



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

**Παρακολούθηση σημάτων ύπνου μέσω
έξυπνων ρολογιών και αξιολόγηση της
ποιότητας ύπνου**

ΔΗΜΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ

Αριθμός Μητρώου: 19388024

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Αικατερίνη Σκουρολιάκου, Καθηγήτρια

Αθήνα 23/07/2024

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Α. Σκουρολιάκου
Καθηγήτρια

Ν. Καλύβας
Καθηγητής

Ε. Κοντοπόδης
Μεταδιδάκτορας

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η υπογράφουσα Δήμου Γεωργία του Οδυσσέα, με αριθμό μητρώου 19388024 φοιτήτρια του Τμήματος Μηχανικών Βιοϊατρικής της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της 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 διπλώματός μου».

Ημερομηνία

23/7/2024

Η Δηλούσα

Δήμου Γεωργία



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου βάσει της παρακολούθησης των σταδίων του ύπνου (REM, non-REM) με την χρήση έξυπνων ρολογιών. Το έξυπνο ρολόι διαθέτει αισθητήρες που παρακολουθούν τον καρδιακό παλμό, τον ρυθμό αναπνοής καθώς και την κίνηση και τον προσανατολισμό του ατόμου που το φοράει, και με την ανάπτυξη των κατάλληλων αλγορίθμων είναι εφικτή η παρακολούθηση του ύπνου. Στην μελέτη αυτή έλαβαν μέρος δύο άτομα ώστε να αξιολογηθεί η ποιότητα του ύπνου τους. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία ήταν ένα ερωτηματολόγιο που συμπλήρωναν καθημερινά τα άτομα για την υποκειμενική αξιολόγηση του ύπνου τους, βασισμένο στο πρότυπο ερωτηματολόγιο του Pittsburgh, υπολογιστικά φύλλα Excel, για την καταγραφή των δεδομένων από το έξυπνο ρολόι, το επιστημονικό λογισμικό προγραμματισμού Matlab, για την απεικόνιση των σταδίων του ύπνου, δέντρα απόφασης (συντελεστής gini) για την τελική αξιολόγηση της ποιότητας ύπνου καθώς και μέθοδοι ποσοτικοποίησης των ποιοτικών δεδομένων. Επιπροσθέτως, η εργασία αυτή παρέχει αναλυτικές πληροφορίες για την ανατομία του εγκεφάλου και τις περιοχές που συνεργάζονται για την ρύθμιση του ύπνου καθώς και την οργάνωση του ηλεκτροεγκεφαλογράφου που αποτελεί την ακριβέστερη μέθοδο για την μελέτη του ύπνου (golden standard). Η σύγκριση της υποκειμενικής και αντικειμενικής αξιολόγησης του ύπνου, οδήγησε στο συμπέρασμα πως οι ώρες ύπνου, σαν ποσότητα, δεν αποτελούν αποκλειστικό παράγοντα για την καλή ποιότητα ύπνου. Ο αποδοτικός και αναζωογονητικός ύπνος εξαρτάται από συνδυασμό παραγόντων.

Λέξεις Κλειδιά: Παρακολούθηση ύπνου, έξυπνο ρολόι, ποιότητα ύπνου, στάδια ύπνου, REM (Rapid Eye Movement), non-REM (non-Rapid Eye Movement), ηλεκτροεγκεφαλογράφος

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to evaluate sleep quality using smartwatches. The best way of measuring sleep stages or the “golden standard” is called polysomnography. This basically means measuring the electrical signals coming from the brain, during sleep and also measuring the movements of eyes and muscles. Nowadays, many people use smartwatches, as they are easy to use and convenient to measure sleep quality. Smartwatches are trained with appropriate algorithms, taking into account measurements of the heart rate and movement data to define sleep stages. Sleep quality was evaluated subjectively using the Pittsburgh questionnaire and objectively from the data recorded from the smartwatch.

Results indicate that sleep quality depends not only on sleep duration but on a combination of different factors

Keywords: Sleep tracking, Smartwatch, Sleep quality, sleep stages, REM (Rapid Eye Movement), non-REM (Non-Rapid Eye Movement), EEG

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας αυτός ο υπέροχος κύκλος σπουδών, στο Τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής, της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, κλείνει. Θα ήθελα λοιπόν, να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που με στήριξαν στην προσπάθειά μου κατά την διάρκεια αυτών των ετών καθώς και τα άτομα που έλαβαν μέρος στην συγκεκριμένη μελέτη για την πραγματοποίηση της διπλωματικής εργασίας.

Πιο συγκεκριμένα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια Σκουρολιάκου Αικατερίνη, που από την πρώτη στιγμή υποστήριξε αυτή την ιδέα για την διπλωματική, μου επέτρεψε να λάβω πρωτοβουλίες, με εμπιστεύτηκε για την λήψη αποφάσεων ως προς την περάτωση της μελέτης και με καθοδήγησε σε όλη την διάρκεια της μελέτης.

Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στα άτομα που έλαβαν μέρος στην μελέτη και αξιολόγηση του ύπνου. Από την πρώτη στιγμή συνεργάστηκαν άψογα και ήταν πρόθυμοι να με βοηθήσουν. Έδειξαν απόλυτη συνέπεια και αφιέρωσαν αρκετό χρόνο από την καθημερινότητά τους ώστε να ληφθούν τα δεδομένα και να επεξεργαστούν.

Τέλος, οφείλω ένα τεράστιο ευχαριστώ στην οικογένεια μου, για την ατέρμονη στήριξη, εμπιστοσύνη και αγάπη που μου δείχνουν κατά την διάρκεια όλων των ετών και με βοηθούν να ολοκληρώσω κάθε στόχο που θέτω και να εξελιχθώ.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

Εισαγωγή.....	8
Κεφάλαιο 1.....	8
Κεφάλαιο 2.....	10
2.1 Ανατομία εγκεφάλου.....	10
2.1.1 Οι κύριες υποδιαίρεσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος.....	10
2.1.2 Οι μήνιγγες του εγκεφάλου.....	11
2.1.3 Ημισφαίρια εγκεφάλου και λοβοί.....	12
2.1.4 Περιοχές του εγκεφάλου που επηρεάζουν τον ύπνο.....	14
Κεφάλαιο 3.....	18
3.Ανάλυση ύπνου.....	18
3.1 Ορισμός του ύπνου.....	18
3.2 Η σημασία του ύπνου για την ζωή.....	19
3.3 Ύπνος και καρδιακός ρυθμός.....	20
3.4 Τα στάδια του ύπνου.....	21
3.5 Μοριακή ανάλυση της διαδικασίας του ύπνου.....	26
3.6 Ενδογενείς ουσίες και ύπνος.....	28
3.7 Διάρκεια ύπνου ανά ηλικία.....	28
3.8 Λειτουργίες του ύπνου.....	28
3.9 Όνειρα.....	29
3.10 Διαταραχές ύπνου.....	31
3.11 Ορμόνες ύπνου.....	34
Κεφάλαιο 4.....	37
4.1 Ηλεκτροεγκεφαλογράφος.....	37
4.2.1 Σύστημα 10-20 τοποθέτησης ηλεκτροδίων.....	38
4.2.2 Τύποι ηλεκτροδίων.....	42
4.2.4 Ενισχυτές και φίλτρα.....	44
4.2.5 Σήμα EEG.....	46
4.3 Ψευδενδείξεις.....	49
4.3.2 Ψευδενδείξεις δέρματος.....	50
4.3.3 Ψευδενδείξεις ηλεκτροδίου.....	50
4.3.4 Ψευδενδείξεις ρεύματος.....	50
4.3.5 Ψευδενδείξεις ηλεκτροκαρδιογράφου.....	51
Κεφάλαιο 5.....	52
5.1 Αξιολόγηση Ποιότητας Ύπνου.....	52
5.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα ύπνου.....	53

5.3 Μέθοδοι αξιολόγησης της ποιότητας ύπνου.....	55
Κεφάλαιο 6.....	55
6.1 Έξυπνα ρολόγια.....	55
6.1.1 Ακρίβεια έξυπνων ρολογιών.....	57
6.1.2 Αισθητήρες των έξυπνων ρολογιών.....	57
Κεφάλαιο 7.....	63
7.1 Πειραματική διαδικασία.....	63
7.1.1 Εισαγωγή.....	63
7.2 Διαδικασία μελέτης ύπνου.....	78
7.2.1 Ερωτηματολόγιο, Υποκειμενική αξιολόγηση ύπνου.....	78
7.2.2 Έξυπνα ρολόγια, Αντικειμενική αξιολόγηση ύπνου.....	78
7.2.2.1 Δείκτες αξιολόγησης ύπνου.....	86
7.2.2.2 Δέντρα απόφασης.....	91
Κεφάλαιο 8.....	101
8.1 Συζήτηση.....	101
Αναφορές.....	102

Εισαγωγή

Πώς ο εγκέφαλος συνθέτει την μοναδικότητα των ανθρώπινων ενεργειών; Πώς ο εγκέφαλος είναι ικανός να συμβάλλει στην λήψη των καθημερινών αποφάσεων; Με ποιόν τρόπο μπορεί να διαχειρίζεται ταυτόχρονα ερεθίσματα και να διαχειρίζεται καταστάσεις; Πώς ο εγκέφαλος επηρεάζει την συμπεριφορά του εκάστοτε ατόμου και πώς δημιουργούνται τα συναισθήματα; Πώς αντιλαμβάνεται ο εγκέφαλος ότι το σώμα έχει κουραστεί και χρειάζεται ανάπαυση; Πώς ρυθμίζει τον κύκλο ύπνου-αφύπνισης; Όλες οι διεργασίες του εγκεφάλου εντοπίζονται σε καθορισμένες περιοχές ή σχετίζονται με την λειτουργία του εγκεφάλου ως όργανο; Εάν η εκάστοτε νοητική διεργασία κωδικοποιείται από συγκεκριμένη περιοχή του εγκεφάλου, ποιοι είναι οι κανόνες που αντιστοιχούν την ανατομία και την φυσιολογία μιας περιοχής με την διαδικασία της σύλληψης της σκέψης; Οι κανόνες αυτοί σχετίζονται με την μελέτη της κάθε περιοχής μεμονωμένα ή με την μελέτη του συνόλου των νευρώνων; Με ποιόν τρόπο η κάθε εμπειρία κατά την διάρκεια της ζωής επηρεάζει την μετέπειτα επεξεργασία των ερεθισμάτων; Με ποιόν τρόπο το άτομο μαθαίνει και εκπαιδεύεται; [1]

Αυτές οι ερωτήσεις και πλήθος άλλων αποτέλεσαν ακρογωνιαίο λίθο για την επιστήμη και η απάντησή τους είναι η αποστολή της νευροεπιστήμης. Για να απαντηθούν τα παραπάνω ερωτήματα πρέπει να γίνει κατανοητή η σύνδεση και η ανταλλαγή ερεθισμάτων μεταξύ των νευρώνων του εγκεφάλου, η δραστηριότητα των πρωτεϊνών, η επιρροή που έχουν στην κωδικοποίηση μέσω των νευρώνων και πώς σχετίζονται με την πολυπλοκότητα των νοητικών διεργασιών. Η μοριακή δυναμική των επιμέρους νευρικών κυττάρων μπορεί να αναπαρασταθεί μέσω σημάτων του εγκεφάλου, ανιχνεύσιμων από απεικονιστικά συστήματα και συστήματα καταγραφής σήματος, όπως ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος, ώστε να παρατηρηθούν και συλλεχθούν δεδομένα που μαρτυρούν την συμπεριφορά της εκάστοτε περιοχής του εγκεφάλου και να καθοριστεί η σύνδεση των περιοχών με τις δραστηριότητες.[1]

Ο εγκέφαλος του ανθρώπου μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα δίκτυο που αποτελείται από νευρικά κύτταρα που ξεπερνάνε σε αριθμό τα 100 δισεκατομμύρια, τα οποία συνεργάζονται και φέρνουν εις πέρας την διαχείριση των μηχανισμών των καθημερινών πράξεων του ατόμου. Οι νευρώνες δομούνται σε οδούς που άγουν σήματα και επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω της συναπτικής διαβίβασης. Οι συναπτικές συνδέσεις εξειδικεύονται ώστε να εκτελούν τις καθορισμένες ενέργειες και η εξειδίκευσή τους διεξάγεται κατά την διάρκεια της λειτουργίας τους. Η νευροεπιστήμη αποτελεί ένα κράμα μοριακής βιολογίας, ανατομίας, εμβρυολογίας, κυτταρικής βιολογίας και ψυχολογίας. Σύμφωνα με τον Ιπποκράτη η μελέτη της νόησης έχει ως αρχή την μελέτη του εγκεφάλου. Η ποικιλομορφία της ανθρώπινης νοητικής εμπειρίας αποτελεί γνώμονα για την γνωσιακή ψυχολογία και την ψυχαναλυτική θεωρία, όπου αναγνωρίζουν το γενετικό υλικό και την εμπειρία ως κύριους παράγοντες για την σφυρηλάτηση της συμπεριφοράς του ατόμου. Ως ανθρώπινη νοητική εμπειρία μπορεί να χαρακτηριστεί το φαινόμενο που συμπεριλαμβάνει την συνείδηση, την αντίληψη, την σκέψη, τα συναισθήματα καθώς και την επίγνωση του εαυτού. [1,2]

Γιατί ο άνθρωπος ξοδεύει τόσο χρόνο στον ύπνο; Ποιοι μηχανισμοί είναι υπεύθυνοι για αυτή την διαδικασία; Πως παράγονται τα όνειρα; Γιατί ονειρευόμαστε; Είναι τα κεντρικά ερωτήματα που απαντά ή προσπαθεί να απαντήσει η βιολογία του ύπνου. Ο ύπνος είναι μια διαδικασία αρκετά σύνθετη ως προς την ανάλυσή της καθώς συμμετέχουν πολλοί μηχανισμοί ταυτόχρονα και ακόμη και σήμερα δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως το φαινόμενο αυτό. Η αρχική εξήγηση του ύπνου ήταν πως ο ύπνος ήταν αποτέλεσμα της ελαττωμένης εγκεφαλικής δραστηριότητας, η οποία είναι αποτέλεσμα της κόπωσης. Πιο αναλυτικά, υπήρχε η άποψη ότι η κατάσταση της εγρήγορσης διατηρούνταν μέσω των αισθητικών διεγέρσεων και ο εγκέφαλος αδρανοποιούνταν, δηλαδή έπεφτε σε ύπνο, όταν η κούραση

προκαλούσε μείωση των αισθητικών διεγέρσεων. Δύο ρηξικέλευθες ανακαλύψεις άλλαξαν τα δεδομένα για τον ύπνο. Επιβεβαιώθηκε πως η διακοπή των ανιόντων αισθητικών οδών στο επίπεδο του στελέχους δεν προκαλούσε εγρήγορση. Αντίθετα, οι βλάβες του δικτυωτού σχηματισμού στο στέλεχος επέφεραν συμπεριφορικό προκώμα, που στην βιβλιογραφία αναφέρεται ως *behavioral stupor*, με τις κυματομορφές του ηλεκτρογκεφαλογραφήματος να μοιάζει με αυτές του ύπνου, ωστόσο δεν επηρέαζαν τις ανιούσες αισθητικές οδούς.[1]

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου των ατόμων, μέσω του υπολογισμού ορισμένων δεικτών ποιότητας ύπνου που είναι καθιερωμένοι βιβλιογραφικά, η απεικόνιση των σταδίων του ύπνου με ένα διαφορετικό τρόπο με την χρήση του επιστημονικού υπολογιστικού προγράμματος Matlab και την δημιουργία δέντρων απόφασης που θα συμβάλουν στην αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου.

Κεφάλαιο 1: Ιστορική αναδρομή

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι ένα από τα σημαντικότερα όργανα του ανθρώπινου σώματος και αποτελεί το κέντρο ελέγχου του οργανισμού. Ελέγχει την σκέψη, τα συναισθήματα, τις κινήσεις του σώματος και συντονίζει όλες τις διαδικασίες για την επιβίωση. Είναι ένα όργανο που δεν έχει ακόμα εξερευνηθεί πλήρως και αποτελεί αντικείμενο μελέτης ώστε να εξακριβωθούν όλες οι λειτουργίες του, καθώς είναι αρκετά πολύπλοκος. Για να γίνει κατανοητή η λειτουργία του απαιτείται συνεχόμενη διαδικασία ανακάλυψης και κατανόησης των δεδομένων. Αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους πόλους έλξης για τους επιστήμονες με σκοπό την αποκωδικοποίηση των λειτουργιών του. Η εξερεύνηση των λειτουργικών περιοχών του εγκεφάλου αποτελεί βασικό τομέα της νευροεπιστήμης. [1,2]

Οι περιοχές του εγκεφάλου που σχετίζονται με βασικές λειτουργίες όπως είναι κίνηση, η μνήμη, η μάθηση, η γλώσσα, η συναισθηματική αντίληψη και η αντίληψη του χρόνου έχουν μελετηθεί σε κάποιο βαθμό, υπάρχουν όμως και λειτουργίες που δεν έχουν συσχετιστεί ακόμα με περιοχές του εγκεφάλου. Μια από τις λειτουργίες που δεν έχει εξακριβωθεί πλήρως είναι αυτή που σχετίζεται με τον ύπνο. Στην πραγματικότητα η κάθε διαδικασία δεν ορίζεται από μία και μόνο περιοχή αλλά από συνδυασμό περιοχών που λειτουργούν ταυτόχρονα, ώστε να παραχθούν οι κατάλληλες ορμόνες, να γίνει η λήψη των ερεθισμάτων και η επεξεργασία τους και γενικά να ρυθμίσουν την περάτωση της λειτουργίας. Αυτό το κομμάτι παραμένει εν μέρη ανεξήγητο στον επιστημονικό κόσμο και έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς είναι μια διαδικασία σημαντική για τον οργανισμό και αναγκαία για την εξέλιξη και την επιβίωση.

Ο κακής ποιότητας ύπνος ή και η έλλειψή του εγκυμονεί πολλούς κινδύνους για την υγεία του ατόμου και μπορεί να οδηγήσει μέχρι και σε θάνατο σε περιπτώσεις αϋπνίας πολλών ημερών. Το ενδιαφέρον για την μελέτη και την εξήγηση του ύπνου χρονολογείται αιώνες πριν. Ο Βρετανός Richard Caton, ήταν φυσιολόγος και γιατρός, ο οποίος ανακάλυψε την ηλεκτρική φύση του εγκεφάλου και έθεσε τα θεμέλια για τον Hans Berger ώστε να ανακαλύψει τα κύματα άλφα στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Ο Hans Berger κατασκεύασε τον πρώτο ηλεκτροεγκεφαλογράφο το 1924. Ο Γάλλος ψυχολόγος Henri Piéron το 1913 μέσω του συγγράμματός του «*Le probleme Physiologique du sommeil*», έθεσε την αρχή της σύγχρονης προσέγγισης της φυσιολογίας του ύπνου. [6] Στα τέλη της δεκαετίας του 1940, τα δεδομένα για τον ύπνο άλλαξαν και αναπτύχθηκαν νέες ιδέες και κανόνες για την διαδικασία αυτή καθώς ο Giuseppe Moruzzi, ο Horace Magoun και οι συνεργάτες του, έκαναν μία σειρά ανακαλύψεων, με σημαντικότερη από αυτές την αποσαφήνιση των περιοχών που συντονίζουν την ρύθμιση του ύπνου. Ουσιαστικά, έγινε κατανοητό πως ο δικτυωτός

σχηματισμός του στελέχους δεν δρα ομοιόμορφα στην ρύθμιση του ύπνου - το κεφαλικό τμήμα του δικτυωτού σχηματισμού πάνω από την γέφυρα- αποτελείται από νευρώνες οι οποίοι ρυθμίζουν την εγρήγορση ενώ η δραστηριότητα αυτή αναστέλλεται φυσιολογικά από νευρώνες του δικτυωτού σχηματισμού που τοποθετούνται στο κάτω επίπεδο της γέφυρας. [1,3,5]

Ο πατέρας της σύγχρονης έρευνας για τον ύπνο, όπως ονομάζεται ο Nathaniel Kleitman, ήταν Αμερικάνος φυσιολόγος και ερευνητής. Στις αρχές του 1950 -πραγματοποίησε σε συνεργασία με τους φοιτητές του- ένα κύκλο πρωτοποριακών δοκιμασιών ώστε να κατανοήσει και να εξηγήσει την διαδικασία ρύθμισης του κύκλου ύπνου-εγρήγορσης. Επιπλέον, περιέγραψε χαρακτηριστικά του ύπνου σε διαφορετικούς πληθυσμούς καθώς και τις επιπτώσεις της έλλειψης ύπνου, τα οποία περιλαμβάνονται στο θεμελιώδες βιβλίο του «Sleep and Wakefulness, 1939». Το αξιοσημείωτο της ανακάλυψης αυτής ήταν ότι ο ύπνος δεν είναι μία απλή, ενιαία διαδικασία αλλά αποτελείται από δύο διακριτές φάσεις την REM και non-REM φάση του ύπνου (όπου REM-Rapid Eye Movement, ταχεία κίνηση των ματιών) και ο συσχετισμός του σταδίου αυτού με την παραγωγή των ονείρων. Τα διαφορετικά στάδια του ύπνου ορίστηκαν από τους Dement και Kleitman οι οποίοι παρατήρησαν πως ο ύπνος συνιστάται από μία κυκλική εναλλαγή των φάσεων REM και non-REM. Η ανακάλυψη του Kleitman και του Moruzzi, απέδειξε πως ο ύπνος είναι ενεργώς επαγόμενος, δηλαδή έχει προκληθεί μέσω κάποιου εξωτερικού παράγοντα ή δράσης και αποτελεί μία εγκεφαλική κατάσταση με οργανωμένες διαφορετικές φάσεις. Το 1937, παρατηρήθηκε για πρώτη φορά μέσω ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος, η ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου κατά την διάρκεια του ύπνου. [1,3,4]

Κεφάλαιο 2

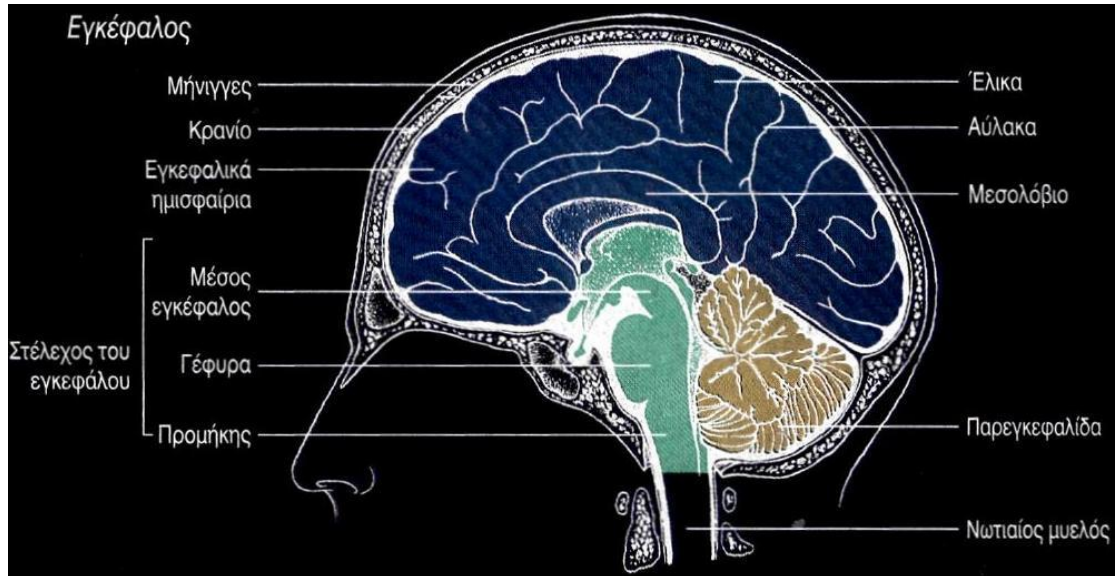
2.1 Ανατομία εγκεφάλου

Η επιστημονική κοινότητα έχει δείξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον ανθρώπινο εγκέφαλο και την χαρτογράφηση των περιοχών που σχετίζονται με τις διάφορες λειτουργίες του. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω και γενικά θα είναι μία βασική συνθήκη που θα λαμβάνεται υπόψιν στην συγκεκριμένη εργασία, οι διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου συνδέονται μεταξύ τους, αλληλεπιδρούν και ανταλλάσσουν δεδομένα και πληροφορίες. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο όργανο, με πολλές διαφορετικές δομές και περιοχές που επιτελούν μία διαφορετική λειτουργία, γι' αυτό χαρακτηρίζεται και ως κέντρο ελέγχου του οργανισμού.

