lancet*.2002;360:237-45.
6. Kurnools et al, Sleep Apnoea, Obesity, Diabetes, *Curr Diab Rep*. 2023 Jul;23(7):165-171
7. Edwards BA et al. Acetazolamide improves loop gain but not the other physiological traits causing obstructive sleep apnea. *J Physiol*.2012;590:1199-211
8. Dempsey JA et al. Pathophysiology of sleep apnea. *Physiol Rev*.2010;90:47-112.
9. Strohl KP et al. ATS Ad hoc Committee on sleep apnea, Sleepiness, and Driving risk. *Am J Respir Crit Care Med*.2013;187:1259-66
10. Zimmerman ME et al. Normalization of memory performance and positive airway pressure adherence in memory impaired patients with obstructive sleep apnea. *Chest*.2006;130(6):1771-1778 (H) National Health Statistics Group US Department of Commerce Bureau of Economic Analysis (2012)
11. J Kostrzewa Jenick et al, Mandibular Advancement appliance for obstructive sleep apnea treatment, *Adv Exp Med Biol*. 2017;944:63-71
12. Levendowski DJ et al. Assessment of a neck based treatment and monitoring device for positional obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med* 2014;10:863-71.
13. Mwenge GB et al. Targeted hypoglossal neurostimulator for obstructive sleep apnoea. *Eur Respir J* 2013;41:360-367.
14. Jensen MD et al. AHA/ACC/TOS guideline for the management of the overweight and obesity in adults. *Circulation* 2013;129:S102-138
15. Young T et al. Risk factors for obstructive sleep apnea in adults. *JAMA*.2004 Apr;291(16):2013-6.
16. Thomasouli MA et al. The impact of diet and lifestyle management strategies for obstructive sleep apnea in adults. *Sleep Breath*.2013 Sep;17(3):925-35.

17. Sahlman J et al. Effect of weight loss on inflammation in patients with mild obstructive sleep apnea. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2012;22:583-90.
18. Sawyer AM et al. A systematic review of CPAP adherence across age groups. *Sleep Med Rev* 2011;15:343-56.
19. Aiello KD et al. Effect of exercise training on sleep apnea: a systematic review and meta analysis. *Respir Med* 2016;116:85-92
20. Iftikhar IH et al. Effects of exercise training on sleep apnea. *Lung* 2014;192:175-84.
21. Knowler WC et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med*.2002 Feb;346(6):393-403.
22. Thomas JG et al. An automated internet behavioral weight-loss program by physician referral. *Diabetes Care* 2015;38:9-15.
23. Thomas JG et al. Health E-Call, a smart phone assisted behavioral obesity treatment. *JMIR Mhealth Uhealth* 2013;1:e3.
24. Martin CK et al. Efficacy of SmartLoss, a smartphone based weight loss intervention. *Obesity(silver spring)*.2015 May;23(5):935-42.
25. Jones G et al. Patient generated health data. North Augusta,SC : Lifelog Health; 2017 Feb 02.
26. Mignault D et al. Evaluation of the portable HealthWEAR armband. *Diabetes Care* 2005;28:225-227.
27. St-Onge M et al. Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free-living adults. *Am J Clin Nutr* 2007;85:742-749.
28. Triantafyllidis et al, smartwatch interventions in healthcare, *International Journal of medical informatics*, Oct 2024.
29. Sung-Woo Cho et al. Effect of lifestyle modification using a smartphone application on obesity with obstructive sleep apnea. *Clinical and experimental Otorhinology*,Vol 11,No 3:192-198, Sept 2018.
30. Epstein LJ et al. Clinical guideline for the evaluation, management and long term care of obstructive sleep apnea in adults. *J Clin Sleep Med* 2009;5:263-76.
31. Cowie MR et al, Sleep apnea : State of art, *Trends Cardiovasc Med*.2017 May;27(4): 280-289
32. Jiahui Lin et al, Sleep apnea and sleep disordersd breathing, *otorynol clin* 2018 Aug;51(4):827-833.
33. David Hudgel et al,CPAP and weight management of obstructive sleep apnea cardiovascular comorbidities, *Sleep Med Rev*.2018 Feb:37:14-23.

34. Wozniak DR et al. Educational, supportive and behavioural interventions to improve usage of continuous positive airway pressure machines. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;1:CD007736.
35. Stucker M et al. The cutaneous uptake of atmospheric oxygen contributes significantly to the oxygen supply of human dermis and epidermis. *The Journal of Physiology*, 538(3), pp.985-994.
36. Personalized 3D-Printed CPAP Masks Improve CPAP Effectiveness. (2014) . 1st ed. (ebook) University Of Michigan.
37. Cheng Y et al. Application of rapid tooling to manufacture customized nasal mask cushion for CPAP devices. *Rapid Prototyping Journal*, 19(1), pp.4-10.
38. Rakotonanahary D et al. Predictive factors for the need for additional humidification during nasal continuous positive airway pressure therapy. *Chest* 2001;119(2):460-5.
39. Aloia MS et al. Treatment adherence and outcomes in flexible vs standard continuous positive airway pressure therapy. *Chest* 2005;127:2085-93.
40. Kakkar RK et al. Positive airway pressure treatment for obstructive sleep apnea. *Chest* 2007;132:1057-72.
41. Ip S et al. Auto titrating versus fixed continuous positive airway pressure for the treatment of obstructive sleep apnea. *Syst Rev* 2012;1:20.
42. Chihara Y et al. Flexible positive airway pressure improves treatment adherence compared with auto adjusting PAP. *Sleep* 2013;36:229-36.
43. WHO (2003) Adherence to long term therapies. Evidence of action.
44. Reid J. A telemedicine primer understanding the issues. Billings, MT., Innovative Medical Communications, 1996.
45. Bakker J et al. Adherence to CPAP: what should we be aiming for, and how can we get there. *Chest* 2019, 155, 1272-1287.
46. Chai – Coetzer CL et al. Predictors of long term adherence to continuous positive airway pressure therapy in patients with obstructive sleep apnea and cardiovascular disease. *Sleep*. 2013;36(12):1929-1937.
47. Stepnowsky C et al. Patient perspective on use of an interactive website for sleep apnea. *Int J Telemed Appl* 2013;2013:239382.
48. McGrath SP et al, Inpatient respiratory arrest associated with sedative and analgesic medications: impact of continuous monitoring on patient mortality and severe morbidity. *J Patient Saf*. 2021;17(8):557-561.
49. Pronovost PS et al, Remote patient monitoring during covid-19:An unexpected patient safety benefit, *Jama* 2022, 327,1125-1126

50. Stepahne Meystre et al. The current state of telemonitoring: a comment on the literature 10.1089/tmj.2005.11.63.
51. Eskinder Ali et al. Evolution and current status of mhealth research: a systematic review.2015.Department of Pharmacy, Faculty of science,University of Singapore.
52. Meurice JC et al. A multicentre trial of education strategies at CPAP induction in the treatment of severe sleep apnea. *Sleep Med* 2007;8:37-42.
53. Wozniak DR et al. Educational, supportive and behavioral interventions to improve usage of CPAP in adults with obstructive sleep apnea. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2014.