2.1.1 Οι κύριες υποδιαιρέσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος

Πιο αναλυτικά, το κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ), ορίζεται από τον εγκέφαλο, ο οποίος προστατεύεται από το κρανίο και τον νωτιαίο μυελό. Ο εγκέφαλος υποδιαιρείται σε έξι περιοχές, οι οποίες με τη σειρά τους υποδιαιρούνται σε περισσότερες διακριτές περιοχές, ανατομικά και λειτουργικά. Ο προμήκης μυελός, η γέφυρα, η παρεγκεφαλίδα, ο μεσεγκέφαλος, ο διεγκέφαλος και τα εγκεφαλικά ημισφαίρια αποτελούν τις αρχικές διαιρέσεις του εγκεφάλου που αναφέρονται και στα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου, δεξιά και αριστερό, ωστόσο τα ομόλογα τμήματα ενδέχεται να διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το

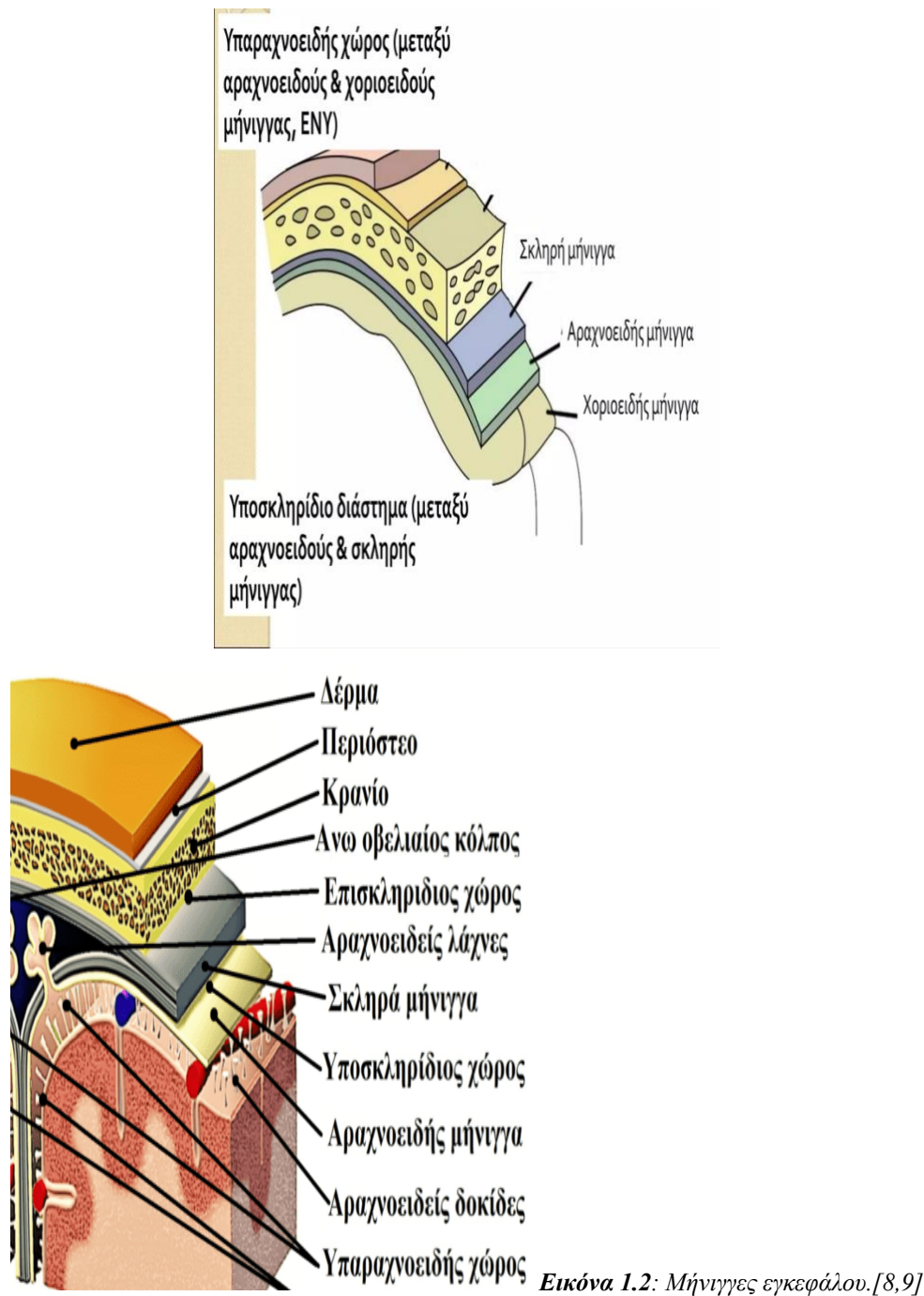
μέγεθος και το σχήμα. Όπως αναφέρθηκε, ο εγκέφαλος είναι τοποθετημένος μέσα στο κρανίο ώστε να προστατεύεται και μπορεί να χαρακτηριστεί σαν ένα καρύδι. Προστατεύεται από τρεις προστατευτικούς μεμβρανοειδείς υμένες, τις μήνιγγες. Από έξω προς τα μέσα, η πρώτη μήνιγγα είναι η σκληρά, ακολουθεί η αραχνοειδής και η τελευταία είναι η χοριοειδής.[1]



Εικόνα 1.1: Κύριες υποδιαιρέσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος.[7]

2.1.2 Οι μήνιγγες του εγκεφάλου

Πιο αναλυτικά, η σκληρά μήνιγγα είναι το εξωτερικό στρώμα και το πιο παχύ και ανθεκτικό σε σχέση με τις άλλες δύο μήνιγγες. Το υλικό της είναι κολλαγονώδης συνδετικός ιστός. Αποτελείται από δύο στρώσεις, το περίοστεο ή έξω ενδοστεϊκό, που είναι η εξωτερική στρώση και είναι προσκολλημένη στο εσωτερικό του κρανίου και το μηνιγγικό στρώμα ή έσω μηνιγγικό που έρχεται σε επαφή με την αραχνοειδή μήνιγγα. Η μεσαία στρώση των μηνιγγων, η αραχνοειδής μήνιγγα είναι λεπτή και ημιδιαφανής από ελαστικό ιστό και μοιάζει με ιστό αράχνης. Βρίσκεται μεταξύ της σκληρής και της χοριοειδούς μήνιγγας και συνδέεται με την τελευταία μέσω λεπτών αραχνοειδών νημάτων. Η χοριοειδής μήνιγγα είναι το εσωτερικό στρώμα των μηνιγγων και αγκαλιάζει τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό καθώς και επενδύει όλες τις σχισμές, τις πτυχώσεις και τις αύλακες του εγκεφάλου. Είναι μία λεπτή μεμβράνη με μεγάλο αριθμό αιμοφόρων αγγείων που καταλήγουν βαθιά στον εγκέφαλο. Ο χώρος μεταξύ της αραχνοειδούς και της χοριοειδούς μήνιγγας ονομάζεται υποαραχνοειδής χώρος και περιέχει εγκεφαλονωτιαίο υγρό (ΕΝΥ) το οποίο παράγεται από τις κοιλίες του εγκεφάλου. Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό αποτελεί ένα προστατευτικό στρώμα για τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό το οποίο παρέχει θρέψη αφού επιτρέπει την διανομή των θρεπτικών συστατικών και αποβάλλει τα απόβλητα.

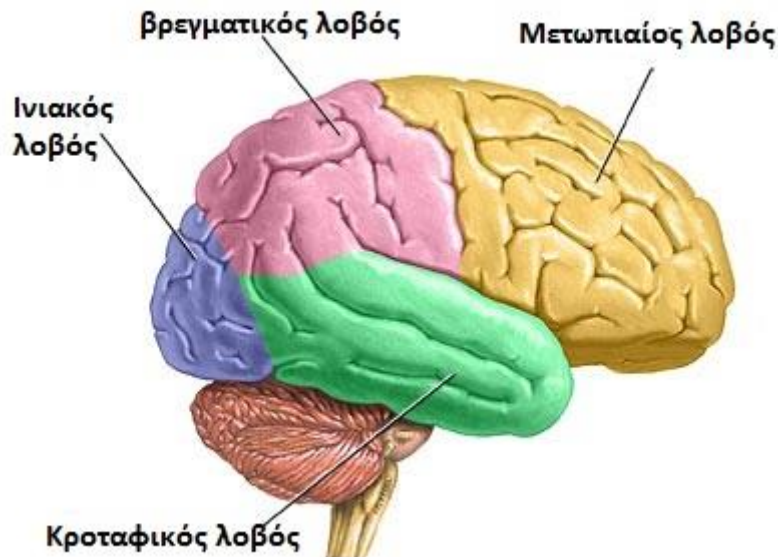


Εικόνα 1.2: Μήνιγγες εγκεφάλου.[8,9]

2.1.3 Ημισφαίρια εγκεφάλου και λοβοί

Ανατομικά ο εγκέφαλος χωρίζεται σε τρεις δομές, τα εγκεφαλικά ημισφαίρια, το στέλεχος και την παρεγκεφαλίδα. Τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια, το δεξί και το αριστερό, τα οποία περιβάλλονται από τον εγκεφαλικό φλοιό (Cerebral cortex), εμφανίζουν πολλές προεξοχές τις έλικες και τις αυλακώσεις. Ο φλοιός των ημισφαιρίων είναι υπεύθυνος για τις ανώτερες λειτουργίες, όπως η σκέψη, η λογική, η γλώσσα και η αντίληψη. Τα ημισφαίρια αποτελούνται από φαία ουσία εξωτερικά και η ίδια αποτελείται από σώματα νευρώνων και λευκή ουσία εσωτερικά, η οποία ορίζεται από δέσμες νευρικών αποφυάδων. Τα δύο ημισφαίρια χωρίζονται σε τέσσερις λοβούς, τον μετωπιαίο (Frontal lobe), τον βρεγματικό (Parietal

lobe), τον κροταφικό (Temporal lobe) και ινιακό λοβό (Occipital lobe). Γενικότερα, τα εγκεφαλικά ημισφαίρια χωρίζονται μορφολογικά μέσω μιας επιμήκου σχισμής αλλά στην πραγματικότητα είναι ενωμένα με το μεσολόβιο τμήμα του εγκεφάλου το οποίο αποτελείται από μία δέσμη νευραξόνων και επιτρέπει την επικοινωνία και την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των δύο ημισφαιρίων. Το εντυπωσιακό είναι ότι τα δύο ημισφαίρια μπορούν και λειτουργούν ανεξάρτητα και δρουν στην αντίθετη πλευρά του σώματος, δηλαδή το δεξί τμήμα του εγκεφάλου λαμβάνει και επεξεργάζεται σήματα από το αριστερό τμήμα του σώματος ενώ το αριστερό τμήμα του εγκεφάλου από το δεξί τμήμα.[1]



Εικόνα 1.3: Λοβοί του εγκεφάλου.[10]

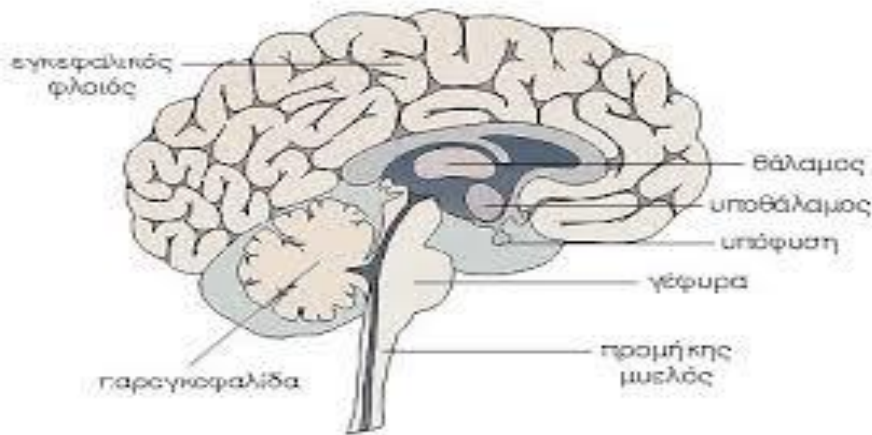
- Ο μετωπιαίος λοβός είναι υπεύθυνος για τον ορισμό και την χρήση αφηρημένων εννοιών, ουσιαστικά συμβάλλει στην επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων. Συμμετέχει στην ερμηνεία των παροιμιών καθώς και την εξοικείωση με τον προσανατολισμό στον χώρο. Πιο αναλυτικά είναι υπεύθυνος για τον ορισμό του προσανατολισμού και χρόνου καθώς και γενικότερα για την ρύθμιση του προγραμματισμού και της βούλησης του ανθρώπου. Συμβάλλει στην ανάπτυξη των κοινωνικών δεξιοτήτων του ατόμου. Είναι επίσης τμήμα που καθορίζει και επηρεάζει την κινητική λειτουργία του ατόμου. Βλάβη του συγκεκριμένου τμήματος μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα αντίκτυπο στον λόγο, κινητική αφασία, κινητική απροσωπία, που σχετίζεται με την ψυχολογία και τη νευρολογία. Επηρεάζει την επικοινωνία και την κοινωνική αλληλεπίδραση του ατόμου με τους άλλους καθώς μπορεί να επηρεάσει τον λόγο του ατόμου, δηλαδή απραξία λόγου. Βλάβη στον μετωπιαίο λοβό μπορεί να προκαλέσει απώλεια αποκλίνουσας σκέψης. Σαν αποκλίνουσα σκέψη ορίζεται η διαδικασία σκέψης η οποία αποκλίνει από τα συνήθη ή τα συμβατικά πρότυπα σκέψης. Άλλες φορές αναφέρεται ως "μη συμβατική σκέψη" ή "διαφορετική σκέψη". Συχνά συνδέεται με τη δημιουργικότητα και την καινοτομία, καθώς οι άνθρωποι που έχουν αποκλίνουσα σκέψη είναι σε θέση να βρίσκουν μη συνήθεις ή πρωτοποριακές λύσεις σε προβλήματα ή να παράγουν έργα που ξεχωρίζουν από τον καθιερωμένο κανόνα. Η απώλεια ρύθμισης της συμπεριφοράς εκ του περιβάλλοντος, ο επηρεάζεται από την συγκεκριμένη περιοχή του εγκεφάλου. Παθήσεις που μπορεί να επηρεάσουν τον μετωπιαίο λοβό είναι η σχιζοφρένεια, η νόσος Parkinson και η νόσος Korsakoff.[1,2]

- Ο βρεγματικός λοβός προάγει την σωματοαισθητική διακρίτοτητα. Πιο αναλυτικά, σχετίζεται με την αφή, την πίεση, το άλγος, την ρύθμιση της θερμοκρασίας, την κιναισθησία, δηλαδή την αίσθηση της κίνησης και της θέσης του σώματος στο χώρο. Είναι μία από τις βασικές αισθήσεις του ανθρώπινου οργανισμού, που του επιτρέπει να αντιλαμβάνεται τη θέση, την κίνηση και την επαφή με το περιβάλλον του. Επιπροσθέτως, σχετίζεται με την παλλαισθησία. Είναι μία έννοια που σχετίζεται με την ψυχολογία και αναφέρεται στην αίσθηση του πόνου, σε ένα σημείο που έχει αφαιρεθεί ή αντικατασταθεί, συνήθως αναφέρεται σε σημεία που σχετίζονται με επεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί λόγω τραυματισμού και έχουν αφαιρεθεί ορισμένα τμήματα. Ο βρεγματικός λοβός διαχειρίζεται και το δυαδικό ερέθισμα που χρησιμοποιείται για τη μελέτη της νευρολογικής δραστηριότητας και την αντίδραση του νευρικού συστήματος σε συγκεκριμένα ερεθίσματα. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο για την κατανόηση των νευροεπισημονικών διεργασιών, καθώς και για την αξιολόγηση πειραμάτων ή την διάγνωση κλινικών περιπτώσεων. Διάφορες αισθήσεις που αφορούν την αντίληψη του ανθρώπου σχετικά με το σώμα του και το περιβάλλον του ορίζονται από τον βρεγματικό λοβό. Πιο αναλυτικά, η τοποαισθησία, κιναισθησία, επιτρέπει στον ανθρώπινο οργανισμό να γνωρίζει τη θέση και την κίνηση των μελών του σώματος χωρίς την ανάγκη όρασης και ρυθμίζει την ισορροπία και τον συντονισμό των κινήσεων.[1,2]
- Ο κροταφικός λοβός γενικότερα σχετίζεται με την ακοή και τις διαταραχές της ακοής. Ουσιαστικά βλάβες στον κροταφικό λοβό προκαλούν διαταραχές στην ακουστική αντίληψη, στην αντίληψη της μουσικής, του ήχου του λόγου, της οπτικής αντίληψης καθώς και στην κατανόηση της γλώσσας του σώματος, ενδέχεται να προκαλέσουν διαταραχές στην όσφρηση, στην αντίληψη των οπτικών πεδίων, συμπεριφορικές διαταραχές και έκφρασης συναισθημάτων καθώς και διαταραχές της σεξουαλικής συμπεριφοράς του ατόμου. Τα άτομα με βλάβες στον κροταφικό λοβό, μπορεί να εμφανίσουν σύγχυση πληροφορίας, αφασία καθώς και αδυναμία στην μνήμη. Σύνδρομο που σχετίζεται με βλάβη στον κροταφικό λοβό είναι το σύνδρομο Kluge-Busy το οποίο προκαλεί διαταραχές στην μνήμη, την ομιλία, την επικοινωνία και την αντίληψη.[1,2]
- Ο ινιακός λοβός είναι υπεύθυνος για την επεξεργασία της οπτικής πληροφορίας. Η συγκεκριμένη περιοχή σχετίζεται με διαταραχές στην όραση, όπως αχρωματοψία, διάκριση αντικειμένων, οπτικές ψευδαισθήσεις καθώς και το σύνδρομο Charles Bonnet και διαταραχές οπτοκινητικού νυσταγμού.[1]

Το εγκεφαλικό στέλεχος χαρακτηρίζεται ως το κατώτερο τμήμα του εγκεφάλου και συνδέεται με τον νωτιαίο μυελό. Αποτελεί συνδετικό κρίκο, της παρεγκεφαλίδας, των εγκεφαλικών ημισφαιρίων και του νωτιαίου μυελού ώστε να υπάρχει συντονισμός του κεντρικού νευρικού συστήματος. Το στέλεχος αποτελεί και σωλήνα προστασίας των νευρών τα οποία είναι υπεύθυνα για την επικοινωνία του εγκεφάλου με το υπόλοιπο σώμα. Ο μεσεγκέφαλος, η γέφυρα και ο προμήκης μυελός απαρτίζουν το εγκεφαλικό στέλεχος το οποίο είναι υπεύθυνο για την ρύθμιση αρκετών ζωτικών λειτουργιών όπως η αναπνοή, ο καρδιακός ρυθμός, η πίεση του αίματος, ο ύπνος και η αφύπνιση, η πέψη, ο βήχας και η θερμοκρασία του σώματος. Τέλος, η παρεγκεφαλίδα βρίσκεται χαμηλά στο πίσω μέρος του εγκεφάλου και είναι υπεύθυνη για τον συντονισμό των κινήσεων και των μυών, την ισορροπία και την στάση του σώματος.

2.1.4 Περιοχές του εγκεφάλου που επηρεάζουν τον ύπνο

Στον διάμεσο εγκέφαλο εδράζουν οι βασικές περιοχές που σχετίζονται με την ρύθμιση του ύπνου. Τα τμήματα του διαμέσου εγκεφάλου είναι ο υποθάλαμος, οι δύο θάλαμοι, ο μεταθάλαμος, ο επιθάλαμος και η τρίτη κοιλία.



Εικόνα 1.4: Περιοχές του εγκεφάλου που επηρεάζουν τον ύπνο.[12]

Πιο αναλυτικά, ο υποθάλαμος αποτελεί το κάτω μέρος του διαμέσου εγκεφάλου, ενώ η πάνω πλευρά του έρχεται σε επαφή ή είναι αρκετά κοντά με την τρίτη κοιλία. Η τρίτη κοιλία είναι μία κοιλότητα γεμάτη με εγκεφαλονωτιαίο υγρό η οποία βρίσκεται στην μέση του διαμέσου εγκεφάλου. Συνεχίζοντας την περιγραφή του υποθαλάμου, η κάτω πρόσθια επιφάνεια του περιβάλλεται από το οπτικό χιάσμα, δηλαδή μία δομή όπου οι οπτικές ίνες από τα οπτικά νεύρα των ματιών διασταυρώνονται, τις οπτικές ταινίες οι οποίες είναι νευρικές ίνες καθώς και άλλες δομές που θα αναλυθούν παρακάτω. Παρατηρείται για αρχή, μία δομή με ωοειδές σχήμα, αποπλατυσμένο από εμπρός προς τα πίσω, η υπόφυση. Η υπόφυση, κρέμεται από το μίσχο της και βρίσκεται εντός του βόθρου της που σχηματίζεται από το τουρκικό εφίππιο. Ακριβώς πίσω από τον μίσχο βρίσκεται το φαιό φύμα το οποίο ορίζει ένα λεπτό φαιό πέταλο. Επιπροσθέτως, στην βάση του υποθαλάμου, μπροστά από την οπίσθια διάτρητη ουσία βρίσκονται τα δύο μαστία, όπου είναι δύο υποστρόγγυλες λευκές δομές, απιοειδείς (σε σχήμα αχλαδιού). Επίσης, μεταξύ του οπτικού χιάσματος και του ρύγχους του μεσολοβίου εμφανίζεται το τελικό πέταλο, το οποίο αποτελεί το πρόσθιο τοίχωμα του υποθαλάμου.

Η προοπτική περιοχή (Preoptic Area) βρίσκεται στον υποθάλαμο και πιο συγκεκριμένα στο προσθιοκεντρικό μέρος του υποθαλάμου. Η περιοχή αυτή του εγκεφάλου παίζει σημαντικό ρόλο για πολλές λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού, όπως η ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, της έκφρασης της ερωτικής επιθυμίας και προφανώς της ρύθμισης του ύπνου. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η ρύθμιση του ύπνου στηρίζεται και στην παραγωγή συγκεκριμένων ορμονών. Η προοπτική περιοχή δέχεται πολλές ίνες που μεταφέρουν νευροδιαμεσολαβητές, όπως μεταξύ άλλων αγγειοτενσίνη II, πεπτιδία που προκαλούν ύπνο, εγκεφαλίνη και ενδορφίνη, συνδέεται με τον υποθαλαμικό πυρήνα, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την παραγωγή ορμονών όπως η οξυτοκίνη και η βασοπρεσίνη ή αντιδιουρητική ορμόνη, οι οποίες είναι ορμόνες σημαντικές για την αναπαραγωγική συμπεριφορά καθώς και την ρύθμιση της νεφρικής λειτουργίας. Σημαντική είναι και η

συμβολή των νευρώνων στην ρύθμιση του ύπνου. Πιο συγκεκριμένα, η περιοχή VLPO ή κοιλιακός προοπτικός πυρήνας καθώς και η μέση περιοχή του προοπτικού MNPO, περιλαμβάνουν νευρώνες που ενεργοποιούνται κατά την διάρκεια του ύπνου και η λειτουργία τους είναι σημαντική για διάφορα στάδια του ύπνου, όπως ο REM ύπνος. Επίσης σημαντική περιοχή του εγκεφάλου που είναι σημαντική για την ρύθμιση του ύπνου είναι ο μυελοεγκέφαλος ή αλλιώς ο προμήκης μυελός. Στον εγκέφαλο, οι πυρήνες (ή πυρήνες εγκεφάλου) είναι ομάδες νευρώνων που λειτουργούν ως κέντρα επεξεργασίας και συντονισμού διαφόρων λειτουργιών. Ένας από αυτούς τους πυρήνες είναι ο RPO ή ραχιαίος πυρήνας (Raphe Pontis Oralis).[1,2,11]

Ο ραχιαίος πυρήνας της ραχιαίας μοίρας του προμήκους μυελού (Raphe Pontis Oralis), αποτελεί τμήμα της ραφής πυρήνων (raphe nuclei) του εγκεφάλου. Οι πυρήνες της ραφής τοποθετούνται στη μέση της γραμμής του εγκεφαλικού στελέχους και είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή ενός σημαντικού νευροδιαβιβαστή, της σεροτονίνης. Μέσω αυτής της ορμόνης είναι εφικτή η ρύθμιση του ύπνου και της εγρήγορσης καθώς και διάφορων άλλων ενδοκρινών λειτουργιών οι οποίες σχετίζονται με τον πόνο και την διάθεση. Πιο αναλυτικά, οι πυρήνες ραφής ρυθμίζουν την διάθεση του ατόμου και συνδέονται με ψυχικές διαταραχές όπως η κατάθλιψη. Επίσης λειτουργούν ως ρυθμιστές των λειτουργιών του αυτόνομου νευρικού συστήματος, όπως η αναπνοή και ο καρδιακός ρυθμός και ως αναλγητικά, αφού ανακουφίζουν από τον πόνο μέσω της σεροτονίνης που εμπλέκεται στην μείωση της αντίληψης του πόνου. Σημαντική πληροφορία για την παρούσα εργασία είναι ότι συμβάλλουν στην ρύθμιση και τον έλεγχο του ύπνου και των κύκλων ύπνου-αφύπνισης. Οι πυρήνες αυτοί είναι συνδεδεμένοι με πολλές άλλες περιοχές του εγκεφάλου, όπως τον υποθάλαμο, τον φλοιό, τον ιππόκαμπο και τον μεσεγκέφαλο μέσω δικτύων νευρικών ιών και για τον λόγο αυτό σχετίζονται και με την ρύθμιση του ύπνου αφού αρκετές από αυτές τις περιοχές του εγκεφάλου είναι υπεύθυνες για την ρύθμιση της εγρήγορσης- ύπνου.

Η μελέτη και κατανόηση των πυρήνων αυτών είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη θεραπειών για ψυχιατρικές και νευρολογικές παθήσεις. Είναι επιλεκτικά ενεργοί κατά την διάρκεια του σταδίου REM του ύπνου. Σε αυτό το στάδιο οι νευρώνες είναι απαραίτητοι για το συγκεκριμένο στάδιο του ύπνου και βλάβες που μπορούν να συμβούν στην συγκεκριμένη περιοχή μπορούν να διαταράξουν του φυσιολογικούς κύκλους του ύπνου REM. Η διαδικασία ύπνου στηρίζεται στην ρύθμιση του κύκλου αφύπνισης - ύπνου. Σε αυτό το κομμάτι λαμβάνει μέρος ο βασικός εγκέφαλος ο οποίος είναι υπεύθυνος για την ρύθμιση αυτού του κύκλου και μεταφέρει το σήμα μέσω της χολινεργικής διαβίβαση κατά τη φάση REM και την αφύπνιση. Επίσης ο θάλαμος του εγκεφάλου λειτουργεί ως μεταγωγικός σταθμός για τις αισθητηριακές εισόδους προς τον εγκέφαλο και είναι ιδιαιτέρως σημαντικό για την ρύθμιση κύκλου ύπνου και αφύπνισης καθώς και στην μεταφορά των σημάτων προς τον εγκέφαλο κατά την αφύπνιση. Η ορμόνη σεροτονίνη απελευθερώνεται κατά την διάρκεια των περιόδων αφύπνισης. Οι νευρώνες γάμμα-αμινοβουτυρικού οξέος ή GABA, επιστρέφουν στον υποθάλαμο και προωθούν την διαδικασία του ύπνου. Παθογένεια στο συγκεκριμένο σημείο ενδέχεται να οδηγήσει σε αϋπνία ενώ η ενδυνάμωσή του μπορεί να προκαλέσει την γρήγορη έναρξη του ύπνου. Η διαδικασία της αφύπνισης επηρεάζεται από το δικτυωτό σύστημα ενεργοποίησης το οποίο εκτείνεται από το οπίσθιο τμήμα του υποθαλάμου, δέχεται αισθητηριακές εισόδους και αποστέλλει ερεθιστικά σήματα στον βασικό εγκέφαλο, τον θάλαμο και τον υποθάλαμο.[1,11]

Η κυριότερη λειτουργία του υποθαλάμου είναι ότι συνδέει το κεντρικό νευρικό σύστημα με το ενδοκρινικό σύστημα μέσω της υπόφυσης. Ο υποθάλαμος είναι υπεύθυνος για ορισμένες διεργασίες του μεταβολισμού καθώς και αρκετές δραστηριότητες του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Ο υποθάλαμος επίσης συνθέτει και εκκρίνει σημαντικές για τον

οργανισμό ορμόνες, οι οποίες ονομάζονται εκλυτικές ορμόνες του υποθαλάμου και αυτές επάγουν ή αναστέλλουν την έκκριση των ορμονών της υπόφυσης. Ο υποθάλαμος ελέγχει την θερμοκρασία του σώματος, τον εμμηνορρυσιακό κύκλο, την πείνα, την δίψα, τον κάματο, τον ύπνο και τον κερκάρδιο ρυθμό. Ο υποθάλαμος επηρεάζει και ρυθμίζει την συναισθηματική συμπεριφορά του ανθρώπου, όπως είναι ο θυμός, η σεξουαλική δραστηριότητα αλλά και την ομοιόσταση καθώς η λειτουργία του είναι απαραίτητη για την φυσιολογική αρτηριακή πίεση, τη ρύθμιση του καρδιακού παλμού και την θερμοκρασία. Η λειτουργία του υποθαλάμου είναι καθοριστική για την διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών μεταξύ των δύο φύλων. Η επικοινωνία του υποθαλάμου και της υπόφυσης για την ανταλλαγή ορμονών, πραγματοποιείται μέσω του πυλαίου- υποφυσιακού συστήματος. Οι πυρήνες του εγκεφάλου, όπως ο παρακοιλιακός, ο τοξοειδής, ο χοανοειδής, ο οπίσθιος και ο μέσος ραχιαίος πυρήνας, είναι συγκεκριμένες περιοχές- αφετηρίες όλων των ορμονών του υποθαλάμου.[2,11]

Οι θάλαμοι του εγκεφάλου είναι 2 δομές, ογκώματα, σε σχήμα αχλαδιού, τα οποία αποτελούνται από φαιά ουσία. Έχουν οριζόντια διεύθυνση και συγκλίνουν στα πρόσθια άκρα τους. Το πρόσθιο άκρο του κάθε θαλάμου ορίζει μαζί με το αντίστοιχο πρόσθιο τμήμα της ψαλίδας του μεσοκοιλιακού τρήματος γνωστό και ως τρήμα του «Μοηρο». Το οπίσθιο άκρο του κάθε θαλάμου, ονομάζεται προσκέφαλο, όπου από την κάτω επιφάνειά του, εκφύεται ένα ζεύγος σφαιρικών ογκωμάτων, τα οποία ονομάζονται έσω και έξω γονατώδες σώμα. Ακριβώς έξω από τον εκάστοτε θάλαμο βρίσκεται η έσω κάψα και αμέσως μετά ο φακοειδής πυρήνας. Μέσω της μεσοθαλάμιας σύνδεσης συνδέονται οι δύο θάλαμοι. Το όριο μεταξύ της άνω και της έσω επιφάνειας αποτελεί η μυελίνη, ταινία η οποία καταλήγει στο σύνδεσμο της ηνίας. Αντίθετα, το εξωτερικό όριο της άνω επιφάνειας αποτελεί η μεθόρια ταινία. Η κάτω επιφάνεια έρχεται σε επαφή με την υποθαλάμια χώρα και διαχωρίζεται με την υποθαλάμια αύλακα. Ο θάλαμος μπορεί και ρυθμίζει πολλαπλές λειτουργίες του οργανισμού. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως το κέντρο πληροφοριών καθώς λειτουργεί ως συνδετικός κρίκος πλήθους ανιόντων και κατιόντων δεματίων. Εκτός από το οσφρητικό σύστημα κάθε άλλο αισθητηριακό σύστημα, περιλαμβάνει έναν από τους πυρήνες του θαλάμου στον οποίο φτάνουν τα αισθητήρια σήματα και στη συνέχεια αποστέλλονται στις κατάλληλες περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού.

Επιγραμματικά οι πυρήνες που βρίσκονται στον θάλαμο είναι οι πρόσθιοι πυρήνες, οι έσω, οι ραχιαίοι, ο πρόσθιος ραχιαίος, ο μέσος ή έξω κοιλιακός, ο οπίσθιος κοιλιακός, οι πυρήνες του προσκέφαλου, οι δικτυωτοί, οι παρακοιλιακοί και οι ενδοπετάλιοι πυρήνες. Ο θάλαμος σχετίζεται με την ρύθμιση του ύπνου- εγρήγορσης με τους ενδοπετάλιους πυρήνες αλλά και με τις σπλαχνικές αντιδράσεις που ρυθμίζονται με τους παρακοιλιακούς, τους έσω και τους πρόσθιους πυρήνες. Ο θάλαμος ρυθμίζει επίσης την έκφραση των συναισθημάτων αλλά και τον μηχανισμό της μνήμης. Ο οπίσθιος κοιλιακός πυρήνας του θαλάμου είναι απαραίτητος για την γενική αίσθηση του σώματος αλλά και για την γεύση. Επίσης, μέσω του θαλάμου επιτυγχάνεται η στατική και κινητική ισορροπία του σώματος από τον έξω κοιλιακό πυρήνα. Μπορεί να χαρακτηριστεί επίσης ως κέντρο κίνησης των μυών του σώματος. Σε περίπτωση βλάβης του θαλάμου εμφανίζεται παθολογία, όπως αναισθησία του ετερόπλευρου ημιμορίου του σώματος, αφόρητοι πόνοι, μυρμηγκισμοί, παραισθήσεις, ανώμαλες ακούσιες κινήσεις, κατάσταση θαλαμικού άνω άκρου, δηλαδή το άνω άκρο βρίσκεται σε κάμψη και πρηνισμό, οι κεντρικές φάλαγγες των δακτύλων βρίσκονται σε έκταση όπως και οι υπόλοιπες φάλαγγες σε έκταση και κώμα. [1,2,11]

Επιπροσθέτως ένα τμήμα του εγκεφάλου που επηρεάζει την ρύθμιση του ύπνου - αφύπνιση είναι ο επιθάλαμος. Ο επιθάλαμος τοποθετείται μπροστά από το επιθηλιακό πέταλο της τρίτης κοιλίας. Αυτό το πέταλο βρίσκεται στο πάνω τοίχωμα της τρίτης κοιλίας

ανάμεσα στις δύο μυέλινες ταινίες και στο μπροστινό τμήμα συνδέεται με τα πρόσθια σκέλη της ψαλίδας. Ο επιθάλαμος στο πίσω τμήμα του αποτελείται από την επίφυση ή αλλιώς κωνάριο. Πρόκειται για μία μικρή δομή που τοποθετείται στον υποκωνάριο βόθρο, ανάμεσα δηλαδή στο σπληνίο του μεσολόβιου και στα πρόσθια διδύμια. Από τα πλάγια της επίφυσης εξέρχεται δεξιά και αριστερά μία δεσμίδα από λευκή ουσία η οποία στο μπροστινό τμήμα συνδέεται με την μυέλινη ταινία και αποτελεί το σκέλος του κωναρίου. Κάτω από την βάση του κωναρίου και πάνω από το άνω στόμιο του υδραγωγού του «Sylvius» βρίσκεται οπίσθιος σύνδεσμος του εγκεφάλου, ο οποίος εγκάρσια ενώνει τους δύο θαλάμους. Βασική λειτουργία του επιθαλάμου είναι η σύνδεση του στεφανιαίου συστήματος, το οποίο είναι υπεύθυνο για την μνήμη, τη συμπεριφορά και τα συναισθήματα, σε συνεργασία με άλλα στοιχεία του εγκεφάλου. Ο επιθάλαμος είναι επίσης υπεύθυνος για την ρύθμιση της έκκρισης της μελατονίνης από την επίφυση, η οποία είναι ορμόνη υπεύθυνη για την ρύθμιση του κερκάδιου ρυθμού, δηλαδή την ρύθμιση ύπνου- αφύπνιση καθώς και για την ρύθμιση των οδών της κίνησης και τα συναισθήματα. Μελέτες έχουν δείξει πως η επίφυση μπορεί να επηρεάσει την δράση των ψυχοδραστικών φαρμάκων, όπως η κοκαΐνη και τα αντικαταθλιπτικά και τονίζεται πως η μελατονίνη είναι σημαντική για την αποφυγή του νευροεκφυλισμού. Εν κατακλείδι, θεωρείται πως ο επιθάλαμος σχετίζεται και με τα οπτικά αντανάκλαστικά τόξα λόγω της συνδετικότητας με τις υπόλοιπες περιοχές του εγκεφάλου που έχει. [1,11]

Κεφάλαιο 3

3. Ανάλυση ύπνου

Ο ύπνος είναι μία κατάσταση ανάπαυσης και ανανέωσης του οργανισμού κατά την οποία ο εγκέφαλος παράγει ορισμένες κυματομορφές οι οποίες οργανώνονται και ορίζουν τις διαφορετικές φάσεις του ύπνου, δηλαδή REM και non-REM ύπνος που θα αναλυθούν παρακάτω. Ο ύπνος αποτελεί μία από τις σημαντικότερες φυσικές λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος, καθώς συμβάλει στην εύρυθμη λειτουργία σωματικών και ψυχικών διαδικασιών. Πιο αναλυτικά η ποιότητα αλλά και η διάρκεια του ύπνου επηρεάζουν την καθημερινή απόδοση αλλά και την ψυχολογική κατάσταση, ουσιαστικά την γενική ευεξία του ανθρώπου και για τον λόγο αυτόν αποτελεί αναπόσπαστο και σημαντικό κομμάτι για την υγεία του ανθρώπου.[1,13]

3.1 Ορισμός του ύπνου

Ο ύπνος ορίζεται σαν μία φυσική και επαναλαμβανόμενη κατάσταση που είναι σωματική και ψυχική. Χαρακτηρίζεται από μειωμένη συνείδηση και αλληλεπίδραση με το περιβάλλον καθώς και μειωμένη δραστηριότητα των γραμμωτών μυών του σώματος. Ουσιαστικά διαφέρει από την αφύπνιση-εγρήγορηση ως προς την αντίληψη των ερεθισμάτων και αντιστρέφεται πιο εύκολα από την κατάσταση που υπάρχει κώμα. Μπορεί να θεωρηθεί ότι η κατάσταση του ύπνου βρίσκεται στο μεταίχμιο των δύο καταστάσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ο ύπνος διαχωρίζεται σε δύο καταστάσεις ανάλογα τον ρυθμό/συχνότητα των κυμάτων που εμφανίζονται κατά την διάρκεια αυτής της κατάστασης και διαχωρίζεται σε REM(Rapid Eye Movement) και non-REM, ύπνο βραδέων κυμάτων. Κατά την διάρκεια του

ύπνου REM, αν και χαρακτηρίζεται από την γρήγορη κίνηση των ματιών, εμφανίζονται αρκετές καταστάσεις που οι περισσότεροι έχουν αντιμετωπίσει, όπως η υπνική παράλυση που συμβαίνει κατά την διάρκεια του ύπνου και τα όνειρα που είναι μεταξύ πραγματικότητας και φαντασίας.[1,2,14]

Ο ύπνος είναι μία εύκολα αναστρέψιμη κατάσταση με σκοπό την αποκατάσταση του ανοσοποιητικού, νευρικού, σκελετικού και μυϊκού συστήματος με σκοπό την μείωση της σωματικής κόπωσης που προκλήθηκε από την καθημερινή καταπόνηση του σώματος λόγω ορθοστασίας, βαδίσματος, εργασίας και μελέτης. Αποτελεί μια διαδικασία που συμβάλλει στην διάθεση, την μνήμη και τις γνωστικές επιδόσεις του ατόμου καθώς ευθύνεται για την εύρυθμη λειτουργία του ενδοκρινικού και ανοσοποιητικού συστήματος. Αυτό συμβαίνει καθώς κατά την διάρκεια του ύπνου παράγονται ορμόνες σημαντικές για την σωστή λειτουργία του οργανισμού και ζωτικού χαρακτήρα. Για τον λόγο αυτό αναφέρεται επίσης πως η έλλειψη ύπνου για αρκετές μέρες είναι επικίνδυνη για τον οργανισμό και μπορεί να οδηγήσει και στον θάνατο.[1,13]

Οι ορμόνες γενικότερα είναι επίσης υπεύθυνες για να ρυθμίζουν την λειτουργία του βιολογικού ρολογιού, το εσωτερικό κίρκαδικό ρολόι. Αυτό ρυθμίζει την κυλιόμενη διαδοχή του ύπνου και της αφύπνισης σε καθημερινή βάση και κυρίως την νύχτα. Γενικότερα, τα τελευταία χρόνια σύμφωνα με μελέτες έχει αποδειχθεί πως το κίρκαδικό ρολόι μεγάλου αριθμού ανθρώπων έχει επηρεαστεί λόγω του τεχνητού φωτός γνωστό και ως blue light που προέρχεται από την τηλεόραση, το κινητό τηλέφωνο και τον υπολογιστή. Λόγω του σύγχρονου τρόπου ζωής η επαφή με συσκευές που παράγουν τεχνητό φως είναι πολλές και χρησιμοποιούνται σε αρκετά μεγάλο βαθμό.[19] Για παράδειγμα, ένα πείραμα που μπορούν να κάνουν όλοι είναι το εξής: για μία εβδομάδα μισή με μία ώρα πριν την ώρα ύπνου δεν θα γίνεται χρήση ηλεκτρονικών συσκευών και την επόμενη βδομάδα θα γίνεται χρήση. Πολλοί θεωρούν πως η παρατήρηση περιεχομένου στην οθόνη του κινητού ή του υπολογιστή, βοηθάει στο να κοιμηθεί πιο εύκολα. Στην πραγματικότητα συμβαίνει το αντίθετο λόγω του τεχνητού φωτός.[19]

3.2 Η σημασία του ύπνου για την ζωή

Ο ύπνος είναι σημαντικός για την ανάπτυξη του σώματος αλλά και του νου. Για τον λόγο αυτόν και τα μωρά όταν γεννιούνται κοιμούνται αρκετές ώρες ώστε να αναπτυχθούν. Κατά την διάρκεια του ύπνου λαμβάνουν χώρα σημαντικές λειτουργίες για τον οργανισμό, όπως η ανάπτυξη, η αναγέννηση των κυττάρων και η σταθεροποίηση της μνήμης. Η έλλειψη του ύπνου μπορεί να οδηγήσει σε κόπωση, σε αυξημένο κίνδυνο για την εμφάνιση ασθενειών, όπως καρδιακές παθήσεις, δυσλειτουργία κατά την επίτευξη στόχων κατά την διάρκεια της ημέρας όπως και εναλλαγές στην κατάσταση της ψυχικής υγείας. Πιο αναλυτικά, ο ύπνος επηρεάζει σε πολλά επίπεδα τον άνθρωπο, όπως στην φυσιολογία και την λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Αυτό έχει να κάνει με ορισμένες ορμόνες που απελευθερώνονται κατά την διάρκεια του ύπνου, οι οποίες επηρεάζουν την λειτουργικότητα των υπόλοιπων συστημάτων του οργανισμού. Για παράδειγμα κατά την διάρκεια του βαθύ ύπνου, απελευθερώνονται οι αυξητικές ορμόνες (growth hormone) συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση των νέων κυττάρων στον οργανισμό και την ανανέωση των παλιών. Επιπλέον, η αυξητική ορμόνη συμβάλλει στην ξεκούραση του σώματος. Αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια του σταδίου REM λαμβάνει μέρος η επεξεργασία των εμπειριών αλλά και διατήρηση της μνήμης. Είναι αντιληπτό, πως η έλλειψη αυτών των σταδίων του ύπνου μπορεί να επηρεάσει την πνευματική διαύγεια του ατόμου, να δυσκολέψει την επίλυση καθημερινών προβλημάτων και προκλήσεων που υπό άλλες συνθήκες δεν θα εμφανιζόταν. Επιπροσθέτως, άλλη μία

επίπτωση της έλλειψης ύπνου είναι η “πτώση” του ανοσοποιητικού συστήματος, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα νόσησης από κάποια ασθένεια. Η χρόνια έλλειψη ύπνου μπορεί να συμβάλλει στην εμφάνιση σακχαρώδη διαβήτη, καρδιακών παθήσεων αλλά και νευρολογικών διαταραχών.[14,16]

3.3 Ύπνος και κिरκάδιος ρυθμός

Ο ύπνος και η εγρήγορση εμφανίζουν κिरκαδική περιοδικότητα περίπου 24 ωρών όπως και άλλες συμπεριφορές και βιολογικές δραστηριότητες. Οι κिरκάδιοι ρυθμοί είναι ενδογενείς δηλαδή δεν επηρεάζονται από εξωτερικά ερεθίσματα αλλά εμφανίζονται είτε υπάρχουν ερεθίσματα είτε όχι. Ωστόσο, υπό φυσιολογικές συνθήκες, οι ρυθμοί αυτοί προσαρμόζονται σύμφωνα με τα εξωτερικά ερεθίσματα χρονισμού, δηλαδή τους χρονοδότες, ώστε να συμβαδίζουν οι δραστηριότητες με το περιβάλλον. Σαν χρονικό ερέθισμα μπορεί να χαρακτηριστεί το φως της ημέρας ή αντίστοιχα το σκοτάδι, καθώς σχετίζονται με την ενεργό ή ανενεργό φάση του κिरκαδικού ρυθμού σε ορισμένα ζώα, αντίστοιχα. Ένα παράδειγμα για να γίνει κατανοητός ο παραπάνω διαχωρισμός, είναι οι ώρες ύπνου ενός ενήλικα ανθρώπου σε σύγκριση με τις αντίστοιχες των νυχτόβιων ζώων. Η πλειονότητα των ενηλίκων κοιμούνται την νύχτα και δραστηριοποιούνται την ημέρα, ενώ οι αρουραίοι που χαρακτηρίζονται ως νυχτόβια ζώα μένουν ξύπνια όταν είναι σκοτάδι και κοιμούνται όταν υπάρχει φως. Ο κिरκαδικός ρυθμός που ρυθμίζει τον ύπνο, είναι ενδογενής και για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός εσωτερικού ρολογιού ή ενός βηματοδότη.[1,19]

Ο υπερχιασματικός πυρήνας του προσθίου υποθαλάμου αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εσωτερικά ρολόγια του οργανισμού, αφού το φως φτάνει στον πυρήνα μέσω του δικτυοθαλαμικού δεματίου, το οποίο διέρχεται από τον αμφιβληστροειδή στον υπερχιασματικό πυρήνα και είναι εφικτή η ανίχνευση του φωτός. Σε περίπτωση βλάβης του υπερχιασματικού πυρήνα το κिरκαδικό ρολόι του οργανισμού χάνει την ακρίβειά του ως προς τις λειτουργίες που πρέπει να ρυθμίσει. Η λύση στο παραπάνω πρόβλημα είναι η μεταμόσχευση εμβρυϊκού υπερχιασματικού πυρήνα. [1] Πολλές φορές η χρονική ρύθμιση των βηματοδοτών του κिरκαδικού ρυθμού ενδέχεται να αναπροσαρμοστεί ύστερα από κάποια μεταβολή στην καθημερινότητα όπως μεγάλα ταξίδια με αεροπλάνο ή νυχτερινή εργασία ορισμένων ατόμων για μεγάλο χρονικό διάστημα. Πρέπει να σημειωθεί, πως η προσαρμογή στις νέες συνθήκες είναι μία δύσκολη διαδικασία για τον οργανισμό αφού εκτός από τον κύκλο ύπνου-εγρήγορσης επηρεάζονται και άλλοι κिरκαδικοί ρυθμοί. Η διαδικασία του ύπνου δεν είναι ευμετάβλητη από την μία μέρα στην άλλη, ακόμα και σε συνθήκες μεγάλων αλλαγών θα επηρεαστεί σε μικρό βαθμό λόγω των διαφοροποιήσεων στην δραστηριότητα και την αισθητική διέγερση. Εάν μία μέρα ένα άτομο ασκήθηκε έντονα, συνέβησαν διάφορα γεγονότα, παρέμεινε αρκετή ώρα στο κρεβάτι ή υπήρξε βαθιά αναστολή των αισθητικών ερεθισμάτων ο χρόνος του ύπνου δεν θα επηρεαστεί αρκετά.[1,2,19] Όμως ο χρόνος του ύπνου και γενικά η συνολική διαδικασία του ύπνου επηρεάζεται αρκετά όταν υπάρχει αλλαγή στην κατανάλωση της τροφής, την σωματική ή πνευματική κόπωση και την διάθεση. Ο μόνος συντελεστής συμπεριφοράς που αυξάνει ουσιαστικά τον χρόνο του ύπνου είναι η προηγούμενη έλλειψη ύπνου.

Ο κिरκαδικός ρυθμός μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένας κύκλος 24 ωρών που ρυθμίζει τις φυσιολογικές λειτουργίες του οργανισμού όπως συμβαίνει και με τον κύκλο ύπνου-εγρήγορσης. Γενικότερα στον οργανισμό υπάρχουν πολλά εσωτερικά ρολόγια που ρυθμίζουν τις λειτουργίες του οργανισμού και συνεργάζονται μεταξύ τους. Όπως αναφέρθηκε ο συντονισμός και η λειτουργία του κिरκαδικού ρυθμού ρυθμίζεται από τον υπερχιασματικό πυρήνα SCN ο οποίος τοποθετείται στον υποθάλαμο του εγκεφάλου και λαμβάνει

πληροφορίες για την φωτεινότητα από τα μάτια καθώς λαμβάνει σήματα φωτός και σκότους μέσω του οπτικού νεύρου και προκαλεί απελευθέρωση των ορμονών του ύπνου και της αφύπνισης όπως η μελατονίνη και η κορτιζόλη αντίστοιχα. Το ενδιαφέρον με τα ρολόγια του οργανισμού είναι η αλληλεπίδραση που έχουν μεταξύ τους. Ο κίρκαδικός ρυθμός και ο κύκλος ύπνου-εγρήγορσης συνεργάζονται για να ρυθμίσουν την αίσθηση της υπνηλίας και της εγρήγορσης. Ο κύκλος ύπνου-εγρήγορσης επηρεάζεται κυρίως από δύο διαδικασίες, δηλαδή την ομοιόσταση του ύπνου/αφύπνισης και το κίρκαδικό ρολόι. Η ομοιόσταση του ύπνου/αφύπνισης έχει να κάνει με την ανάγκη που εμφανίζει το άτομο για ύπνο όταν είναι ξύπνιο, καθώς όσο περισσότερο είναι ξύπνιο τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη για ύπνο. Το κίρκαδικό ρολόι από την άλλη πλευρά, προκαλεί διακυμάνσεις στην εγρήγορση κατά την διάρκεια της ημέρας και είναι εύκολο να το παρατηρήσει κάποιος αν κοιτάξει τις ώρες που αισθάνεται υπνηλία, αφού στις περισσότερες περιπτώσεις οι ενήλικες αισθάνονται μεγαλύτερη υπνηλία μεταξύ 2π.μ και 4π.μ και μεταξύ 1μ.μ και 3μ.μ.[17,19]

Συμπερασματικά, ο κίρκαδικός ρυθμός επηρεάζει τον χρόνο έναρξης του ύπνου και τις περιόδους αφύπνισης και ο κύκλος ύπνου-εγρήγορσης καθορίζει την διάρκεια του ύπνου ανάλογα την ώρα που το άτομο ήταν ξύπνιο Πρέπει να γίνει κατανοητό πως όλες οι διαδικασίες ύπνου/αφύπνισης και ρύθμισης του κίρκαδικού ρολογιού οφείλονται στην δράση των νευροδιαβιβαστών και των ορμονών που παράγονται από τον οργανισμό. Οι χημικές ουσίες του εγκεφάλου όπως η αδενosίνη, η μελατονίνη, η κορτιζόλη και οι νευροδιαβιβαστές είναι σημαντικές για την ρύθμιση τόσο του κίρκαδικού ρυθμού όσο και του κύκλου ύπνου-εγρήγορσης. Η αδενosίνη συσσωρεύεται κατά τη διάρκεια της εγρήγορσης, προκαλώντας υπνηλία, ενώ η μελατονίνη προάγει την υπνηλία. Η κορτιζόλη συμβάλλει στην διαδικασία της αφύπνισης το πρωί και οι νευροδιαβιβαστές όπως η ακετυλοχολίνη βοηθούν στην σταθεροποίηση της μνήμης κατά τη διάρκεια του ύπνου.[1,19]

3.4 Τα στάδια του ύπνου

Ο ύπνος χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση τεσσάρων κριτηρίων, την μείωση της κινητικής δραστηριότητας, ελαττωμένη αντίδραση στα ερεθίσματα, καθορισμένες στάσεις σώματος όπως εμβρυική στάση και κλείσιμο ματιών και είναι εύκολα και γρήγορα αναστρέψιμη κατάσταση. Η αναστρεψιμότητα αποτελεί και την ειδοποιό διαφορά του ύπνου με το κώμα και τη χειμερία νάρκη των οργανισμών. Η δραστηριότητα κατά την διάρκεια του ύπνου μπορεί εύκολα να καταγραφεί μέσω της καταγραφής της μυϊκής δραστηριότητας με το μυογράφημα, τις κινήσεις των οφθαλμών με την χρήση ηλεκτροοφθαλμογραφήματος και την συνολική υπνική δραστηριότητα των νευρώνων του φλοιού με τον ηλεκτροεγκεφαλογράφο.[1,15]

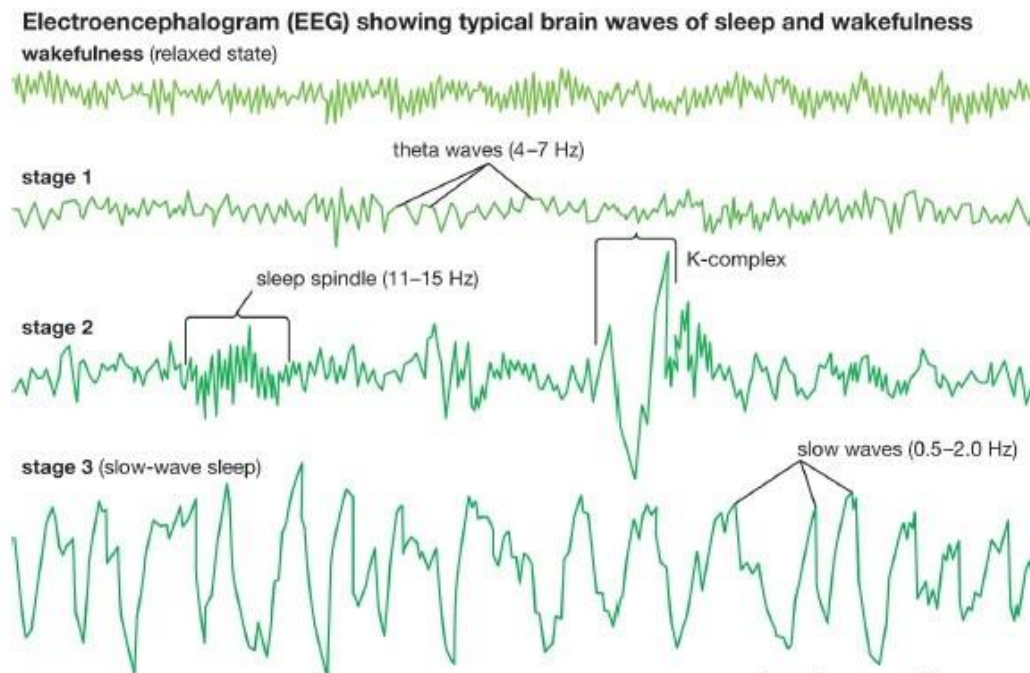
Το πρώτο στάδιο που εμφανίζεται όταν ένας άνθρωπος πέφτει για ύπνο είναι non REM και απεικονίζεται και στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα με χαρακτηριστικές αλλαγές στην παραγόμενη κυματομορφή. Στην συνέχεια εμφανίζεται το στάδιο του REM ύπνου ο οποίος χαρακτηρίζεται από ταχείες κινήσεις των οφθαλμών αλλά και πλήρη αναστολή του τόνου των σκελετικών μυών. Έχει διαπιστωθεί πως κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης του ύπνου παράγονται τα περισσότερα όνειρα. [1,17]

Ο non REM ύπνος εμφανίζει τέσσερα στάδια εκ των οποίων το ένα εμφανίζεται μόνο κατά την έναρξη του ύπνου. Πιο αναλυτικά, η νευρωνική δραστηριότητα βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και ο μεταβολικός ρυθμός με την θερμοκρασία του εγκεφάλου λαμβάνουν την χαμηλότερη τιμή τους κατά την διάρκεια των non REM σταδίων. Όταν η συμπαθητική διέγερση είναι σε χαμηλά επίπεδα, ο καρδιακός ρυθμός και η αρτηριακή πίεση μειώνονται, σε αντίθεση με την δράση του παρασυμπαθητικού που κατά την διάρκεια του non REM ύπνου

κυριαρχεί και ο μυϊκός τόνος καθώς και τα αντακλαστικά στα ερεθίσματα παραμένουν αμετάβλητα. Κατά την διάρκεια του ύπνου η τάση του σήματος αυξάνεται και η συχνότητα του σήματος μειώνεται. Όταν ξεκινάει η διαδικασία της αφύπνισης η θερμοκρασία του σώματος μειώνεται. Ουσιαστικά σαν τιμή αναφοράς λαμβάνεται η τιμή της θερμοκρασίας του σώματος και παρατηρείται μείωση της θερμοκρασίας κατά 1°C (36°C , $35,5^{\circ}\text{C}$) και για τον λόγο αυτό το πρωί πριν την αφύπνιση υπάρχει η αίσθηση του κρύου στο σώμα(υποθερμία).[1] Ένας κύκλος ύπνου περιέχει διαδοχικά όλα τα στάδια που αναφέρθηκαν παραπάνω και διαρκεί 90 λεπτά. Η διάρκεια των διαφορετικών σταδίων του ύπνου μειώνεται όσο περνάει η ώρα και ίσως να μην εμφανίζονται κάποια στάδια όπως για παράδειγμα να μην εμφανίζεται το στάδιο του βαθύ ύπνου. Κατά την διάρκεια του ύπνου ολοκληρώνονται 4 με 5 κύκλοι.[15]

Υπάρχουν 3 βασικοί μηχανισμοί που συνεργάζονται και ρυθμίζουν την εναλλαγή της δραστηριότητας μεταξύ της φάσης του ύπνου και της εγρήγορσης. Πιο αναλυτικά, συνεργάζονται οι παρακάτω λειτουργίες, το αυτόνομο νευρικό σύστημα, παρασυμπαθητικό και συμπαθητικό νευρικό σύστημα, οι ομοιοστατικοί μηχανισμοί και ο κερκάδιος ρυθμός.

- Ο non REM ύπνος χωρίζεται σε τέσσερα στάδια:



Εικόνα 1.5: Κυματομορφές σταδίων του ύπνου.[20]

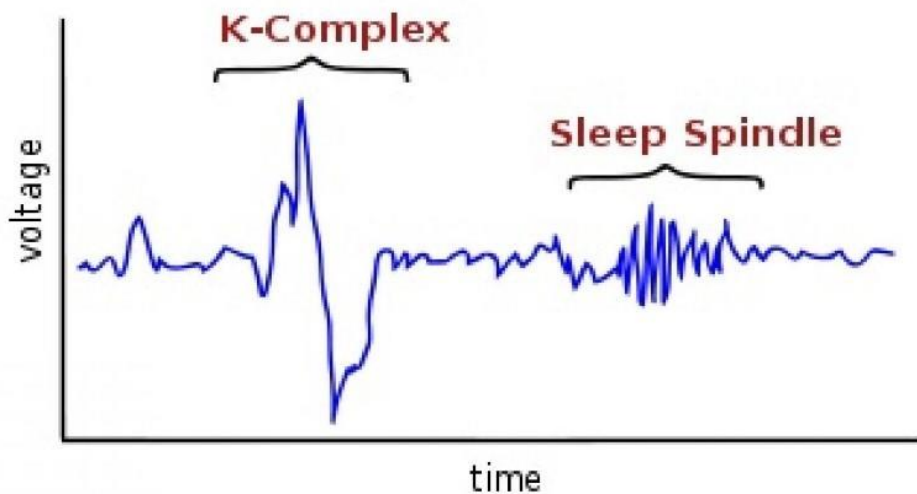
→ ΣΤΑΔΙΟ N1

Το στάδιο N1 αποτελεί το μεταίχμιο μεταξύ εγρήγορσης και έναρξης του ύπνου και έχει διάρκεια κάποιων λεπτών. Κατά την διάρκεια της εγρήγορσης εμφανίζεται χαμηλή δραστηριότητα, με πλάτος της κυματομορφής στα $10\text{-}30\mu\text{V}$ και συχνότητα $16\text{-}25\text{Hz}$. Καθώς το άτομο ξαπλώνει και χαλαρώνει και ξεκινάει η διαδικασία του ύπνου εμφανίζεται ατρακτοειδής (sinusoidal) δραστηριότητα ή αλλιώς κύματα άλφα με πλάτος $20\text{-}40\mu\text{V}$ και συχνότητα 10 Hz . Κατά την μετάβαση στο στάδιο 1 εμφανίζονται βραδύτερες συχνότητες, χαμηλά δυναμικά και μικτές συχνότητες. Η σκελετική δραστηριότητα στον non REM ύπνο είναι υπαρκτή αλλά δεν εμφανίζονται ταχείες κινήσεις οφθαλμών. Κατά την διάρκεια του ύπνου εμφανίζονται βραδείες, κυλιόμενες, οφθαλμικές κινήσεις και αυτό αποτυπώνεται στο

ηλεκτροεγκεφαλογράφημα με κυματομορφές χαμηλού δυναμικού μικτών συχνοτήτων. Επιπροσθέτως, εμφανίζονται σήματα θήτα κατά την έναρξη της διαδικασίας του ύπνου, δηλαδή στον πρώτο κύκλο ύπνου και αρκετές φορές, κυρίως κατά την συλλογή σημάτων ύπνου από smartwatch δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός του σταδίου N1 από τον ύπνο REM καθώς λαμβάνεται παρόμοια κυματομορφή και από τα δύο στάδια. Ωστόσο, σύμφωνα με την βιβλιογραφία υπάρχει η σύμβαση να ονομάζεται σήμα N1 στον πρώτο κύκλο του ύπνου και χαρακτηρίζεται από μικρό πλάτος σήματος και μεγάλη συχνότητα .

→ **ΣΤΑΔΙΟ N2**

Το στάδιο 2 του non REM ύπνου ακολουθεί το στάδιο N1 και χαρακτηρίζεται από εξάρσεις ατρακτοειδών κυμάτων που ονομάζονται άτρακτοι ύπνου ή υπνικοί άτρακτοι (sleep spindles). Το εύρος των συχνοτήτων που τους χαρακτηρίζει είναι 12-14 Hz. Στο στάδιο N2 εμφανίζονται επίσης διφασικά σήματα υψηλού δυναμικού, τα συμπλέγματα K ή K-complexes, τα οποία εμφανίζονται ξαφνικά σε περιβάλλον συνεχούς χαμηλού δυναμικού. Σε αυτό το στάδιο, η κίνηση των μυών είναι ακόμα πιο χαμηλή από το N1. Πιο αναλυτικά, τα συμπλέγματα K είναι δίπολα κύματα μεγάλου πλάτους και μικρής συχνότητας, ενώ οι υπνικοί άτρακτοι εμφανίζουν χαμηλό πλάτος κύματος και μεγάλη συχνότητα που κυμαίνεται από 12Hz έως 17Hz. Και στις δύο περιπτώσεις τα κύματα έχουν ημιτονοειδή μορφή. Ενδέχεται στο υπόβαθρο του αρχικού σήματος να υπάρχουν και πιο χαμηλές συχνότητες καθώς και σήματα δέλτα. Τα συμπλέγματα K εμφανίζονται ξαφνικά στην κυματομορφή που καταγράφεται από τον ηλεκτροεγκεφαλόγραφο και για τον λόγο αυτό ονομάζονται K-complexes αφού φαίνεται σαν το αντανακλαστικό από το ξαφνικό χτύπημα της πόρτας (ερέθισμα) γι' αυτό και χαρακτηρίζονται ως συμπλέγματα K από το knock.



Εικόνα 1.6: Γράφημα k-Complex και Sleep Spindle.[20]

→ **ΣΤΑΔΙΟ N3**

Στο στάδιο 3, βασικός ύπνος, εμφανίζονται κύματα με μεγάλα πλάτη και ακόμα πιο μικρές συχνότητες , κύματα δέλτα, ενώ υπνικές άτρακτοι και συμπλέγματα K είναι αρκετά σπάνιο να εμφανιστούν. Το εύρος των συχνοτήτων κυμαίνεται από 0,5-2 Hz.

→ **ΣΤΑΔΙΟ N4**

Στο στάδιο 4, βαθύς ύπνος, επικρατούν τα κύματα δέλτα. Η κίνηση των μυών ουσιαστικά μειώνεται σε μεγάλο βαθμό και το άτομο οδηγείται στον βαθύ ύπνο. Στα στάδια 3 και 4 λόγω

παρασυμπαθητική νεύρωση της κόρης σε σχέση με την συμπαθητική. Ωστόσο, οι ομοιοστατικοί μηχανισμοί εξασθενούν αφού η αναπνοή παραμένει μερικώς αμετάβλητη με τις αλλαγές του CO₂ του αίματος και δεν υπάρχει αντίδραση στις εναλλαγές ζέστης και κρύου.[17]

Ύστερα από την παραπάνω ανάλυση των σταδίων, είναι κατανοητό πως η διαδικασία του ύπνου δεν είναι απλά μία μετάβαση από την εγρήγορση στον ελαφρύ ύπνο και από τον ελαφρύ ύπνο στον βαθύ αλλά μία συνεχή εναλλαγή των σταδίων που χαρακτηρίζονται ως διακριτές φάσεις. Ο συνολικός ύπνος χωρίζεται σε ποσοστά 75% non-REM ύπνο και 25% REM ύπνο. Το κάθε στάδιο είναι μία σύνθετη διαδικασία και θεωρείται έκφραση της διαφορετικής σύνθεσης των φυσιολογικών μηχανισμών που αντιπροσωπεύουν μία διακριτή εγκεφαλική φάση. Λόγω των χαρακτηριστικών του ύπνου REM θεωρείται πιο ελαφρύς σε σχέση με τον non REM ύπνο αφού ο άνθρωπος αφυπνίζεται πιο εύκολα κατά την διάρκεια του REM ύπνου απ'ότι στον non REM ύπνο. Από την άλλη αν συγκριθούν διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως ο μυϊκός τόνος ή τα αντανακλαστικά, ο non REM ύπνος διατηρεί τις τιμές του ενώ στον REM ύπνο ελαττώνονται.[1,17]

Οι φάσεις REM και non REM εμφανίζονται περιοδικά, ουσιαστικά δημιουργούν μία κυκλική εναλλαγή κατά την διάρκεια του ύπνου. Ο άνθρωπος από την στιγμή που ξαπλώνει στο κρεβάτι και λαμβάνει θέση για την έναρξη του ύπνου ξεκινά από το στάδιο N1 και καταλήγει στο στάδιο N4. Μέσα σε αυτό τον κύκλο σταδίων παρεμβάλλονται κινήσεις και αφυπνίσεις. Μόλις ολοκληρωθεί ο πρώτος κύκλος ύπνου που διαρκεί κατά μέσο όρο 70-80 λεπτά, ο άνθρωπος επανέρχεται στο 2ο ή 3ο στάδιο για μικρό χρονικό διάστημα και ξεκινά νέο κύκλο ύπνου με αρχή τον REM ύπνο διάρκειας 5-10 λεπτών. Ο κύκλος REM/non-REM διαρκεί περίπου 90-110 λεπτά και επαναλαμβάνεται από τέσσερις έως έξι φορές κατά την διάρκεια του νυχτερινού ύπνου. Κατά την διάρκεια της νύχτας η διάρκεια των σταδίων 3 και 4 μειώνεται σταδιακά ενώ η διάρκεια του REM ύπνου αυξάνεται.[15]

Ο ερεθισμός του οπίσθιου υποθαλάμου επιφέρει εγρήγορση στον οργανισμό και είναι παρόμοια με αυτή που δημιουργείται όταν ενεργοποιείται ο μεσεγκέφαλος. Η υποθαλαμική εγρήγορση επιτυγχάνεται μέσω της δράσης των ισταμινεργικών νευρώνων οι οποίοι συνδέονται με κύτταρα του στελέχους προς τα κάτω και με κύτταρα του πρόσθιου εγκεφάλου προς τα πάνω. Στην περίπτωση που οι ισταμινεργικοί νευρώνες μειωθούν ή καταστραφούν στον οπίσθιο υποθάλαμο αυξάνεται ο ύπνος καθώς και η αναστολή των ισταμινεργικών ώσεων με αντιισταμινικά φάρμακα προάγει τον ύπνο. Σε αντίθεση με τον οπίσθιο υποθάλαμο που ρυθμίζει την εγρήγορση, ο ηλεκτρικός ερεθισμός του πρόσθιου υποθαλάμου και της παρακείμενης βασικής περιοχής του πρόσθιου εγκεφάλου και της παρακείμενης βασικής περιοχής του πρόσθιου εγκεφάλου βοηθάει στην ενίσχυση της εγρήγορσης και στο ενδεχόμενο βλάβης των περιοχών αυτών ο ύπνος μειώνεται. Η επαγωγή του ύπνου επιτυγχάνεται από τους GABA-εργικούς ανασταλτικούς νευρώνες, τα non-REM ον κύτταρα. Ο ρόλος αυτών των κυττάρων είναι η αναστολή των ισταμινεργικών κυττάρων του οπίσθιου υποθαλάμου καθώς και τα κύτταρα του δικτυωτού πυρήνα της γέφυρας στο μεσεγκέφαλο που είναι υπεύθυνα για την εγρήγορση.[1]

3.5 Μοριακή ανάλυση της διαδικασίας ύπνου

Η εγρήγορση και ο ύπνος ρυθμίζονται από διαφορετικά νευρικά συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, ο non-REM ύπνος ρυθμίζεται από τη διαντίδραση μηχανισμών που επάγουν τον ύπνο και την εγρήγορση. Όπως αναφέρθηκε ο non-REM ύπνος χαρακτηρίζεται από ατράκτους και βραδέα κύματα τα οποία είναι αποτέλεσμα συγχρονισμένων συναπτικών δυναμικών των νευρώνων του φλοιού. Τα δυναμικά αυτά είναι αποτέλεσμα της ρυθμικής

πυροδότησης των θαλαμικών νευρώνων που εδραιάζουν στον φλοιό, των νευρώνων GABA. Οι GABA νευρώνες του δικτυωτού πυρήνα, δημιουργούν ένα δυναμικό ενέργειας υπεύθυνο για την δραστηριότητα της μεμβράνης και είναι υπεύθυνοι για την δημιουργία των ατράκτων που εμφανίζονται στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα. Η διαδικασία της παραγωγής των δυναμικών ενέργειας ακολουθεί μία διαδικασία καθορισμένων βημάτων. [1]

Πρώτον, το ασβέστιο εισέρχεται στα κύτταρα του δικτυωτού πυρήνα μέσω τασεοευαίσθητων μεμβρανικών διαύλων οι οποίοι ανοίγουν μόνο όταν υπερπολώνονται. Όταν η συγκέντρωση του ασβεστίου είναι στην μέγιστη τιμή της παράγεται το δυναμικό ενέργειας. Όταν η συγκέντρωση του ασβεστίου μειωθεί η διαδικασία της υπερπόλωσης αρχίζει ξανά. Ο κύκλος εισόδου του ασβεστίου που οδηγεί σε υπερπόλωση έχει ως αποτέλεσμα την ρυθμική πυροδότηση. Η ρυθμική πυροδότηση των θαλαμοφλοιωδών κυττάρων που υπερπολώνονται από το GABA, δημιουργεί συγχρονισμένα μετασυναπτικά δυναμικά στους νευρώνες που με τη σειρά τους παράγουν τα αιχμηρά κύματα που εμφανίζονται στον ηλεκτροεγκεφαλογράφο. [1]

Ο REM ύπνος από την άλλη ρυθμίζεται κυρίως από πυρήνες που τοποθετούνται μεταξύ μεσεγκεφάλου και γέφυρας. Στον REM ύπνο όπως και στην εγρήγορση, οι άτρακτοι του ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος και τα βραδέα κύματα δεν παράγονται. Τα PGO κύματα, η φασική κινητική δραστηριότητα και η μυϊκή ατονία είναι χαρακτηριστικά που εμφανίζονται κατά την διάρκεια του REM ύπνου. Όπως αναφέρθηκε κατά την διάρκεια του REM ύπνου το δυναμικό μειώνεται και δεν εμφανίζονται άτρακτοι και βραδέα κύματα. Οι χολινεργικοί νευρώνες στο μεσεγκέφαλο και το ραχιαίο τμήμα της γέφυρας είναι υπεύθυνα για την εγρήγορση του οργανισμού και την καταστολή των βραδέων κυμάτων. Η ακετυλοχολίνη (ACh) καθώς και άλλοι νευροδιαβιβαστές εκπολώνουν τους GABA νευρώνες του δικτυωτού πυρήνα και παρεμποδίζεται η υπερπόλωση και κατ' επέκταση η ρυθμική πυροδότηση των δικτυωτών νευρώνων. Έτσι, δημιουργείται μόνο ασύγχρονη δραστηριότητα με αποτέλεσμα χαμηλό δυναμικό, βασικό χαρακτηριστικό της εγρήγορσης και του ύπνου REM. Σημαντικός νευρωνικός μηχανισμός για την ρύθμιση του REM ύπνου βρίσκεται στον πρόσθιο δικτυωτό πυρήνα της γέφυρας.[1]

Τρία είδη νευρώνων που εμφανίζονται στον πρόσθιο δικτυωτό πυρήνα της γέφυρας του εγκεφάλου επηρεάζουν τον REM ύπνο. Τα χολινεργικά PGO- on κύτταρα ενεργοποιούνται και δημιουργούν τις PGO αιχμές που εμφανίζονται στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, ωστόσο δεν συμμετέχουν σε κάποια άλλη διαδικασία του ύπνου REM. Τα PGO-on κύτταρα δρομολογούνται από την δράση των σεροτονινεργικών REM- off κυττάρων στους πυρήνες της ραφής του στελέχους. Στην εναλλαγή από τον non- REM ύπνο στον REM ύπνο τα REM off κύτταρα παύουν να ενεργούν και δημιουργούνται PGO κύματα. Οι νοραδρενεργικοί νευρώνες στον υπομέλανα τόπο και οι ισταμινεργικοί νευρώνες στον οπίσθιο υποθάλαμο συμβάλλουν στην εναλλαγή αυτόνομου και μυϊκού τόνου κατά την διάρκεια του REM ύπνου. Στον πρόσθιο δικτυωτό πυρήνα της γέφυρας εμφανίζεται άλλος ένας τύπος κυττάρων, τα REM – waking- on κύτταρα τα οποία διεγείρονται κατά την διάρκεια του REM ύπνου και της ενεργού εγρήγορσης. Η δράση τους εμφανίζεται στους κινητικούς νευρώνες του νωτιαίου μυελού αλλά και στους κινητικούς μύες που ρυθμίζουν την κίνηση των οφθαλμών.[1]

Η πυροδότηση των παραπάνω κυττάρων κατά την διάρκεια της εγρήγορσης σχετίζεται με την κίνηση της κεφαλής, του αυχένα, των άκρων και των οφθαλμών ενώ κατά την διάρκεια του REM ύπνου συμβάλλουν στην ταχείες οφθαλμικές κινήσεις και συσπάσεις των μυϊκών ινών και την ταυτόχρονη αναστολή των κινητικών νευρώνων. Τα REM-on κύτταρα του πρόσθιου δικτυωτού πυρήνα της γέφυρας είναι σημαντικά για τον ύπνο REM αλλά δεν έχουν δράση κατά την εγρήγορση και τον non-REM ύπνο. Είναι λίγα σε αριθμό και αποτελούν το κλειδί για τον REM ύπνο. Υποκατηγορίες αυτού του τύπου κυττάρων είναι τα GABA κύτταρα

και τα γλουταμινεργικά κύτταρα, που είναι υπεύθυνα για την απώλεια του μυϊκού τόνου στον REM ύπνο. Το κύκλωμα που είναι υπεύθυνο για τη αναστολή του μυϊκού τόνου είναι στην γέφυρα και τον προμήκη μυελό.[1,15]

3.6 Ενδογενείς ουσίες και ύπνος

Οι επιστήμονες μέχρι και σήμερα αναζητούν την ύπαρξη ουσιών που εκκρίνονται κατά την φάση της εγρήγορσης και μεταβολίζονται κατά την διάρκεια του ύπνου. Σκοπός αυτής της έρευνας είναι η ταυτοποίηση των ουσιών αυτών ώστε να γίνει κατανοητή η λειτουργία του ύπνου καθώς και να απομονωθεί η ουσία αυτή ώστε να χρησιμοποιείται σαν φυσικό υπνωτικό. Τα μουραμυλοπεπτίδια, η ιντερλευκίνη-1, η αδενοσίνη, το δέλτα υπναγωγό πεπτίδιο και άλλες αρκετές ουσίες εμφανίζουν υπνογόνες ιδιότητες αλλά δεν είναι ικανές να θεωρηθούν ως φυσικά υπνωτικά. Μεγάλη συζήτηση γίνεται για την δράση της μελατονίνης στον οργανισμό, μία ορμόνη που παράγεται στον εγκέφαλο, και στους ανθρώπους έχει υπνωτική επίδραση. Ουσιαστικά, δεν αποτελεί υπνωτικό αλλά επιταχύνει ή αλλιώς διευκολύνει την έναρξη του ύπνου. Χρησιμοποιείται ευρέως για την θεραπεία της αϋπνίας αλλά δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως η δράση της.[1, 19]

3.7 Διάρκεια ύπνου ανά ηλικία

Στην διάρκεια της ζωής οι περίοδοι του καθημερινού ύπνου αλλάζουν. Τα βρέφη κοιμούνται 17-18 ώρες ημερησίως ενώ μετά τα τέσσερα έτη κοιμούνται κατά μέσο όρο 10-12 ώρες. Στην ηλικία των 20 και μετά η διάρκεια του ύπνου μειώνεται στις 7-8,5 ώρες. Το αρχικό πρότυπο του ύπνου στην βρεφική ηλικία ακολουθεί ένα μοτίβο 3-4 ώρες ύπνου, αφύπνιση για τροφή και ξανά ύπνος. Όσο το άτομο μεγαλώνει ο ύπνος γίνεται συνεχής και χωρίς διακοπές, δηλαδή συγκεντρώνεται σε μία μονή μακρά νυχτερινή περίοδο και αρκετές φορές σε μία πιο βραχύχρονη μεσημεριανή περίοδο ύπνου. Τα στάδια του ύπνου δεν είναι σε όλες τις ηλικίες τα ίδια, αντιθέτως διαφοροποιούνται ως προς το μοτίβο εμφάνισης, την διάρκεια και τα χαρακτηριστικά. Στα βρέφη η REM φάση καλύπτει το 50% του συνολικού ύπνου, όμως διαφέρει ως προς τα χαρακτηριστικά του με αυτό του ενήλικα. Πιο αναλυτικά, η ατονία δεν ακολουθεί κάποιο μοτίβο εμφάνισης, οι οφθαλμικές κινήσεις και οι μυϊκές συσπάσεις είναι ακανόνιστες. Όσο το παιδί μεγαλώνει μέχρι τα 4 χρόνια ο REM ύπνος μειώνεται μέχρι που σταθεροποιείται σε ποσοστό 25% το οποίο ίσως μεταβληθεί σε ένα ποσοστό 10% ως ενήλικας. Γενικά η κατανομή REM /non-REM ύπνου αντιστοιχεί σε ποσοστό είναι 25% και 75% αντίστοιχα.[1]

3.8 Λειτουργίες του ύπνου

Έχουν προταθεί αρκετές θεωρίες για την επίδραση του ύπνου στον άνθρωπο. Η στέρηση ύπνου ενδέχεται να επηρεάσει την γνωστική λειτουργία, των θερμορύθμιση, την νευρική ωρίμανση και την ψυχική υγεία. Πιο αναλυτικά, σε ημέρες στέρησης ύπνου έχει αποδειχθεί πως ο άνθρωπος δεν εμφανίζει διαταραχές στην ψυχολογία αλλά επηρεάζονται οι νοητικές του λειτουργίες. Έχει επιβεβαιωθεί πως ο ύπνος συμβάλλει στην καλή απόδοση στις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες. Όταν το άτομο βρίσκεται σε μία περίοδο που οι απαιτήσεις για σκέψη και μελέτη είναι πολλές, είναι αναγκαίος ο ύπνος ώστε να είναι πιο αποδοτική η μελέτη και να επέλθει η γνώση.[1] Θα μπορούσε να παρομοιαστεί ο εγκέφαλος με μία μεγάλη βιβλιοθήκη με πολλά συρτάρια. Στα συρτάρια αυτά τοποθετείται η πληροφορία. Όταν το άτομο κοιμηθεί τα συρτάρια αυτά κλείνουν και η πληροφορία γίνεται γνώση. Βέβαια στην πραγματικότητα δεν είναι τόσο απλή η διαδικασία της εκμάθησης

ωστόσο το παραπάνω παράδειγμα είναι ένας τρόπος για γίνει κάπως πιο εύπεπτη η διαδικασία σύμφωνα με την οποία ο ύπνος βοηθά στις πνευματικές λειτουργίες.

Κατά την διάρκεια του ύπνου υπάρχουν εναλλαγές στην θερμοκρασία του σώματος. Έτσι έχει θεωρηθεί πως ο ύπνος έχει θερμορυθμιστικές λειτουργίες. Κατά την διάρκεια του ύπνου η θερμοκρασία του σώματος και του εγκεφάλου μειώνεται και για τον λόγο αυτό ακόμα και το καλοκαίρι ορισμένοι χρειάζονται ένα σεντόνι. Η θέρμανση του υποθαλάμου αποτελεί διαδικασία έναρξης ύπνου και η θέρμανση του σώματος πριν τον ύπνο αυξάνει τον ύπνο βραδέων κυμάτων, δηλαδή του σταδίου 3 και 4. Να σημειωθεί πως τις πρωινές ώρες πριν δηλαδή την αφύπνιση η θερμοκρασία του σώματος μειώνεται και αρκετές φορές το άτομο έχει υποθερμία. Όταν θα αναλυθεί παρακάτω η λειτουργία των έξυπνων ρολογιών θα γίνει περισσότερο κατανοητό πως γίνεται η μέτρηση της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του ύπνου και σε τι αναφέρεται η θερμοκρασία καρπού. [1,15]

3.9 Όνειρα

Κατά τη διαδικασία της μελέτης των φάσεων REM και non-REM ύπνου, οι επιστήμονες μελέτησαν και τη σχέση της κάθε φάσης του ύπνου με την παραγωγή των ονείρων. Ουσιαστικά, ξυπνούσαν τους εξεταζόμενους κατά τη διάρκεια του REM και του non-REM ύπνου και τους ζητούσαν να περιγράψουν τα όνειρα, τα οποία έβλεπαν κατά τη διάρκεια των σταδίων αυτών. Το μεγαλύτερο κομμάτι των εξεταζόμενων όταν ρωτήθηκαν να περιγράψουν τα όνειρα που έβλεπαν ήταν πιο πιθανό να θυμηθούν τα όνειρα που έβλεπαν όταν ξυπνούσαν από τον REM ύπνο, σε ποσοστό 74%, ενώ μόνο το 10% των ατόμων που ξύπνησαν κατά τη διάρκεια του non-REM ύπνου μπόρεσαν να θυμηθούν για να περιγράψουν τα όνειρα που είδαν. Έτσι λοιπόν βγήκε το συμπέρασμα ότι κατά τη διάρκεια του REM ύπνου παράγονται τα όνειρα. Ωστόσο, αν και στον REM ύπνο παράγονται τα όνειρα, αυτό δεν σημαίνει ότι όλοι οι άνθρωποι βλέπουν όνειρα. Σε αρκετό ποσοστό ανθρώπων η παραγωγή των ονείρων γίνεται στο μεταίχμιο του non-REM και REM ύπνου που εμφανίζονται αφυπνίσεις. Ουσιαστικά, ο λόγος που τα όνειρα είναι περισσότερα κατά τη διάρκεια του REM ύπνου, έχει να κάνει με τη χρονική διάρκεια και τη σειρά εμφάνισής του στο μοτίβο του ύπνου. Βέβαια, ο REM ύπνος δεν είναι χρονικά επαρκής για να δει κάποιος όνειρα μεγάλης διάρκειας. Αυτό σχετίζεται και με τη γνωστική ικανότητα που έχει ο εκάστοτε άνθρωπος. [9]

Τα παιδιά έχουν σε μεγάλο ποσοστό REM ύπνο σπάνια βλέπουν οργανωμένα όνειρα πριν την ηλικία των 9 ετών και αυτό σχετίζεται με τα οπτικά και γνωστικά ερεθίσματα που έχουν αποκτήσει μέχρι εκείνη την ηλικία. Σύμφωνα με τον Sigmund Freud τα όνειρα είναι συγκαλυμμένες εκδηλώσεις ισχυρών, μη αποδεκτών, ασυνείδητων επιθυμιών. Τα όνειρα έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την ψυχαναλυτική ερμηνεία του περιεχομένου τους. Όπως έχει αποδειχθεί τα όνειρα δεν επηρεάζονται από εξωτερικά και περιβαλλοντικά ερεθίσματα κατά την διάρκεια του ύπνου. Ένα πείραμα για να αποδειχθεί πως τα εξωτερικά ερεθίσματα δεν επηρεάζουν την παραγωγή των ονείρων, είχε να κάνει με την παρουσίαση αντικειμένων κατά την διάρκεια του REM ύπνου. Οι εξεταζόμενοι είχαν τα βλέφαρα ανοιχτά και συγκρατημένα και τους παρουσίαζαν αντικείμενα μπροστά στα μάτια. Στην περιγραφή των ονείρων κανένα από τα αντικείμενα δεν εμφανίστηκε. Η διάθεση του ατόμου, το άγχος, η φαντασία και η εκφραστικότητα στα όνειρα σχετίζονται με την παραγωγή των ονείρων και την θεματολογία τους. Οι εικόνες στα όνειρα εμφανίζουν σε μικρό ποσοστό ασάφεια και ελάττωση λεπτομερειών και εμφανίζουν χρώματα όπως στις εικόνες της εγρήγορσης. Ωστόσο, αποτελεί μυστήριο το γεγονός ότι ένα ποσοστό 20-30% των ονείρων παρουσιάζονται χωρίς χρώμα. [1]

Η παραγωγή των ονείρων κατά τη διάρκεια του ύπνου είναι ένα φαινόμενο που περιλαμβάνει τις πολύπλοκες λειτουργίες του εγκεφάλου σε διάφορες φάσεις του ύπνου. Τα

όνειρα αποτελούν διανοητικές, συναισθηματικές ή αισθητηριακές εμπειρίες που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια του ύπνου, με τα πιο έντονα και συχνά να εμφανίζονται στη φάση του ύπνου REM, όταν η εγκεφαλική δραστηριότητα αυξάνεται. Η ικανότητα καθοδήγησης του περιεχομένου των ονείρων, γνωστή ως στοχευμένη εκκόλαψη ονείρων, έχει ερευνηθεί για την επίδρασή της στη δημιουργικότητα. Μελέτες έχουν δείξει ότι η προτροπή ατόμων να ονειρευτούν συγκεκριμένα θέματα κατά την αρχική φάση του ύπνου, γνωστή ως N1 ή υπναγωγία, μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη δημιουργικότητα όταν τους ζητείται αργότερα να ασχοληθούν με σχετικά θέματα. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την καθοδήγηση του περιεχομένου των ονείρων μέσω προτροπών κατά τις αρχικές φάσεις του ύπνου, επιτρέποντας στους ανθρώπους να έχουν πρόσβαση σε μια εγκεφαλική κατάσταση που προάγει συνδέσεις μεταξύ εννοιών και ενισχύει τη δημιουργικότητα. Τεχνικές όπως η μνημονική εισαγωγή λογικών ονείρων (MILD) και η αφύπνιση πίσω στο κρεβάτι (WBTB) έχουν χρησιμοποιηθεί για την πρόκληση λογικών ονείρων, όπου ο κοιμώμενος γνωρίζει ότι βρίσκεται σε όνειρο και μπορεί να ελέγχει το περιβάλλον του ονείρου. Συνολικά, η δυνατότητα να επηρεάζουμε το περιεχόμενο των ονείρων και να εξερευνούμε τη σχέση μεταξύ ονείρων και δημιουργικότητας αποτελεί ένα αρκετά ενδιαφέρον κομμάτι της μελέτης του ύπνου και δίνονται απαντήσεις σε ερωτήματα που σχετίζονται με τον ύπνο.

Στην καθομιλούμενη γίνεται ένας διαχωρισμός μεταξύ του ονείρου και του εφιάλτη. Η διαφορά τους έγκειται στο συναισθηματικό περιεχόμενο των δύο αυτών καταστάσεων και την επίδρασή τους στο άτομο που τα βιώνει. Συνήθως με τον όρο «όνειρο» περιγράφεται κάτι όμορφο και χαλαρωτικό, ενώ με τον όρο «εφιάλτη» περιγράφεται μία κατάσταση αγχωτική, στενάχωρη και σκοτεινή. Πιο αναλυτικά, ένα όνειρο αναφέρεται στις διαδοχικές εικόνες, γεγονότα και αισθήσεις που ένα άτομο βιώνει κατά τη διάρκεια του ύπνου. Το περιεχόμενο των ονείρων μπορεί να ποικίλει, οι εικόνες μπορεί να είναι μέσα από την καθημερινότητα αλλά και παράξενα γεγονότα, σουρεάλ, συναισθηματικά, ρομαντικά ή ακόμα και αστεία. Συνήθως σχετίζονται με τον ασυνείδητο νου και μπορεί να είναι ζωηρά ή ασαφή, ευχάριστα ή ανησυχητικά. Τα όνειρα δεν είναι απαραίτητα να τα θυμάται το επόμενο πρωί το άτομο και σε αρκετές περιπτώσεις ενδέχεται να παραχθούν παραπάνω από ένα όνειρο κατά την διάρκεια της νύχτας. Από την άλλη πλευρά, ένας εφιάλτης είναι ένα απρόσμενο όνειρο που προκαλεί αισθήματα φόβου, τρόμου, θλίψης και αγωνίας σε αυτόν που κοιμάται. Οι εφιάλτες είναι ζωντανοί, έντονοι και συχνά περιλαμβάνουν ανησυχητικά σενάρια που μπορούν να προκαλέσουν αντιδράσεις όπως ιδρώτα, αυξημένο ρυθμό καρδιάς και δυσκολία στην αναπνοή. Συνήθως σχετίζονται με αρνητικά συναισθήματα και μπορούν να οδηγήσουν σε αφύπνιση με αίσθημα αναστάτωσης ή δυσαρέσκειας. Οι εφιάλτες μπορεί να είναι αποτέλεσμα έντονου άγχους, αγωνίας, ή συνδυασμός άλλων παραγόντων και οι επαναλαμβανόμενοι εφιάλτες μπορεί να απαιτούν ιατρική προσοχή.

Ο ιππόκαμπος του εγκεφάλου βρίσκεται εσωτερικά στον κροταφικό λοβό και είναι μία κυλινδρική δομή του μεταιχμιακού συστήματος. Συμβάλει στον σχηματισμό της μνήμης, της μυρωδιάς, της φαντασίας, στον έλεγχο του άγχους και των συναισθημάτων. Επίσης, είναι σημαντικός για την παραγωγή των ονείρων. Ενώ τα όνειρα είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο που εμπλέκει διάφορα δίκτυα του εγκεφάλου, ο ιππόκαμπος είναι κρίσιμος για τη δημιουργία λεπτομερών, βασισμένων στη μνήμη εικονιζόμενων σκηνών που αποτελούν τη βάση των ζωντανών ονείρων. Μελέτες έχουν δείξει ότι περίπου το ήμισυ όλων των ονείρων περιέχουν στοιχεία που προέρχονται από εμπειρίες που έχει ζήσει το άτομο όταν ήταν ξύπνιο, αν και τα όνειρα σπάνια αναπαράγουν πλήρως κάποια μνήμη. Αν και παλαιότερα πίστευαν ότι τα όνειρα προέρχονται κυρίως από περιοχές του εγκεφάλου που σχετίζονται με τη μνήμη, έρευνες έχουν δείξει ότι ακόμη και άτομα με παθολογία στον ιππόκαμπο μπορούν να ονειρεύονται, ακόμα και για πρόσφατα γεγονότα που δεν θυμούνται συνειδητά.

Αυτό υποδηλώνει ότι ο υπόκαμπος έχει ρόλο στην κατασκευή των ονείρων πέρα από την απλή ανάκληση μνήμης. Εν κατακλείδι, ο υπόκαμπος είναι μια περιοχή του εγκεφάλου που συμμετέχει στην παραγωγή των ονείρων καθώς συνεισφέρει στην κατασκευή λεπτομερών, βασισμένων στη μνήμη, εικονιζόμενων σκηνών που αποτελούν το πλούσιο και ποικίλο περιεχόμενο των ονείρων μας.[9]

3.10 Διαταραχές ύπνου

Οι διαταραχές του ύπνου είναι ένα σύνθετο φαινόμενο στην σύγχρονη εποχή και σχετίζονται με πλήθος αιτιών. Οι διαταραχές του ύπνου ενδέχεται να προκαλούνται λόγω διαταραχών κατά την εγρήγορση ενώ άλλες μπορεί να είναι πρωτογενείς διαταραχές ύπνου. Οι διαταραχές του ύπνου κατηγοριοποιούνται με ορισμένα κριτήρια όπως η υπερβολική υπνηλία σε στιγμές της ημέρας που πρέπει το άτομο να είναι σε εγρήγορση, δυσκολία στην έναρξη αλλά και την διατήρηση του ύπνου και αρκετές διακοπές του ύπνου. Υπάρχει διαφορά μεταξύ αϋπνίας και υπερβολικής υπνηλίας. Περίπου το 15% του πληθυσμού πάσχει από αϋπνία ενώ μόλις 2% του πληθυσμού από υπερβολική υπνηλία. Περισσότεροι σύμφωνα με τα στατιστικά ζητούν ιατρική βοήθεια για την υπερβολική υπνηλία παρά για την αϋπνία καθώς είναι πιο δύσκολο να ανταποκριθούν στις καθημερινές απαιτήσεις και εμφανίζονται αρκετά προβλήματα στην καθημερινή ζωή. Ωστόσο και η αϋπνία επηρεάζει την καθημερινότητα. Αντίστοιχα και τα δύο φαινόμενα έχουν αιτίες και συμπτώματα και μπορεί η αιτία εμφάνισής τους να σχετίζεται με ένα ή συνδυασμό διαταραχών. Αιτίες του διαταραγμένου ύπνου, είναι οι συνήθειες του ύπνου, όπως ο χρόνος που αφιερώνεται, η χρήση φαρμάκων ακόμα και ψυχικές διαταραχές. [1]

Διαταραγμένος ύπνος εμφανίζεται σε άτομα με κατάθλιψη ή στα αρχικά στάδια της κατάθλιψης, συνήθως υπερβολική υπνηλία. Έχει διαπιστωθεί ότι η προσωρινή έλλειψη ύπνου ηρεμεί το άτομο από τα ψυχολογικά συμπτώματα. Πιο αναλυτικά, ένας διαταραγμένος κερκαδικός ρυθμός έχει επίδραση στην διάθεση του ατόμου και σε προχωρημένα στάδια μπορεί να εμφανίσει κατάθλιψη, διπολική διαταραχή, εποχιακή συναισθηματική διαταραχή και θέματα μνήμης. Άτομα που βιώνουν συνεχόμενες αλλαγές στο πρόγραμμα του ύπνου τους, εμφανίζουν διαταραχές στην παραγωγή των ορμονών και στην θερμοκρασία του σώματος επηρεάζοντας έτσι την ψυχική τους υγεία.[19] Πιο αναλυτικά, διαταραχές στον κερκαδικό ρυθμό, είναι αρκετά συχνές σε άτομα με κατάθλιψη και πιθανότατα θεραπεία με έντονο φως, θεραπεία αφύπνισης και θεραπεία της διπολικής διαταραχής στοχεύουν άμεσα στους κερκαδικούς ρυθμούς με σκοπό την μείωση ή και εξάλειψη των συμπτωμάτων. Το άγχος επίσης είναι αποτέλεσμα κακής ρύθμισης του κερκαδικού ρυθμού και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την καθημερινότητα της ζωής του ατόμου. Είναι σημαντικό να δοθεί μία σύντομη ανάλυση για το τι είναι η εποχιακή συναισθηματική διαταραχή καθώς μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού εμφανίζει τα συμπτώματα κατά την έναρξη του χειμώνα. Η εποχιακή συναισθηματική διαταραχή, χαρακτηρίζεται από το αίσθημα της κατάθλιψης τους χειμερινούς μήνες και συνοδεύεται με μεταβολές στους κερκαδικούς ρυθμούς λόγω των εποχιακών διακυμάνσεων ως προς την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Η θεραπεία αυτής της διαταραχής γίνεται με την χρήση τεχνητού φωτός ημέρας με σκοπό την επανευθγράμμιση του κερκαδικού ρυθμού και την μείωση των συμπτωμάτων. Άτομα που βρίσκονται στα πρώτα στάδια άνοιας χαρακτηρίζονται από αυξημένη τάση για ύπνο κατά την διάρκεια της ημέρας, αφού αρκετές φορές τα άτομα αυτά εμφανίζουν και συμπτώματα κατάθλιψης και επηρεάζεται η συνολική ευεξία και διάθεση του ατόμου.[1,20]

Αρκετές είναι οι παθολογικές καταστάσεις που συνδέονται με υπερβολική υπνηλία. Κάποιες από αυτές τις παθολογικές καταστάσεις είναι η άπνοια κατά την οποία γίνεται

παύση της αναπνοής για περισσότερο από 10 δευτερόλεπτα, οι περιοδικές κινήσεις των άκρων και ο ακανόνιστος και διακοπτόμενος ύπνος προκαλούν υπερβολική υπνηλία κατά την διάρκεια της ημέρας. Το σύνδρομο της αποφρακτικής άπνοιας του ύπνου είναι αρκετά συχνή διαταραχή στον πληθυσμό και δεύτερη σε συχνότητα εμφάνισης είναι η ναρκοληψία.

[1]

Το ναρκοληπτικό σύνδρομο χαρακτηρίζεται από 4 συμπτώματα, την υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας, την καταπληξία, την παράλυση του ύπνου και τις υπαγωγές ψευδαισθήσεις. Παρατηρήθηκε επίσης, μετά την ανακάλυψη των σταδίων του ύπνου ότι οι ασθενείς με ναρκοληπτικό σύνδρομο αρχίζουν τον ύπνο τους με REM ύπνο και όχι με non-REM που ξεκινάει φυσιολογικά, δηλαδή με το στάδιο N1. Η μείωση της αποδοτικότητας του ατόμου κατά τη διάρκεια της εργασίας του, τα κενά μνήμης και οι αυτοματισμοί στη συμπεριφορά του, είναι ορισμένα από τα βασικά συμπτώματα που εμφανίζουν οι ασθενείς με ναρκοληψία. Αν και το βασικό σύμπτωμα της ναρκοληψίας είναι η έναρξη του ύπνου με περίοδο REM, το βασικό της σύμπτωμα είναι η καταπληξία, δηλαδή η αντιστρεπτή απώλεια του μυϊκού τόνου. Η παράλυση του ύπνου αναφέρεται σε όλους τους σκελετικούς μυς ή σε ορισμένες μυϊκές ομάδες. Έτσι λοιπόν, εμφανίζεται κάμψη των γονάτων ή και άνοιγμα του σαγονιού του ατόμου αλλά δεν επηρεάζει τη συνείδηση και η μνήμη του ατόμου. Η θεραπεία της υπερβολικής υπνηλίας γίνεται μέσω διεγερτικών ουσιών όπως η πεμολίνη, η μεθυλφαινιδάτη και οι αμφεταμίνες οι οποίες ρυθμίζουν την νοραδρενεργική λειτουργία.[1,20]

Η καταπληξία θεραπεύεται με τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά και αναστολείς της μονοαμινοξειδάσης, δηλαδή φάρμακα αποτελεσματικά στην καταστολή του REM ύπνου. [15] Άλλη μία διαταραχή του ύπνου που είναι αρκετά συνηθισμένη σήμερα, είναι το σύνδρομο της αποφρακτικής άπνοιας του ύπνου. Σε αυτή τη διαταραχή η αναπνοή μειώνεται ή και καταστέλλεται διότι υπάρχει μείωση του τόνου των σκελετικών μυών. Η απόφραξη των ανωτέρων αναπνευστικών οδών προκαλεί συχνά άπνοια, δηλαδή παύση της αναπνοής για περισσότερα από 10 δευτερόλεπτα και έχει ως αποτέλεσμα τις σύντομες αφυπνίσεις έτσι ώστε να αποκατασταθεί ο τόνος των μυών και να επανέλθει η αναπνοή. Ουσιαστικά αυτό είναι μια αντίδραση αντανάκλαστική του οργανισμού ώστε να επαναφέρει τα σωστά επίπεδα αναπνοής για τον άνθρωπο. Ένα από τα συμπτώματα ή δείγματα της αποφρακτικής άπνοιας είναι το ροχαλητό, χωρίς όμως να είναι κανόνας ότι όποιος ροχαλίζει έχει και άπνοια. Η υπερβολική υπνηλία αποτελεί βασικό σύμπτωμα της αϋπνίας καθώς και σε περίπτωση που το άτομο κοιμάται και δεν ξεκουράζεται δηλαδή δεν είναι αποδοτικός ο ύπνος αποτελεί σύμπτωμα της αποφρακτικής άπνοιας του ύπνου.[20]

Συνήθως δεν είναι πολύ εύκολο να αντιληφθεί ο ασθενής τις άπνοιες που κάνει κατά τη διάρκεια της νύχτας. Ωστόσο, εάν υπάρχει κάποιος άλλος στο ίδιο δωμάτιο μπορεί να αντιληφθεί αυτές τις διακοπές της αναπνοής και να τον ενημερώσει πως εμφανίζει ροχαλητό και σε συνδυασμό με την υπερβολική υπνηλία να το μεταφέρει στον ειδικό γιατρό ώστε να μεταβούν σε ορισμένες δοκιμασίες για να το διαπιστώσουν. Ενδέχεται ο ασθενής να αισθάνεται πνιγμό κατά τη διάρκεια του ύπνου ή υπερκινητικότητα καθώς και κεφαλαλγίες κατά την αφύπνιση. Σε περιπτώσεις που ο ασθενής εμφανίζει μεγάλα διαστήματα με άπνοια ενδέχεται να δημιουργηθούν καρδιολογικά προβλήματα, όπως καρδιακές αρρυθμίες και υπέρταση. Βασικά χαρακτηριστικά των ατόμων που πάσχουν από αποφρακτική άπνοια είναι η απουσία ροής του αέρα και οι αυξανόμενες προσπάθειες του ασθενή να αναπνεύσει. Το κάθε επεισόδιο άπνοιας έχει διάρκεια από 20 έως 30 δευτερόλεπτα και ορισμένες φορές μέχρι και 3 λεπτά. Στο αρτηριακό αίμα, το οξυγόνο ελαττώνεται και ο καρδιακός ρυθμός επίσης μειώνεται. Μετά το πέρας του επεισοδίου στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα καταγράφεται μια σύντομη από 3 έως 10 δευτερόλεπτα επιτάχυνση της άλφα

δραστηριότητας και ο καρδιακός ρυθμός φαίνεται φυσιολογικός.[1] Μόλις επανέρχεται η φυσιολογική αναπνοή επανέρχεται και ο κορεσμός του οξυγόνου του αίματος. Η αποτελεσματικότερη θεραπεία του συνδρόμου της αποφρακτικής άπνοιας του ύπνου είναι η συνεχής θετική πίεση στις αναπνευστικές οδούς, η οποία γίνεται μέσω της χρήσης μάσκας που τοποθετείται στη μύτη. Η θετική πίεση εμποδίζει τις αναπτυσσόμενες αρνητικές πιέσεις που προκαλούνται στους αεραγωγούς και δημιουργούνται στενώσεις στον φάρυγγα και κατ'επέκταση εμφανίζεται το σύνδρομο. Όταν τα επίπεδα της θετικής πίεσης είναι ικανοποιητικά η αναπνοή είναι φυσιολογική και η ποιότητα του ύπνου βελτιώνεται, καθώς παύουν οι συνεχείς αφυπνίσεις και κατά τη διάρκεια της ημέρας το άτομο δεν εμφανίζει υπνηλία. Ωστόσο, ένα βασικό παράπονο των ασθενών που χρησιμοποιούν κάθε βράδυ τη μάσκα είναι ότι είναι αποπνικτική και κλειστοφοβική και καθόλου άνετη για τον ύπνο. Για τον λόγο αυτό φτάνουν στο σημείο να μην τη χρησιμοποιούν καθόλου ή όσο το δυνατόν λιγότερο με αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνεται η θεραπεία.

Ακόμα μία διαταραχή του ύπνου που εμφανίζεται σε πολύ μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού είναι η δυσκολία να ξεκινήσει ή να διατηρήσει τον ύπνο ή και ο συνδυασμός τους. Η αϋπνία μπορεί να διαρκεί μέρες ή και εβδομάδες. Ενδέχεται να σχετίζεται με διαταραχές στο πρόγραμμα του ύπνου, σε αλλαγές του περιβάλλοντος του ύπνου και σε κάποια εμπειρία κατά τη διάρκεια της ζωής που επηρέασε την ψυχολογία του ατόμου και του προκάλεσε άγχος. Η αϋπνία γενικά σχετίζεται με διαταραχές του κίρκαδικού ρυθμού. Μεγάλος αριθμός βιολογικών διεργασιών λειτουργούν ταυτόχρονα και συγχρονίζονται με τη συμπεριφορά του ρολογιού ύπνου- εγρήγορσης και με τον κύκλο φωτός -σκότους. Η παραγωγή των ορμονών, η θερμοκρασία του σώματος, ο μεταβολισμός του εγκεφάλου επηρεάζουν τους κύκλους αυτούς. Όταν αυτές οι ισορροπίες διαταράσσονται και διαφοροποιούνται από τις φυσιολογικές επηρεάζουν αρκετά την διαδικασία του ύπνου αφού δεν μπορεί να αλλάξει ο κύκλος φωτός σκότους ώστε να συμβαδίζουν και δεν μπορούν να επανέλθουν στα φυσιολογικά επίπεδα. Σε περίπτωση που αυτές οι αλλαγές είναι παροδικές άρα και η αϋπνία είναι παροδική όταν επανέλθουν στα φυσιολογικά ο κύκλος ύπνου εγρήγορσης, θα επανέλθει και το πρόγραμμα του ύπνου. Στην περίπτωση όμως που οι διαταραχές του κίρκαδικού ρυθμού επιμένουν δεν είναι γνωστό και εξακριβωμένο το τι συμβαίνει. [1]

Όπως αναφέρθηκε, η αϋπνία χωρίζεται στο σύνδρομο της καθυστερημένης φάσης ύπνου και του συνδρόμου της πρώιμης φάσης ύπνου. Κατά τη διάρκεια του συνδρόμου της καθυστερημένης φάσης ύπνου εμφανίζεται ανικανότητα να πέσει κάποιος για ύπνο και να εγερθεί στους συμβατικούς χρόνους. Ουσιαστικά, το άτομο εμφανίζει καθυστέρηση στην έναρξη του ύπνου αλλά δεν αντιμετωπίζει πρόβλημα στη διατήρηση του ύπνου, δηλαδή δεν έχει διακοπές στον ύπνο. Το βασικό ζήτημα είναι ότι όταν πρέπει να ξυπνήσει το πρωί σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, δηλαδή για παράδειγμα στις 7 το πρωί είναι αρκετά δύσκολο για αυτόν καθώς το διάστημα των ωρών που κοιμήθηκε δεν είναι επαρκές και έτσι εμφανίζει υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αντίστοιχα στο σύνδρομο της πρώιμης φάσης του ύπνου το άτομο πέφτει νωρίς για ύπνο, δηλαδή το απόγευμα και ξυπνάει νωρίς το βράδυ, γύρω στις 4 το πρωί. Ακόμα και αν καθυστερήσει η έναρξη του ύπνου κατά 1 ώρα προοδευτικά, πάλι το άτομο θα ξυπνάει νωρίς το πρωί. Βέβαια δεν εμφανίζει κανένα πρόβλημα στο σύνολο του ύπνου δηλαδή δεν εμφανίζονται διακοπές αφύπνισης και αϋπνίες. Συνήθως αυτό είναι ένα φαινόμενο το οποίο συμβαίνει στους ηλικιωμένους ανθρώπους και οφείλεται στην εξασθένηση του κίρκαδικού ρυθμού, στη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της κορτιζόλης.[1,20]

Κύρια παθολογία του ύπνου είναι η περιοδική κίνηση των άκρων. Δεν πρέπει να υπάρχει ταύτιση των περιοδικών κινήσεων των άκρων κατά τη διάρκεια του ύπνου με τις κινητικές διαταραχές που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της εγρήγορσης, οι οποίες επίσης μπορούν

να επιδράσουν στον ύπνο. Οι περιοδικές κινήσεις των άκρων μπορούν να περιγραφούν ως ρυθμικές εκτάσεις του μεγάλου δακτύλου του ποδιού και κάμψη των πελμάτων, του αστραγάλου και του γονάτου. Ο ίδιος ο ασθενής ουσιαστικά δεν μπορεί να αντιληφθεί ότι κουνάει τα άκρα του, ωστόσο, εάν κάποιος κοιμάται μαζί του στο ίδιο δωμάτιο ή στο ίδιο κρεβάτι μπορεί να του το μεταφέρει. Οι περιοδικές αυτές κινήσεις που σχετίζονται με τα άκρα αποτυπώνονται στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και το ηλεκτρομυογράφημα ως εξάρσεις και συνήθως εκδηλώνονται κατά τις πρώτες ώρες του non-REM ύπνου. Κατά τη διάρκεια του REM ύπνου δεν υπάρχουν τόσο έντονες εξάρσεις λόγω της ατονίας των σκελετικών μυών.[1]

Τέλος, αρκετά μεγάλος αριθμός ατόμων εμφανίζουν διαταραχές κατά την αφύπνιση ή αλλιώς παρυπνίες. Είναι ετερογενής ομάδα διαταραχών οι οποίες ταξινομούνται ανάλογα με το πότε εμφανίζονται. Μπορούν να εμφανιστούν κατά τη μετάβαση από την εγρήγορση στον ύπνο, κατά τον REM ύπνο κατά τη διάρκεια του ύπνου non-REM. Η δυσκολία στην αφύπνιση ή η μερική αφύπνιση συχνά εκδηλώνεται ως υπνοβασία, παρομιλία ή ενούρηση και είναι ιδιαίτερα ενοχλητική εάν υπάρχει και άλλο άτομο στο δωμάτιο.

3.11 Ορμόνες ύπνου

Οι ορμόνες που λαμβάνουν μέρος κατά την διαδικασία του ύπνου, συνεργάζονται και έχουν καθοριστικό ρόλο για την εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού. Δύο ορμόνες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην ρύθμιση του ύπνου είναι η μελατονίνη και η κορτιζόλη. Πιο αναλυτικά, η μελατονίνη έχει ως σκοπό να προκαλέσει υπνηλία ώστε το σώμα και οι μύες να χαλαρώσουν ενώ η κορτιζόλη είναι η ορμόνη που προκαλεί την επαγρύπνηση του ατόμου.[1,19]

- **Μελατονίνη:** Πριν την έναρξη του ύπνου αλλά και κατά την διάρκεια του ύπνου, οι ορμόνες αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο στην ρύθμιση των φυσιολογικών διαδικασιών. Η μελατονίνη όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στην ενότητα που γίνεται η ανάλυση της διαδικασίας του ύπνου, είναι γνωστή ως η ορμόνη του ύπνου η οποία παράγεται στην επίφυση του εγκεφάλου, ρυθμίζει τον κύκλο ύπνου-αφύπνισης και είναι το σήμα για την έναρξη του ύπνου. Απελευθερώνεται το βράδυ και σηματοδοτεί στο σώμα ότι είναι η στιγμή να κοιμηθεί. Σίγουρα έχει παρατηρηθεί πως όταν βραδιάζει το άτομο αισθάνεται χαλάρωση και προετοιμάζεται για τον νυχτερινό ύπνο. Η μελατονίνη λοιπόν, είναι η ορμόνη που προκαλεί αυτή την αίσθηση.
- **Προγεστερόνη και Οιστρογόνα:** Αυτές οι ορμόνες είναι σημαντικές για την παραγωγή μελατονίνης, συμβάλλοντας στην ποιότητα του ύπνου. Οι διακυμάνσεις στα επίπεδα προγεστερόνης και οιστρογόνου, ειδικά κατά τη διάρκεια της εμμηνόπαυσης, της εγκυμοσύνης και της εφηβείας στις γυναίκες συνήθως επηρεάζουν τα πρότυπα ύπνου. Οι ορμόνες αυτές συνδέονται με την ομαλή αναπαραγωγική λειτουργία και την ρύθμιση του κερκαδικού ρολογιού, την γνωστική απόδοση, την διάθεση καθώς και τον ύπνο. Ανάλογα την ηλικία στις γυναίκες, η διάρκεια του ύπνου και η ποιότητα διαφοροποιείται. Ο αριθμός των οιστρογόνων αυξάνεται κατά τη διάρκεια της ωοθυλακικής φάσης και σχετίζονται με την ρύθμιση του ύπνου REM. Η προγεστερόνη, αυξάνεται μετά την ωορρηξία και ρυθμίζει τον non REM ύπνο.

- **Τεστοστερόνη:** Ενώ είναι κυρίως γνωστή ως αρσενική σεξουαλική ορμόνη, η τεστοστερόνη παίζει επίσης ρόλο στη γυναικεία υγεία. Οι διακυμάνσεις στα επίπεδα τεστοστερόνης, ειδικά κατά τη διάρκεια του REM ύπνου, μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του ύπνου και να οδηγήσουν σε συμπτώματα αϋπνίας. Να σημειωθεί πως η ορμόνη αυτή παράγεται κατά την διάρκεια του ύπνου και σε περίπτωση που ο νυχτερινός ύπνος έχει διάρκεια κάτω των 5 ωρών μειώνεται αρκετά η παραγωγή της ορμόνης.
- **Κορτιζόλη:** Η κορτιζόλη, γνωστή ως ορμόνη του στρες, παράγεται στον φλοιό των επινεφριδίων και βοηθά στη ρύθμιση άλλων ορμονών στο σώμα. Τα επίπεδα κορτιζόλης φτάνουν στην κορύφωσή τους το πρωί και συμβάλουν στην αφύπνιση και εγρήγορση του ατόμου. Πιθανές διαταράξεις στην απελευθέρωσή της λόγω κακού ύπνου μπορούν να επηρεάσουν διάφορες σωματικές λειτουργίες. Η παραγωγή και απελευθέρωση της κορτιζόλης ρυθμίζεται από τον άξονα υποθαλάμου-υπόφυσης-επινεφριδίων και ενεργοποιείται σε περιόδους που το άτομο έχει αρκετό άγχος, από τον κερκαδικό ρυθμό καθώς και από τον κύκλο ύπνου-αφύπνισης του σώματος.
- **Ινσουλίνη:** Η ινσουλίνη παράγεται στο πάγκρεας και ρυθμίζει τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα. Η υψηλή συγκέντρωση σακχάρου στο αίμα μπορεί να επηρεάσει την δράση της ινσουλίνης, οδηγώντας σε διαβήτη και επηρεάζοντας την ποιότητα του ύπνου. Τα χαμηλά επίπεδα ινσουλίνης στο αίμα επηρεάζουν την ποιότητα του ύπνου του ατόμου, κυρίως την ορθή αναπνοή και εμφανίζουν υπνική άπνοια. Η αδυναμία παραγωγής ινσουλίνης και μεταβολισμού του σακχάρου του αίματος, σχετίζεται με τον αυξημένο κίνδυνο υπνικής άπνοιας και κατ'επέκταση οδηγεί σε διαταραχές του ύπνου, καρδιακά προβλήματα και άλλα προβλήματα υγείας.

Οι παραπάνω ορμόνες λειτουργούν εναρμονισμένα και αλληλεπιδρούν με σκοπό την εύρυθμη λειτουργία του κύκλου ύπνου-αφύπνισης, την διαχείριση του άγχους και την επίδρασή του στον ύπνο καθώς και τον μεταβολισμό των βασικών λειτουργιών στο σώμα. Για έναν αναζωογονητικό και καλής ποιότητας ύπνο, πρέπει να διατηρούνται σε ισορροπημένα επίπεδα οι τιμές των ορμονών. [1,2,19]

Παρακάτω θα γίνει αναλυτική αναφορά στις πιο βασικές ορμόνες που σχετίζονται με την ρύθμιση του ύπνου και της εγρήγορσης, ώστε να γίνει κατανοητή η δράση τους. Πιο αναλυτικά, η μελατονίνη είναι υπεύθυνη για την ρύθμιση των κυκλικών ρυθμών του σώματος, δηλαδή τα βιολογικά πρότυπα που λειτουργούν ανά περίοδο 24 ωρών. Η μελατονίνη σηματοδοτεί στο σώμα τότε πρέπει να χαλαρώσει και είναι ώρα για ύπνο. Η παραγωγή της μελατονίνης αυξάνεται το βράδυ, προκαλώντας στο άτομο υπνηλία και φτάνει στα μέγιστα όρια επτά ώρες μετά το ηλιοβασίλεμα ώστε να διατηρηθεί ο ύπνος κατά την διάρκεια της νύχτας.[1]

Στο εμπόριο υπάρχουν αρκετά συμπληρώματα με μελατονίνη που μπορούν να βοηθήσουν τα άτομα που δυσκολεύονται να κοιμηθούν. Συνήθως καταναλώνονται μισή ώρα πριν τον ύπνο και βοηθούν το άτομο που έχει δυσκολία να αποκοιμηθεί. Με το να ενισχύουν τους κυκλικούς ρυθμούς και να σηματοδοτούν στο σώμα ότι είναι ώρα για ύπνο, τα συμπληρώματα μελατονίνης μπορούν να βοηθήσουν στην έναρξη του ύπνου. Ωστόσο, ενώ η μελατονίνη μπορεί να βοηθήσει τα άτομα να κοιμηθούν πιο εύκολα, δεν φαίνεται να είναι αποτελεσματική στο να τα βοηθήσει να κοιμηθούν συνεχόμενα κατά τη διάρκεια της νύχτας. Συμπερασματικά, η μελατονίνη βοηθάει στην έναρξη, δηλαδή μπορεί να χαρακτηριστεί ως καταλύτης του ύπνου και σαν ρυθμιστής του κύκλου ύπνου-εγρήγορσης. Τα συμπληρώματα μελατονίνης μπορούν να βοηθήσει στον συγχρονισμό των κυκλικών ρολογιών με το περιβάλλον, να βοηθήσουν στο να κοιμηθούν πιο νωρίς καθώς και στη διαχείριση των

διαταραχών του ύπνου που διαταράσσουν τα κανονικά πρότυπα ύπνου. Η μελατονίνη συνεργάζεται με άλλες ορμόνες όπως η κορτιζόλη για να ρυθμίσει την διαδικασία του ύπνου.

Η κορτιζόλη και η μελατονίνη συνεργάζονται για να διατηρήσουν την ισορροπία που είναι απαραίτητη για τα υγιή πρότυπα ύπνου. Το άγχος, η κατανάλωση ζάχαρης και η έκθεση σε μπλε φως (blue light) μπορούν να διαταράξουν αυτήν την ισορροπία, επηρεάζοντας την ποιότητα του ύπνου. Η απελευθέρωση της μελατονίνης σε αντίδραση στη μείωση των επιπέδων φωτός βοηθά το σώμα να χαλαρώσει για ύπνο, ενώ το άγχος και άλλοι παράγοντες μπορούν να εμποδίσουν αυτήν τη διαδικασία.[2,19,20]

Η κορτιζόλη συνήθως αναφέρεται ως η ορμόνη του στρες και είναι σημαντική για την ρύθμιση του κύκλου ύπνου-αφύπνισης και στην επίδραση στην ποιότητα του ύπνου. Η κορτιζόλη είναι μια διεγερτική ορμόνη που βοηθά στο να κρατά το άτομο σε εγρήγορση καθώς καταστέλλει την παραγωγή μελατονίνης, της ορμόνης που προωθεί τον ύπνο. Τα επίπεδα της κορτιζόλης είναι συνήθως υψηλότερα το πρωί, βοηθώντας στην αφύπνιση και μετά μειώνονται σταδιακά κατά τη διάρκεια της ημέρας για να διευκολύνουν την έναρξη του ύπνου. Η κορτιζόλη αποτελεί και αυτή μέρος του υποθαλαμικού-υπόφυσιου-επινεφριδιακού άξονα, ένα σύστημα που ρυθμίζει την αντίδραση του σώματος στο άγχος. Ο άξονας HPA, ενεργοποιείται λόγω δράσης πλήθους παραγόντων που ρυθμίζουν τα επίπεδα άγχους, οδηγώντας σε αυξημένη παραγωγή κορτιζόλης, η οποία μπορεί να επηρεάσει τα κανονικά πρότυπα ύπνου. Η έλλειψη ύπνου δρα ως παράγοντας άγχους που προάγει την παραγωγή κορτιζόλης, δημιουργώντας έναν κύκλο όπου τα υψηλά επίπεδα κορτιζόλης επιπλέον διαταράσσουν τον ύπνο. Σε περίπτωση που το άγχος έχει μεγάλη διάρκεια τα επίπεδα κορτιζόλης είναι υψηλά και ενδέχεται να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ποιότητα του ύπνου και στην συνολική υγεία.

Όπως πολλές ορμόνες στο σώμα, έτσι και η κορτιζόλη ακολουθεί μια ημερήσια ροή, με επίπεδα που φτάνουν στην κορυφή τους το πρωί και μειώνονται σταδιακά κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αυτή η ροή βοηθάει στη ρύθμιση του κύκλου ύπνου-αφύπνισης, με την κορτιζόλη να προωθεί την αφύπνιση το πρωί και την εγρήγορση κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η μείωση των επιπέδων κορτιζόλης το βράδυ επιτρέπει στη μελατονίνη να αυξηθεί και να προωθήσει την έναρξη του ύπνου. Η κορτιζόλη μπορεί επίσης να επηρεάσει τον μεταβολισμό, τον έλεγχο της σακχάρωσης του αίματος, τα επίπεδα ενέργειας και κατ'επέκταση να επηρεάσει έμμεσα την ποιότητα του ύπνου. Τα υψηλά επίπεδα κορτιζόλης λόγω χρόνιου άγχους ή διαταραχών του ύπνου μπορούν να συμβάλουν σε προβλήματα υγείας όπως η πάχυνση, η υψηλή αρτηριακή πίεση και η κόπωση, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν περαιτέρω τα πρότυπα ύπνου. Η διατήρηση μιας ισορροπίας στα επίπεδα κορτιζόλης είναι ουσιώδης για έναν υγιή ύπνο και τη συνολική ευεξία. Συνοψίζοντας, η δράση της κορτιζόλης είναι αρκετά σημαντική για την ρύθμιση του κύκλου ύπνου-αφύπνισης ρυθμίζοντας την εγρήγορση, αλληλεπιδρώντας με τον άξονα HPA, ακολουθώντας έναν κυκλικό ρυθμό και επηρεάζοντας μεταβολικές λειτουργίες. Η κατανόηση της επίδρασης της κορτιζόλης στον ύπνο είναι κρίσιμη για τη διαχείριση του άγχους, την προώθηση υγιών συνηθειών ύπνου και τη διατήρηση της συνολικής υγείας.[1,2]

Κεφάλαιο 4

4.1 Ηλεκτροεγκεφαλογράφος (ΗΕΓ)

Ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος(ΗΕΓ) είναι ένα ιατροτεχνολογικό προϊόν το οποίο έχει ως σκοπό την συλλογή και καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας του εγκεφάλου με την τοποθέτηση ηλεκτροδίων στο κρανίο. Η τοποθέτηση των ηλεκτροδίων στο τριχωτό της κεφαλής ακολουθεί καθορισμένο μοτίβο και λειτουργεί με ένα κανόνα τοποθέτησης κάποιων βημάτων. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί μετρήσεις της κεφαλής, οι οποίες βασίζονται σε αξιόπιστα ανατομικά σημεία αναφοράς, για να μειωθούν οι διακυμάνσεις στην τοποθέτηση των ηλεκτροδίων μεταξύ των τεχνολόγων και να εξασφαλίζεται η μέγιστη ομοιομορφία στην αντιστοιχία της δομής ηλεκτροδίου-εγκεφάλου μεταξύ των ασθενών. Γενικά, η συλλογή δεδομένων καθώς και η επεξεργασία τους κατά την διάρκεια του ύπνου, συμβάλλουν στον έλεγχο της ποιότητας του ύπνου του εκάστοτε ανθρώπου που εμφανίζει κάποια παθολογία ή απλά κάνει την διαδικασία για προληπτικούς σκοπούς. Η διαδικασία που θα αναλυθεί στην παρούσα εργασία, είναι η μελέτη ύπνου, η οποία στηρίζεται στην καταγραφή και την επεξεργασία των διαφορών δυναμικών που παράγει ο εγκέφαλος.

Το σύστημα καταγραφής του Ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος, αποτελείται από τα ηλεκτρόδια με αγώγιμο μέσο, ενισχυτές με φίλτρα, αναλογο-ψηφιακούς μετατροπείς (ADC), συσκευή καταγραφής και αποθήκευσης. Ουσιαστικά το σήμα λαμβάνεται από τα ηλεκτρόδια τα οποία διαβάζουν το σήμα από την επιφάνεια του κεφαλιού, ενισχύεται σε σήμα της τάξης των microvolt ώστε να μπορούν να ψηφιοποιηθούν με ακρίβεια, φιλτράρεται, μετατρέπεται από αναλογικό σε ψηφιακό και καταγράφεται. Στη συνέχεια απεικονίζεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και επεξεργάζεται ανάλογα με το τι επιθυμεί να δει ο ειδικός στο σήμα που εξετάζει. Οι καταγραφές της αυθόρμητης νευρωνικής δραστηριότητας του εγκεφάλου μέσω ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος επιτρέπουν την ανίχνευση των αλλαγών στο ηλεκτρικό δυναμικό μεταξύ ενός ενεργού ηλεκτροδίου και ενός ηλεκτροδίου αναφοράς. Ένα επιπλέον ηλεκτρόδιο, γνωστό ως ηλεκτρόδιο γείωσης, είναι απαραίτητο για τη λήψη διαφορικού δυναμικού, αφαιρώντας τα κοινά δυναμικά που εμφανίζονται τόσο στα ενεργά όσο και στα σημεία αναφοράς. Η ελάχιστη σύνθεση για τη μονοκαναλική μέτρηση ΗΕΓ αποτελείται από ένα ενεργό ηλεκτρόδιο, ένα ή δύο ειδικά συνδεδεμένα ηλεκτρόδια αναφοράς και ένα ηλεκτρόδιο γείωσης. Η πολυκαναλική σύνθεση μπορεί να περιλαμβάνει έως 128 ή 256 ενεργά ηλεκτρόδια.[13,18]

4.2.1 Σύστημα 10-20 τοποθέτησης ηλεκτροδίων

Πιο συγκεκριμένα, η βασική οργανολογία του συστήματος αποτελείται από τα ηλεκτρόδια τα οποία έρχονται σε επαφή με τον εξεταζόμενο και η διάταξη και η μορφή τους μπορεί να διαφέρει. Τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι μεταλλικά και τοποθετούνται στο τριχωτό της κεφαλής σύμφωνα με το διεθνές σύστημα 10-20. Η Παγκόσμια Ομοσπονδία Ηλεκτροεγκεφαλογραφίας και Κλινικής Νευροφυσιολογίας (IFCN), το 1958, θέσπισε το σύστημα τοποθέτησης των ηλεκτροδίων 10-20. Τα σήματα του ΗΕΓ καταγράφονται από 64 ηλεκτρόδια σύμφωνα με το διεθνές σύστημα 10-10 (εξαιρουμένων των ηλεκτροδίων Nz, F9, F10, FT9, FT10, A1, A2, TP9, TP10, P9 και P10)[22]. Τα ηλεκτρόδια κωδικοποιούνται με ένα αναγνωριστικό γράμμα που είναι συγκεκριμένο για κάθε λοβό ή περιοχή του εγκεφάλου. Πιο αναλυτικά, στη περιοχή του προ μετωπιαίου λοβού αντιστοιχεί το αναγνωριστικό Fp (pre-frontal), στο μετωπιαίο το F(frontal), στον κροταφικό λοβό τοποθετούνται με ηλεκτρόδια με το αναγνωριστικό γράμμα T(temporal), στον βρεγματικό λοβό αντιστοιχούν τα ηλεκτρόδια που αναγράφουν το γράμμα P(parietal), στον ινιακό λοβό το αναγνωριστικό είναι το O(occipital) και τέλος ο κεντρικός λοβός έχει σαν κωδικό γράμμα το C(central). Υπάρχουν επίσης κάποια ηλεκτρόδια τα οποία χρησιμοποιούνται σαν ηλεκτρόδια αναφοράς - μέτρησης, όπως είναι τα ηλεκτρόδια με το αναγνωριστικό "Z" τα οποία τοποθετούνται κατά μήκος του οβελιαίου ανατομικού επιπέδου (Nz, Fpz, AFz, Fz, FCz, Cz, CPz, Pz, POz, Oz, Iz). Τα ηλεκτρόδια με

το αναγνωριστικό Z, δεν είναι απαραίτητο να ανιχνεύουν ή να ενισχύουν δυναμικό δράσης του εγκεφάλου καθώς δεν αντιστοιχούν σε κάποιο συγκεκριμένο λοβό και δεν λαμβάνουν μέρος στην διαμόρφωση του σήματος που παράγει ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος. Χρησιμοποιούνται επίσης ως σημεία αναφοράς κυρίως σε εξετάσεις όπως η πολυσωματοκαταγραφική μελέτη ύπνου, καθώς και σε διαγνωστικά και κλινικά ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα τα οποία χρησιμοποιούνται ως πρότυπα με σκοπό την προσομοίωση της διαδικασίας ως προς την διάγνωση της δραστηριότητας επιληψίας ή πιθανού κλινικού θανάτου του εγκεφάλου.

Στο ηλεκτρομυογράφημα (EMG) τα ηλεκτρόδια αναφέρονται απλά ως "δεξιά"(right), "αριστερά"(left) και "αναφορά"(reference) ή "κοινό"(common), καθώς τοποθετούνται συνήθως μόνο τρία και ενδέχεται να διαφοροποιούνται ως προς την τοποθέτησή τους σε σχέση με τις αναφορές των ηλεκτροδίων ΗΕΓ και ΕΟΓ. Το γράμμα "Α" συνήθως αναφέρεται και ως "Μ" καθώς παρακολουθείται η μαστοειδής διαδικασία του κρανίου (mastoid process). Η μαστοειδής διαδικασία, αναφέρεται σε ένα μικρό οστεογενές σχηματισμό που βρίσκεται πίσω από το αυτί. Είναι μέρος του οστού που αποτελεί την περιοχή του οπίσθιου μέρους του κρανίου. Η μαστοειδής διαδικασία, λειτουργεί ως σημείο σύνδεσης για τους διάφορους μύες του λαιμού και του κεφαλιού καθώς και το σημείο που συνδέονται τα αυτιά μέσω του ακουστικού καναλιού. Τα ηλεκτρόδια Cz και Fz αποτελούν σημεία αναφοράς για όλα τα ηλεκτρόδια EEG και EOG ώστε να επιτευχθεί η αντίθετη αναφορά όλων των ηλεκτροδίων του ηλεκτροεγκεφαλογράφου. Τα ηλεκτρόδια του ηλεκτροεγκεφαλογράφου τοποθετούνται σε καθορισμένα σημεία του κρανίου. Τα σημεία αυτά μπορούν να οριστούν τοποθετώντας ταινία στο κρανίο και σημειώνοντας τα επιθυμητά σημεία με China Marker (mapping pencil). [23]



Εικόνα 1.8: China Marker, mapping pencil.[23]

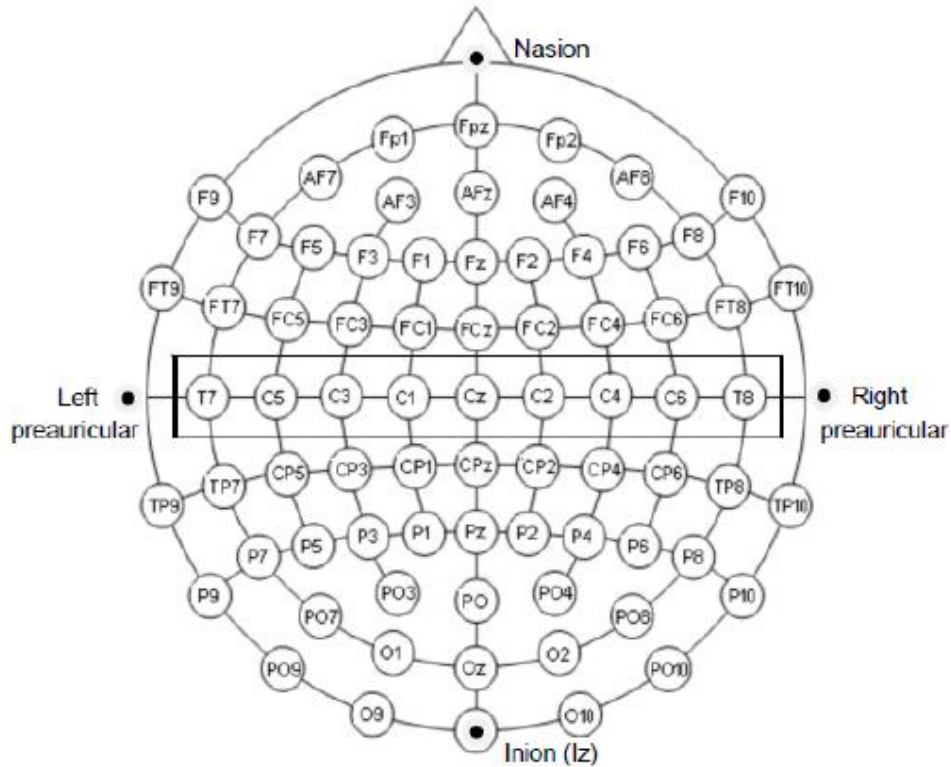
Κατά την χαρτογράφηση του κρανίου για την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων λαμβάνεται υπόψη τα σημεία Nasion, Inion(Iz) τα οποία μπορούμε να τα χαρακτηρίσουμε ως πόλους του κρανίου. Αποτελούν ευδιάκριτες περιοχές μεταξύ των ματιών, ακριβώς πάνω από την "γέφυρα" της μύτης και ονομάζεται Nasion και το Inion αναφέρεται στο κορυφαίο σημείο του πίσω μέρους του κρανίου. Τα συγκεκριμένα σημεία αποτελούν όρια κατά τα οποία τοποθετούνται τα ηλεκτρόδια Z, κατά μήκος της μέσης οβελιαία τομή σε διαστήματα 10%, 20%, 20%, 20%, 20%, 10%, αντίστοιχα.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

Η πιθανότητα να γίνει κάποιο σφάλμα κατά την τοποθέτηση των σημείων- ηλεκτροδίων είναι αρκετά χαμηλή, καθώς το σημείο τοποθέτησης είναι αρκετά φανερό και ευδιάκριτο, το οποίο βρίσκεται πίσω από το αυτί, κοντά στον λαιμό. Υπάρχει η πιθανότητα να εμφανιστούν ψευδενδείξεις και παράσιτα λόγω του ηλεκτροεγκεφαλογράφηματος και του ηλεκτροκαρδιογραφήματος καθώς συνδέονται στην καρωτίδα αρτηρία. Για να εξαιρεθούν οι ψευδενδείξεις απαιτούνται ηλεκτρόδια αναφοράς και φιλτραρίσματα. Την διαδικασία αυτή μπορούν να την εμποδίσουν δυσπλασίες, εμφυτεύματα, όπως είναι κοχλιακά εμφυτεύματα καθώς και μετεγχειρητικά ζητήματα.[13,18,22,23]

Πίνακας 1.1: Ονοματολογία ηλεκτροδίων ανάλογα την περιοχή τοποθέτησης

ΓΡΑΜΜΑ-ΠΡΟΘΕΜΑ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΑΡΙΘΜΟΙ
F	Μετωπιαίες περιοχές(frontal regions)	Άρτιοι αριθμοί(2,4,6,8) — Δεξιά πλευρά του κεφαλιού Περιττοί αριθμοί(1,3,5,7) — Αριστερή πλευρά του κεφαλιού
C	Κεντρικές περιοχές(Central regions)	
P	Πλευρικές περιοχές(Parietal regions)	
T	Κροταφικές περιοχές(Temporal regions)	
O	Ινιακές περιοχές(Occipital regions)	
A	Περιοχή αυτιών	
z	Συμπληρωματικά με ένα από τα παραπάνω βασικά προθέματα ώστε να οριστεί ο Άξονας συμμετρίας	
p	Συμπληρωματικό με ένα άλλο πρόθεμα δηλώνει τον μετωπικό πόλο(frontal pole)	



Εικόνα 1.10: Αναλυτική τοποθέτηση ηλεκτροδίων

Σύμφωνα με το σύστημα 10-20, κατά την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων στο κεφάλι του εξεταζόμενου, τα ηλεκτρόδια με τον μεγαλύτερο αριθμό τοποθετούνται σε μεγαλύτερη απόσταση από τον οβελιαίο άξονα συμμετρίας. Για παράδειγμα, αν έπρεπε να τοποθετηθούν τα ηλεκτρόδια στις μετωπιαίες περιοχές, στην δεξιά πλευρά του κεφαλιού, το πρόθεμα του ηλεκτροδίου θα ήταν το F και οι αριθμοί θα ήταν άρτιοι. Το ηλεκτρόδιο F8 θα τοποθετηθεί σε μεγαλύτερη απόσταση από τον άξονα συμμετρίας σε σχέση με το ηλεκτρόδιο F4 το οποίο θα τοποθετηθεί πιο κοντά στον οβελιαίο άξονα συμμετρίας, δηλαδή το F8 θα είναι πιο πλάγια του F4. Η αλήθεια είναι πως το σύστημα 10-20 έχει κάποιες ασάφειες ως προς την ονοματολογία των ηλεκτροδίων και για τον λόγο αυτόν δημιουργήθηκε ένα νέο, ανανεωμένο διεθνές σύστημα, το οποίο ονομάζεται 10-10(10%-10%) και διορθώνει την ασάφεια της ονοματολογίας και περιλαμβάνει ονόματα για τις θέσεις των ηλεκτροδίων ενδιάμεσα στις καθορισμένες θέσεις του συστήματος 10-20. Αφού έγινε κατανοητός ο τρόπος για τη τοποθέτηση των ηλεκτροδίων στο κεφάλι που αποτελεί βασικό κομμάτι για την λήψη των δυναμικών, πρέπει να γίνει ο διαχωρισμός των ηλεκτροδίων που χρησιμοποιούνται για την διαδικασία αυτή. [22]

4.2.2 Τύποι ηλεκτροδίων

Υπάρχουν αρκετοί τύποι ηλεκτροδίων που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή των σημάτων του εγκεφάλου. Τα ηλεκτρόδια καταγραφής μπορεί να είναι μίας χρήσης ή και επαναχρησιμοποιούμενα, μπορεί να είναι απλά αυτοκόλλητα ή και ένα σύστημα τύπου σκούφου που είναι ενσωματωμένα τα ηλεκτρόδια. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια EEG μίας χρήσης, χλωριούχου αργύρου(AgCl), με διάμετρο 10mm και μήκος καλωδίου 1.5m. Επίσης, χρησιμοποιούνται επαναχρησιμοποιούμενα ηλεκτρόδια δίσκου από χλωριούχο άργυρο(AgCl) και το καλώδιο φτάνει από 15cm έως 200cm. Για τα παιδιά χρησιμοποιείται συνήθως το κάλυμμα ηλεκτροδίων, διαμέτρου 42cm, το οποίο είναι

σχεδιασμένο σύμφωνα με τα πρότυπα του συστήματος 10-10. Τέλος, υπάρχουν ηλεκτρόδια με υλικό που βασίζεται σε άλατα (Saline-based Electrodes) και τα ηλεκτρόδια βελόνας (Needle Electrodes). Για τα πολυκαναλικά συστήματα προτιμούνται καλύματα ηλεκτροδίων που είναι τοποθετημένα στην επιφάνειά τους. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ηλεκτροδίων που χρησιμοποιούνται είναι δίσκοι Ag-AgCl, με διάμετρο 1-3mm και μεγάλου μήκους και εύκαμπτα καλώδια (leads) τα οποία συνδέονται με τον ενισχυτή. Τέτοιου είδους ηλεκτρόδια μπορούν να καταγράψουν πολύ αργές αλλαγές στο δυναμικό, ωστόσο υπάρχει μία αμφιβολία για το αν τα μακριά καλώδια προκαλούν παράσιτα, φαινόμενο που θα συζητηθεί παρακάτω στην εργασία. Για μεγάλης διάρκειας καταγραφές, χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια βελόνες, που εισάγονται κάτω από το δέρμα του κρανίου. Όταν χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια Ag-AgCl, για να γίνει η καλύτερη τοποθέτηση πρέπει ο χώρος μεταξύ του ηλεκτροδίου και του κρανίου να καλυφθεί με αγώγιμο υγρό η επιτρέπει την καλύτερη τοποθέτηση του ηλεκτροδίου στο κρανίο και την σταθερή προσκόλλησή του μέχρι το τέλος της διαδικασίας καταγραφής. Στα συστήματα καλύμματος υπάρχει μία μικρή οπή ώστε να γίνει έγχυση αγώγιμης γέλης. Η τοποθέτηση του αγώγιμου υγρού και της αγώγιμης γέλης (gel), έχει ως σκοπό την μείωση της ηλεκτρικής αντίστασης μεταξύ κρανίου και ηλεκτροδίου ώστε να είναι εφικτή η μέγιστη δυνατή καταγραφή των σημάτων του εγκεφάλου, χωρίς παρεμβολές. Είναι πολύ σημαντικό και για τον λόγο αυτό επιδιώκεται η χαμηλή αντίσταση ηλεκτροδίου δέρματος, καθώς η υψηλή αντίσταση ενδέχεται να προκαλέσει ψευδενδείξεις στο απεικονιζόμενο σήμα και δεν θα είναι εύκολος ο διαχωρισμός του πραγματικού σήματος από τις παρεμβολές. [13,18]

Πριν την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων είναι απαραίτητη η κατάλληλη προετοιμασία του κεφαλιού ώστε τα ηλεκτρόδια να κολληθούν και να τοποθετηθούν σωστά, να έχουν δηλαδή προσκολληθεί με σωστό τρόπο στο κρανίο ώστε να μην υπάρχουν παρεμβολές και απώλεια σήματος. Η προετοιμασία, ποικίλει ανάλογα με την περίπτωση. Γενικά είναι απαραίτητος ο καθαρισμός της επιφάνειας του δέρματος, από τον ιδρώτα και η λείανση με την χρήση βούρτσας των ξηρών μερών ώστε η επιφάνεια που θα τοποθετηθούν τα ηλεκτρόδια να μην εμφανίζει δυσκολία στην συλλογή των σημάτων. Για την ορθή τοποθέτηση των ηλεκτροδίων μίας χρήσης και των ηλεκτροδίων δίσκου, τοποθετείται μία λειαντική κόλλα για την τριβή με το δέρμα. Όταν χρησιμοποιούνται καλύματα ηλεκτροδίων, γίνεται χρήση μίας επαφόμενης βελόνας με σκοπό το ξύσιμο του δέρματος. Σε αυτή την περίπτωση ενδέχεται να προκληθεί ερεθισμός, πόνος ή και μόλυνση. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στα άτομα που επαναλαμβάνουν αρκετές φορές την διαδικασία, με την εφαρμογή καλύμματος καθώς τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται στα ίδια σημεία του κεφαλιού και υπάρχει κίνδυνος για πόνο και αιμορραγία. Για να αποφευχθούν πιθανές μολύνσεις είναι απαραίτητο να τηρείται αυστηρώς το πρωτόκολλο υγιεινής και ασφάλειας. [22,23]

Επίσης βασικό κομμάτι της οργανολογίας του ηλεκτροεγκεφαλογράφου αποτελεί η μονάδα εγγραφής. Η μονάδα εγγραφής λαμβάνει τα σήματα που καταγράφονται από τα ηλεκτρόδια που τοποθετούνται στο κεφάλι του εξεταζόμενου και επεξεργάζονται ώστε να μπορέσουν να έρθουν στην κατάλληλη μορφή και να οδηγηθούν για περαιτέρω ανάλυση. Τα δεδομένα εισόδου μπορούν να είναι γραφήματα ή ψηφιακές εικόνες τα οποία είναι έξοδος των ηλεκτροδίων. [13,18]

4.2.4 Ενισχυτές και φίλτρα

Τα σήματα τα οποία λαμβάνονται από τα ηλεκτρόδια πρέπει να ενισχυθούν έτσι ώστε να είναι συμβατά με τις συσκευές που θα τα δεχτούν σαν είσοδο, όπως είναι τα καταγραφικά συστήματα του Ηλεκτροεγκεφαλογράφου καθώς και οι αναλογικοψηφιακοί μετατροπείς. Οι ενισχυτές πρέπει να έχουν αρκετά καλές επιδόσεις και να είναι επαρκείς έτσι ώστε να

μπορούν να ενισχύσουν το σήμα που λήφθηκε από τα ηλεκτρόδια και να λαμβάνουν τιμές που να ανταποκρίνονται στις συγκεκριμένες απαιτήσεις. Οι ενισχυτές πρέπει να έχουν την ικανότητα να ενισχύουν το σήμα επιλεκτικά, να απορρίπτουν το θόρυβο που ενδέχεται να προκληθεί από εξωτερικούς παράγοντες καθώς και τα σήματα παρεμβολής. Οι ενισχυτές για να είναι αποδεκτοί για χρήση πρέπει να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις.[13,18,22]

- Δεν θα πρέπει να επηρεάζει με κανένα τρόπο την φυσιολογική διαδικασία προς παρακολούθηση καθώς και το μετρούμενο σήμα δεν θα πρέπει να αλλοιώνεται από την δράση του ενισχυτή.
- Η ενισχυτική μονάδα του σήματος θα πρέπει να καταφέρνει τον βέλτιστο διαχωρισμό του σήματος με την χρήσιμη πληροφορία από τις διάφορες παρεμβολές καθώς και πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό είναι η προστασία του ασθενούς από τον κίνδυνο της ηλεκτροπληξίας.
- Επιπροσθέτως, ο ενισχυτής θα πρέπει να λειτουργεί σαν ανιχνευτής υψηλών τάσεων εισόδου όπως συμβαίνει κατά την εφαρμογή των απινιδωτών.

Το σήμα εισόδου του ενισχυτή περιλαμβάνει πέντε συνιστώσες. Αρχικά περιλαμβάνει το επιθυμητό βιοδυναμικό, ουσιαστικά την χρήσιμη πληροφορία που πρέπει να αξιολογηθεί, την παρεμβολή των 50 Hz λόγω της γραμμής τάσης, σήματα παρεμβολής τα οποία παράγονται από την διεπαφή δέρματος/ηλεκτροδίου, λόγω ιδρώτα ή τριχοφυΐας καθώς και ο θόρυβος που εμφανίζεται σε τέτοιου είδους καταγραφές. Ένας σωστά σχεδιασμένος ενισχυτής οφείλει να απορρίπτει ένα μεγάλο ποσοστό των σημάτων παρεμβολής. Η χρήσιμη πληροφορία, δηλαδή το επιθυμητό δυναμικό ορίζεται ως το διαφορικό σήμα μεταξύ των δύο ακροδεκτών εισόδου του διαφορικού ενισχυτή. Για να είναι κατανοητή η απόδοση του ενισχυτή υπολογίζεται ένας λόγος που ονομάζεται λόγος σήματος εξόδου προς το σήμα εισόδου. Η βέλτιστη ποιότητα σήματος επιτυγχάνεται όταν ο ενισχυτής παρέχει κέρδος 100-100.000, ωστόσο επηρεάζεται από συνδυασμό αρκετών παραμέτρων όπως ο αναλογικοψηφιακός μετατροπέας που χρησιμοποιήθηκε, ο ρυθμός δειγματοληψίας καθώς και ο θόρυβος των χρησιμοποιούμενων στοιχείων. Σκοπός είναι οι παραπάνω συντελεστές να ορίσουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη τιμή SNR(Signal to Noise Ratio), λόγο σήματος προς θόρυβο. [24]

Για να μειωθεί η επιρροή του θορυβώδους περιβάλλοντος, οι διαφορικοί ενισχυτές πρέπει να έχουν υψηλούς λόγους απόρριψης κοινού σήματος, τουλάχιστον 100dB και υψηλή αντίσταση εισόδου, τουλάχιστον 100MΩ. Ως λόγος απόρριψης κοινού σήματος ορίζεται ο λόγος κέρδους του διαφορικού σήματος, δηλαδή το ζητούμενο σήμα προς το κέρδος του κοινού σήματος, δηλαδή το αρχικό σήμα εισόδου. Ένας τρόπος για να μειωθεί ο θόρυβος στο σήμα λόγω του εναλλασσόμενου ρεύματος συχνότητας 50/60 Hz είναι η κατασκευή ειδικά σχεδιασμένων δωματίων με θωράκιση, τόσο για τον θόρυβο από το περιβάλλον όσο και από το εναλλασσόμενο ρεύμα. Οι ενισχυτές της διάταξης λειτουργούν με μπαταρίες ώστε να μην υπάρχει επιπλέον παρεμβολή. Στη συνέχεια, με ένα καλώδιο το οποίο βγαίνει από τον θωρακισμένο χώρο συνδέεται με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή που καταλήγει το σήμα που λήφθηκε. Η πληροφορία που είναι χρήσιμη, μπορεί να χαρακτηριστεί ως κρυμμένη κάτω από τον θόρυβο και για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται βαθυπερατά, ζωνοφρακτικά αλλά και υπερπερατά φίλτρα ώστε μετά το πέρας της διαδικασίας του φιλτραρίσματος το σήμα που θα προκύψει να είναι όσο το δυνατόν πιο “καθαρό”. Καθώς σύστημα καταγραφής του σήματος είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και το σήμα που λαμβάνεται είναι αναλογικό, είναι απαραίτητο να γίνει μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό. Γίνεται δειγματοληψία του σήματος σε σταθερά χρονικά διαστήματα, δηλαδή σε κάθε περίοδο δειγματοληψίας και στην συνέχεια το σήμα/δείγμα μετατρέπεται σε ψηφιακή μορφή. Συνοπτικά τα βήματα για την μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό είναι τα εξής:

- Ορισμός κβαντισμένων χρονικών στιγμών Δt ώστε να αξιολογηθεί το αναλογικό σήμα που λήφθηκε
- Δειγματοληψία (sampling) αναλογικού σήματος
- Ψηφιοποιημένο σημείο
- Ακολουθία αριθμών που προσεγγίζει το αναλογικό σήμα
- Χρονική σχέση μεταξύ των ψηφιοποιημένων αριθμών
- Δημιουργία πίνακα των σημάτων που λήφθηκαν ώστε να αναλυθεί με ακρίβεια το αρχικό αναλογικό σήμα. [24]

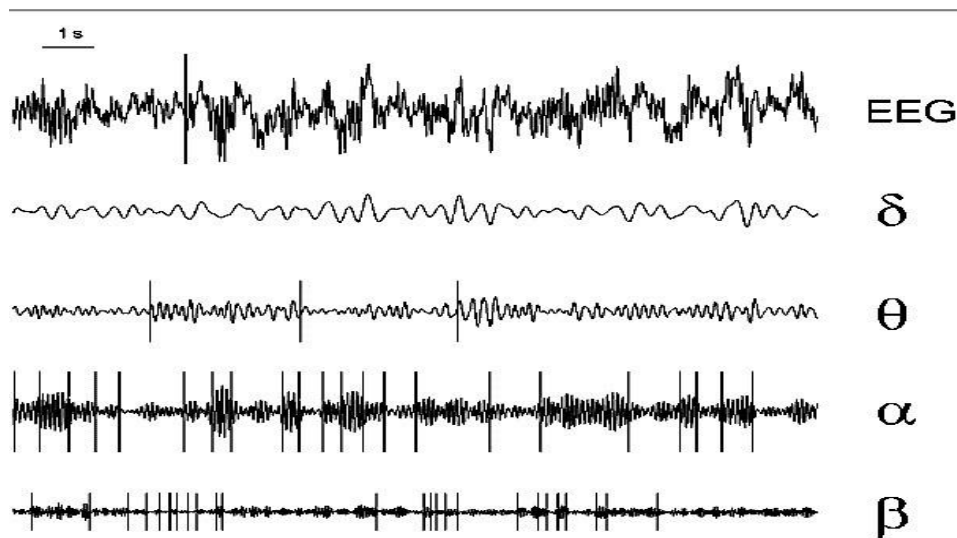
Πιο αναλυτικά, η διαδικασία της μετατροπής από το αναλογικό στο ψηφιακό σήμα περιλαμβάνει την βαθμιδοποίηση, δηλαδή την μετατροπή ενός συνεχούς αναλογικού σήματος σε ένα σύνολο διακριτών βημάτων εξόδου. Επόμενο βήμα είναι η κωδικοποίηση, δηλαδή η αντιστοίχιση ενός ψηφιακού αριθμού σε κάθε κατάσταση εξόδου. Τα χαρακτηριστικά των μετατροπών είναι ο αριθμός των bits μετατροπέα (resolution) ή αλλιώς ανάλυση του μετατροπέα (n), συνήθως λαμβάνουν τιμές 8,10, 12 bits, αριθμός πιθανών καταστάσεων εξόδου του μετατροπέα που υπολογίζονται $N=2^n$ όπου n ο αριθμός των bits και αριθμούνται από 0 έως N-1 και ο αριθμός N-1 είναι ο αριθμός αναλογικών σημείων απόφασης. Τέλος, το βήμα αναλογικής βαθμιδοποίησης με μονάδα μέτρησης σε volt ($Q=(V_{max}-V_{min})/2^n$), καθορίζει την διακριτική ικανότητα του μετατροπέα και φροντίζει τα σημεία απόφασης να είναι κατανομημένα στο μέγιστο εύρος του σήματος εισόδου ανά Q volt. Ο ρυθμός δειγματοληψίας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσιος από την μέγιστη συχνότητα του αναλογικού σήματος. [13,23]

Στην μονάδα ενίσχυσης του συστήματος καταγραφής των σημάτων του εγκεφάλου πρέπει να τοποθετούνται αναλογικά φίλτρα για το φιλτράρισμα του συλλεγόμενου σήματος. Το υψηλερατό φίλτρο (high-pass) είναι αναγκαίο για την εξάλειψη των χαμηλών συχνοτήτων που προκαλούνται από την αναπνοή, την κίνηση των μυών και του καρδιακού ρυθμού καθώς παραμένουν στο σήμα και μετά την αφαίρεση των τάσεων προς το ηλεκτρόδιο της γείωσης και η συχνότητα αποκοπής κυμαίνεται 0.1Hz-0.7Hz. Επιπλέον, για να εξασφαλιστεί ότι το σήμα θα βρίσκεται σε ένα καθορισμένο εύρος συχνοτήτων, δηλαδή θα καλύπτει μία περιορισμένη ζώνη τιμών, τοποθετείται και ένα χαμηλοπερατό φίλτρο (low pass) με συχνότητα αποκοπής που κυμαίνεται από 40Hz έως περίπου το μισό της συχνότητας δειγματοληψίας. Τα αναλογικά χαμηλοπερατά φίλτρα αποτρέπουν την παραμόρφωση του σήματος από τις παρεμβολές εξαιτίας του ρυθμού δειγματοληψίας, η οποία ονομάζεται επικάλυψη (aliasing) και προκύπτει στις περιπτώσεις που οι συχνότητες οι οποίες είναι μεγαλύτερες από το μισό του ρυθμού δειγματοληψίας παραμένουν αμετάβλητες. [23,24]

4.2.5 Σήμα EEG

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα είναι η καταγραφή των σημάτων που λήφθηκαν από τα ηλεκτρόδια τα οποία τοποθετήθηκαν στο κεφάλι του εξεταζόμενου και πρέπει να αναλυθούν ώστε να καταλήξει ο ειδικός σε μία γνώματευση για τον εκάστοτε εξεταζόμενο. Η ερμηνεία λοιπόν ενός ηλεκτροεγκεφαλογράφηματος, στηρίζεται στην αναγνώριση προτύπων τα οποία καθορίζουν την συνολική κλινική εικόνα του εξεταζόμενου. Έτσι η αναγνώριση των προτύπων σήματος, αποτελεί αρκετά σημαντικό κομμάτι του κλάδου και διευκολύνεται λόγω της υπάρχουσας κατηγοριοποίησης των μοτίβων. Το αρχικό σήμα το οποίο λαμβάνεται, φαίνεται ασαφές και θορυβώδες. Το βασικό σημείο της αξιολόγησης του σήματος είναι η αναγνώριση των μοτίβων πίσω από το αρχικό σήμα, όπου περιλαμβάνει φυσιολογικά και μη φυσιολογικά μοτίβα, με ψευδενδείξεις (artifacts) και γενικότερα διάφορα άλλα χαρακτηριστικά

γνωρίσματα με πληροφορία. Όταν τα σήματα κατηγοριοποιηθούν και χαρακτηριστούν ανάλογα με την συχνότητα, το πλάτος και γενικά την κυματομορφή τους, μπορούν να υπαχθούν στις πλέον γνωστές κατηγορίες σημάτων, άλφα, βήτα, γάμα, δέλτα και θήτα, να συζητηθούν, να μελετηθούν και να χρησιμοποιηθούν κλινικά. Τα μοτίβα στο EEG αποτελούνται από κύματα, που είναι οι αλλαγές στη διαφορά δυναμικού μεταξύ ζευγών ηλεκτροδίων κατά την καταγραφή της εγκεφαλικής δραστηριότητας. Αυτές οι αλλαγές μπορεί να προέρχονται τόσο από τον εγκέφαλο όσο και από εξωτερικές πηγές. Συνεπώς, κάθε είδος δραστηριότητας στο EEG μπορεί να θεωρηθεί κύμα. Ο όρος "κύμα" δεν υποδηλώνει τη σημαντικότητα της δραστηριότητας, αλλά τα χαρακτηριστικά των κυμάτων είναι σημαντικά για την αναγνώριση των μοτίβων. Με απλά λόγια, τα μοτίβα καθορίζονται από τα κύματα που τα συνθέτουν. Τα κύματα μπορούν να εμφανίζονται σε πολλές διαφορετικές μορφές και η κατανόηση των χαρακτηριστικών τους επιτρέπει την αναγνώριση αυτών των μοτίβων.[13,18,22]



Εικόνα 1.11: Απεικόνιση σημάτων που εμφανίζονται στο ηλεκτροεγκεφαλόγραμμα

Πίνακας 1.2: Συνοπτικός πίνακας συχνοτήτων και πλατών των κυμάτων

ΟΜΑΔΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΠΛΑΤΟΣ
ALPHA(MU)	8-14Hz(7-11Hz)	20-80 μ V
BETA	15-30Hz	1-5 μ V
GAMMA	30-100Hz	0.5-2 μ V
DELTA	<4Hz	100-200 μ V
THETA	4-7Hz	5-10 μ V

4.3 Ψευδενδείξεις (Artifacts)

Ως "Artifacts" ή αλλιώς ψευδενδείξεις χαρακτηρίζονται τα σήματα τα οποία καταγράφονται από τον ηλεκτροεγκεφαλογράφο αλλά δεν προέρχονται από τον εγκέφαλο, ουσιαστικά είναι σήματα που δεν προέρχονται από τον εγκέφαλο αλλά καταγράφονται από

τα ηλεκτρόδια του EEG και δεν χαρακτηρίζονται ως χρήσιμη πληροφορία για αξιολόγηση. Τα artifacts χωρίζονται βάσει της πηγής παραγωγής τους, που μπορεί να είναι ο ίδιος ο άνθρωπος που εξετάζεται είτε από εξωτερικές πηγές. Μία πηγή που είναι υπεύθυνη για την παραγωγή Artifacts, είναι οι μύες του ατόμου που εξετάζεται. Αυτού του είδους ψευδενδείξεις παράγονται από μυογενή δυναμικά τα οποία συνήθως παράγονται από τους μετωπιαίους και κροταφικούς μύες, όπως όταν σφίγγει κάποιος τους μύες της γνάθου ή όταν σηκώνει κάποιος τα φρύδια προς τα πάνω και συνήθως είναι μικρής διάρκειας, έχουν διαφορετικής μορφολογίας καθώς και συχνότητας σήματα σε σχέση με αυτά που παράγει ο εγκέφαλος και για τον λόγο αυτόν είναι εύκολα διαχωρίσιμα. Μια ακόμα ψευδένδειξη που εμφανίζεται στις κυματομορφές που παράγονται στον ηλεκτροεγκεφαλογράφο αποτελεί η κίνηση των μυών του προσώπου όπως οι σπασμοί ή αλλιώς οι εκφράσεις του προσώπου. Η photomyoclonic αντίδραση, χαρακτηρίζεται ως μία ειδική κατηγορία ψευδενδείξεων που αποτυπώνεται προφανώς στο ηλεκτροκαρδιογράφημα αλλά και στην παραγόμενη κυματομορφή του ηλεκτρομυογραφήματος, λόγω της διακοπτόμενης φωτεινής διέγερσης, ουσιαστικά είναι η ακούσια αντίδραση στο έντονο φως που προκαλούν συρρίκνωση του μετωπιαίου και σφικτήρα μυ.

Επίσης μία υποκατηγορία των artifacts που εμφανίζεται από την κίνηση των μυών είναι η "glossokinetic artifact" που παράγεται από την μυϊκή δραστηριότητα της γλώσσας όπως και η κίνηση των βολβών του ματιού, που λειτουργούν ως δίπολα. Η ψευδένδειξη που παράγει η γλώσσα έχει δυναμικό πεδίο το οποίο λαμβάνει εύρος τιμών το οποίο μειώνεται από τις μετωπικές προς τις ινιακές περιοχές αλλά οι μεταβάσεις δεν είναι τόσο απότομες όσο αυτές που προκαλούνται από την κίνηση των βολβών των ματιών. Η συχνότητα στις συγκεκριμένες περιπτώσεις κατηγοριοποιείται στην περιοχή delta, δηλαδή σε τιμές συχνότητας μικρότερες των 4Hz. Η κίνηση των ματιών (eye movements artifacts), αποτελούν μία σημαντική πηγή ψευδενδείξεων και όταν παρατηρούνται από τον ηλεκτροεγκεφαλογράφο είναι σημαντικές για τον εντοπισμό των σταδίων του ύπνου. Πιο συγκεκριμένα, ο βολβός του ματιού λειτουργεί ως δίπολο το οποίο προς την πλευρά του κερατοειδή ορίζεται ο θετικός πόλος και ο αρνητικός πόλος βρίσκεται στο πίσω τμήμα του βολβού, στον αμφιβληστροειδή. Οι παλμοί της καρδιάς ανιχνεύονται και στο τριχωτό της κεφαλής οπότε αποτυπώνονται και στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα σαν ψευδενδείξεις. Έχει αποδειχθεί πως οι άνθρωποι με παχύ και κοντό λαιμό έχουν εμφανίζουν περισσότερες ψευδενδείξεις λόγω του καρδιακού ρυθμού. Η εμφάνιση των ψευδενδείξεων σχετίζεται και με την θέση που τοποθετούνται τα ηλεκτρόδια στο κεφάλι. Η ψευδένδειξη που εμφανίζεται στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα λόγω του καρδιακού παλμού (pulse artifact), αναγνωρίζεται εύκολα λόγω της ρυθμικότητας και της επαναληψιμότητας που εμφανίζει καθώς και την ταύτιση που εμφανίζει με το ηλεκτροκαρδιογράφημα. Να σημειωθεί πως όταν γίνεται ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, ταυτόχρονα γίνεται και ηλεκτροκαρδιογράφημα αλλά και ηλεκτρομυογράφημα. Έτσι κάθε «απότομο κύμα» στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα πριν το φιλτράρισμα αντιστοιχεί στο αντίστοιχο QRS του καναλιού του ηλεκτροκαρδιογράφου. Η διαδικασία για τον καθαρισμό του σήματος δυσχεραίνεται σε περίπτωση που υπάρχει παθολογία στον εγκέφαλο και εμφανίζονται ανωμαλίες στην δραστηριότητα του εγκεφάλου που αποτυπώνονται ως αιχμηρά κύματα στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και υπάρχει σύγχυση ως προς την προέλευση του σήματος. Έτσι είναι απαραίτητο να γίνει σωστά η τοποθέτηση των ηλεκτροδίων τόσο του ηλεκτροεγκεφαλογράφου όσο και του ηλεκτροκαρδιογράφου καθώς και το φιλτράρισμα του σήματος που λαμβάνεται ώστε το τελικό σήμα να προσεγγίζει την πραγματικότητα. Οι ψευδενδείξεις που παράγονται λόγω του καρδιακού παλμού (pulse artifact) είναι αποτέλεσμα της τοποθέτησης ενός ηλεκτροδίου πάνω από ένα παλλόμενο αιμοφόρο αγγείο. Ο καρδιακός παλμός μπορεί να δημιουργήσει κύματα τα οποία μιμούνται

την κυματομορφή που παράγεται από τον εγκέφαλο όταν ο καρδιακός ρυθμός είναι αργός. [13,18,24]

4.3.1 Ψευδενδείξεις αναπνοής (*Respiration Artifacts*)

Η αναπνοή μπορεί να παράγει 2 ειδών ψευδενδείξεις κατά την καταγραφή του σήματος στον ηλεκτροεγκεφαλογράφο. Ο ένας τύπος ψευδενδείξεων ορίζεται από δραστηριότητα αργή και ρυθμική, που συγχρονίζεται με τις κινήσεις του σώματος κατά την αναπνοή και επηρεάζει μηχανικά την αντίσταση του ενός συνήθως ηλεκτροδίου. Ο δεύτερος τύπος ψευδενδείξεων χαρακτηρίζεται από κύματα αργά και αιχμηρά τα οποία συμβαίνουν κατά την εισπνοή και την εκπνοή του εξεταζόμενου. Στο εμπόριο υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες συσκευές που είναι υπεύθυνες για την παρακολούθηση της αναπνοής και συνδέονται με τον ηλεκτροεγκεφαλογράφο. Σε άλλη περίπτωση υπάρχει η δυνατότητα ένα κανάλι του συστήματος να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά για την παρακολούθηση του ρυθμού αναπνοής και τις κινήσεις του σώματος που προκαλούνται λόγω της αναπνοής. Μία εύκολη διαδικασία για να παρακολουθήσει ο ειδικός την αναπνοή κατά την εξέταση με τον ηλεκτροεγκεφαλογράφο είναι ο συμβολισμός των εισπνοών με ανοδικό βέλος και με καθοδική στροφή την εκπνοή.[24]

4.3.2 Ψευδενδείξεις δέρματος (*Skin artifacts*)

Μία επιπλέον ψευδένδειξη που εμφανίζεται στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα έχει να κάνει με την επαφή του ηλεκτροδίου με το δέρμα. Το δέρμα λόγω της φυσιολογίας του και των διεργασιών που επιτελούνται ενδέχεται να τροποποιήσουν την αντίσταση του δέρματος και να προκαλέσουν ψευδενδείξεις. Μία βασική και πιο συνηθισμένη αιτία είναι ο ιδρώτας. Όσο δροσερό και να είναι το δωμάτιο που πραγματοποιείται η εξέταση, λόγω του άγχους και της έντασης του εξεταζόμενου, ο οργανισμός αντιδρά και το εμφανίζει με την εφίδρωση. Το χλωριούχο νάτριο και το γαλακτικό οξύ από τον ιδρώτα, επηρεάζει την αντίσταση των ηλεκτροδίων καθώς αλληλεπιδρά με τα μέταλλα των ηλεκτροδίων και παράγουν υψηλού πλάτους και μικρής συχνότητας ταλαντώσεις. Σημαντικές ασυμμετρίες μπορούν επίσης να παρατηρηθούν όταν συγκεντρώνεται αίμα κάτω από το δέρμα ή επάνω από αυτό. Τα ελαττώματα του κρανίου είναι επίσης πιθανό να προκαλέσουν ασυμμετρία. Σε αυτήν την περίπτωση, τα πλάτη των παραγόμενων σημάτων είναι μεγαλύτερα από τα ηλεκτρόδια που βρίσκονται πάνω ή δίπλα στα σημεία όπου παρουσιάζεται η ασυμμετρία.[23]

4.3.3 Ψευδενδείξεις Ηλεκτροδίου (*Electrode artifacts*)

Το πιο κοινό artifact ηλεκτροδίου είναι το σκάσιμο του ηλεκτροδίου (electrode pop). Μορφολογικά, αυτό εμφανίζεται ως απλές ή πολλαπλές αιχμηρές κυματομορφές λόγω της απότομης αλλαγής της σύνθετης αντίστασης. Αναγνωρίζεται εύκολα από τη χαρακτηριστική του εμφάνιση δηλαδή η απότομη κατακόρυφη εναλλαγή την κυματομορφή που εμφανίζεται στο προσκήνιο καθώς και την κατανομή που εμφανίζει που ακολουθεί ένα προκαθορισμένο μοτίβο αφού συνήθως αφορά ένα μόνο ηλεκτρόδιο. Γενικότερα θα πρέπει να σημειωθεί πως αιχμηρές υπερτάσεις που εμφανίζονται στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα λόγω ενός ηλεκτροδίου θα πρέπει να θεωρούνται ψευδενδείξεις μέχρι να γίνει πλήρης ταυτοποίηση της προέλευσής τους. [23]

4.3.4 Ψευδενδείξεις ρεύματος (*Alternating current (50/60 Hz) Artifact*)

Το πιο κοινό artifact του περιβάλλοντος (environmental artifact) είναι λόγω του εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) το οποίο βρίσκεται στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτός ο θόρυβος έχει συνήθως μεσαίο προς μικρό πλάτος και έχει την μονοφορμική (monomorphic) συχνότητα του ρεύματος, το οποίο είναι 60 Hz στη Βόρεια Αμερική και σε μέρη της Νότιας Αμερικής και Ασίας και 50 Hz στον υπόλοιπο κόσμο. Το artifact είναι πιθανό να βρίσκεται σε όλα τα κανάλια ή σε μεμονωμένα κανάλια στα οποία οι αντιστάσεις των ηλεκτροδίων έχουν τοποθετηθεί εσφαλμένα. Ωστόσο, η συγκεκριμένη ψευδένδειξη εμφανίζεται σε όλα τα κανάλια αλλά με διαφορετικό πλάτος.[23]

4.3.5 Ψευδενδείξεις ηλεκτροκαρδιογράφου (Artifact ECG)

Μία πηγή ψευδενδείξεων είναι τα σήματα του ηλεκτροκαρδιογράφου που παρεμβάλλονται στα σήματα του ηλεκτροεγκεφαλογράφου. Ουσιαστικά τα δυναμικά της καρδιάς εμφανίζονται στην επιφάνεια του τριχωτού της κεφαλής και σχετίζονται και με την ανατομία του εκάστοτε ανθρώπου. Η εμφάνιση των artifacts στο σήμα που λαμβάνεται έχει να κάνει και με την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων στην επιφάνεια του κρανίου και κατ'επέκταση διαφέρει το σήμα από το δυναμικό της καρδιάς που παρεμβάλλεται στο σήμα που λαμβάνει ο ηλεκτροεγκεφαλόγραφος. Συνήθως εμφανίζεται πιο έντονα σε περιοχές αναφοράς καθώς και στα ηλεκτρόδια που τοποθετούνται στο πίσω τμήμα των αυτιών. Η χαρακτηριστική μορφή του συγκεκριμένου artifact ξεχωρίζει από την χρήσιμη πληροφορία λόγω της απότομης μορφής κύματος, της κανονικότητας και της επαναληψιμότητας που εμφανίζει. Είναι εύκολο να διακριθούν από το σήμα που παράγεται από τον εγκέφαλο, αλλά σε περιπτώσεις που τα σήματα του εγκεφάλου είναι "απότομα" και εμφανίζουν αιχμές είναι αρκετά δύσκολο να διακριθούν κατά την διάρκεια της επεξεργασίας των σημάτων. Ο καρδιακός παλμός ενδέχεται να εμφανίσει κύματα χαμηλής έντασης που μπορούν να συσχετιστούν με τα σήματα που παράγει ο εγκέφαλος κατά την συλλογή σημάτων από τον ηλεκτροεγκεφαλόγραφο.

Η συλλογή των σημάτων από τον εγκέφαλο έχει να κάνει με την επαφή των ηλεκτροδίων του ηλεκτροεγκεφαλογράφου με το τριχωτό της κεφαλής άρα και με το δέρμα του ανθρώπου. Στο δέρμα γίνονται βιολογικές διαδικασίες λόγω της φυσιολογίας του ανθρώπινου οργανισμού. Πιο αναλυτικά, λόγω της εφίδρωσης κατά την διαδικασία της εξέτασης ενδέχεται να τροποποιηθεί η αντίσταση του δέρματος. Ο ιδρώτας αποτελείται από νερό, ανόργανα άλατα καθώς και λιπαρά οξέα, όπως χλωριούχο νάτριο και γαλακτικό οξύ τα οποία αντιδρούν με τα μέταλλα των ηλεκτροδίων του ηλεκτροεγκεφαλογράφου και εμφανίζονται διαφοροποιήσεις στο παραγόμενο σήμα.

Σε κάθε περίπτωση που λαμβάνεται σήμα μέσω ηλεκτροδίων εμφανίζεται στην επεξεργασία του σήματος παρεμβολές λόγω του εναλλασσόμενου ρεύματος (AC). Είναι σύνθητες φαινόμενο και για τον λόγο αυτόν υπάρχουν φίλτρα, ζωνοφρακτικά, που κόβουν την συχνότητα των 50 Hz που παράγονται από το ηλεκτρικό ρεύμα. Το συγκεκριμένο artifact ονομάζεται θόρυβος λόγω ηλεκτρικού ρεύματος έχει μικρό ή μεσαίο πλάτος και έχει την μονοφορμική συχνότητα (monomorphic).[23]

Κεφάλαιο 5

5.1 Αξιολόγηση Ποιότητας Ύπνου

Ένα βασικό ζήτημα και ερώτημα αποτελεί η ποιότητα του ύπνου. Η παρακολούθηση της διάρκειας του ύπνου του ατόμου, η κατανομή των σταδίων του νυχτερινού ύπνου καθώς και οι κύκλοι ύπνου/αφύπνισης που ολοκληρώνονται κάθε βράδυ είναι κρίσιμα χαρακτηριστικά για την εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού, τόσο σωματικά όσο και ψυχικά, καθώς ο καλής ποιότητας ύπνος συμβάλλει στην αποκατάσταση της γνωστικής λειτουργίας, τον έλεγχο των συναισθημάτων, την συγκέντρωση της μνήμης και την μάθηση. Με την παρακολούθηση των σταδίων του ύπνου και κυρίως του REM ύπνου, το άτομο μπορεί να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα του ύπνου του και να κάνει προσαρμογές στις συνήθειες του ύπνου του ώστε να βελτιωθεί η συνολική ποιότητα της ζωής του. [26,27,28]

Ο ύπνος REM είναι ένα ζωτικής σημασίας μέρος του κύκλου ύπνου, που συμβαίνει κατά διαστήματα στη διάρκεια της νύχτας. Με την παρακολούθηση του ύπνου REM, οι άνθρωποι μπορούν να κατανοήσουν τη διάρκεια και τη συχνότητα των κύκλων REM, που επηρεάζουν την ουσιαστική ξεκούραση του ατόμου. Επίσης, ο ύπνος REM παίζει σημαντικό ρόλο στη γνωστική απόδοση. Η έλλειψη ύπνου REM μπορεί να επηρεάσει τη μνήμη, τη γνωστική λειτουργία και τη δυνατότητα να αντιμετωπίζουμε κοινωνικές καταστάσεις. Ο ρόλος των έξυπνων ρολογιών είναι κυρίως συμβουλευτικός. Καθώς γίνεται η παρακολούθηση των σταδίων του ύπνου, συνήθως εμφανίζουν ένα μήνυμα- σύσταση που αξιολογεί την ποιότητα του νυχτερινού ύπνου και δίνει προτάσεις για την βέλτιστη ποιότητα του ύπνου, την προσαρμογή των καθημερινών ρουτίνων και την δημιουργία του ιδανικού περιβάλλοντος για ύπνο. Ο αλγόριθμος αυτός παρέχει γενικά δεδομένα για την υγεία του ατόμου, όπως αρτηριακή πίεση, οξυγόνο αίματος και καρδιακό ρυθμό, ωστόσο δεν θεωρείται αξιόπιστο ως προς την ακρίβεια, απλά όπως αναφέρθηκε και παραπάνω χρησιμοποιείται συμβουλευτικά προς το άτομο που το φοράει και απαιτείται κριτική σκέψη και γνώση ώστε να επεξεργάζεται σωστά τα αποτελέσματα που του παρέχει το ρολόι. [27,29]

Η ποιότητα του ύπνου μπορεί να κατατάσσεται ως καλή ή κακή με βάση διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν το πόσο αναζωογονητικός είναι ο ύπνος και κατά πόσο ξεκουράστηκε το άτομο. Η καλή ποιότητα ύπνου έχει να κάνει με τον χρόνο που χρειάστηκε για να κοιμηθεί το άτομο, ιδανικά θα πρέπει να είναι λίγα λεπτά την λήψη της κατάλληλης θέσης στο κρεβάτι, τον ύπνο καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας χωρίς συχνές αφυπνίσεις, τη δυνατότητα να συμπληρώνεται το κατάλληλο χρονικό διάστημα ανάλογα την ηλικία, και την αίσθηση της αναζωογόνησης και της ξεκούρασης κατά την αφύπνιση το πρωί. Τα άτομα που έχουν καλή ποιότητα ύπνου συνήθως ξυπνούν με ενέργεια, καλή διάθεση και έτοιμοι να αδράξουν την μέρα. Αντίθετα, ο κακής ποιότητας ύπνος εκδηλώνεται με αρκετά σημάδια, συμπεριλαμβανομένων την ώρα που απαιτείται για να κοιμηθεί το άτομο από την στιγμή που ξάπλωσε στο κρεβάτι, δηλαδή πάνω από 30 λεπτά, οι αφυπνίσεις κατά την διάρκεια του ύπνου να είναι περισσότερες από μία φορές, η αίσθηση της κούρασης και η δυσκολία στη συγκέντρωση κατά τη διάρκεια της ημέρας, η αύξηση βάρους, η μόνιμη αίσθηση άγχους και η συναισθηματική εξάντληση είναι χαρακτηριστικά κακής ποιότητας ύπνου. Η κακή ποιότητα ύπνου μπορεί να επηρεάσει τη συγκέντρωση, να επιδεινώσει τη διάθεση και συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο για διάφορες παθήσεις υγείας όπως η νόσος του Alzheimer. Μπορεί επίσης να οδηγήσει σε ημερήσια νάρκη, μειωμένη παραγωγικότητα και συνολικά μειωμένη ποιότητα ζωής.

5.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα ύπνου

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την ποιότητα του ύπνου και συνήθως η δράση είναι συνδυαστική, καθώς αλληλεπιδρούν εσωτερικοί και εξωτερικοί παράγοντες. Πιο αναλυτικά, ο πόνος είναι ένας από τους βασικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του ύπνου, καθώς περιπτώσεις που υπάρχει άλγος σε κάποιο σημείο του σώματος, όπως στην μέση, τον αυχένα και στα άκρα διαταράσσουν την ποιότητα του ύπνου και κάνουν πολύ πιο δύσκολη την διαδικασία, καθώς ο ύπνος διακόπτεται από αφυπνίσεις λόγω πόνου, το άτομο χρειάζεται αρκετή ώρα να βουλευτεί και γενικά υποβαθμίζεται η αποδοτικότητα του ύπνου. Όπως έχει αναφερθεί αρκετές φορές στην παρούσα εργασία και είναι και ξεκάθαρο από την καθημερινότητα, το άγχος αποτελεί τροχοπέδη για τον νου και το σώμα για να χαλαρώσουν, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση του ύπνου ή και την έλλειψή του. Μία εύκολη διαδικασία που μπορεί να ακολουθηθεί ώστε να χαλαρώσει το άτομο πριν το ύπνο, είναι η διατήρηση σταθερού ωραρίου ύπνου, απομάκρυνση από κινητό και υπολογιστή καθώς και άλλες τεχνικές χαλάρωσης που είναι ξεχωριστές για το εκάστοτε άτομο.

Το περιβάλλον του ύπνου, το ωράριο του ύπνου, η κατανάλωση καφεΐνης, αλκοόλ και κάποιων τροφών, είναι ορισμένοι εξωτερικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του ύπνου, συνήθως κατά την έναρξή του. Ένας ιδανικός χώρος για ύπνο, είναι ένα άνετο υπνοδωμάτιο, με ιδανική θερμοκρασία, σκοτεινό και ήσυχο ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα του ύπνου. Αναφέρεται επίσης, πως η αποφυγή τοποθέτησης οθονών στο δωμάτιο ενισχύει την ποιότητα του ύπνου. Το υπνοδωμάτιο πρέπει να είναι ένας χώρος ηρεμίας, με κατάλληλο φωτισμό και χρώμα που να ηρεμεί αυτόν που βρίσκεται μέσα σε αυτό. Επίσης, η διατήρηση ενός σταθερού ωραρίου ύπνου, δηλαδή η διατήρηση σταθερής ώρας ύπνου και αφύπνισης κάθε μέρα μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα του ύπνου. Η κατανάλωση καφεΐνης και αλκοόλ πριν τον ύπνο μπορεί να προκαλέσει επιπλέον ένταση στο άτομο και να μην καταφέρει να ηρεμήσει ώστε να κοιμηθεί και να ξεκουραστεί. Τέλος, ορισμένες τροφές, συνήθως τροφές με αρκετό ελαιόλαδο, τηγανιτά, φαγητά με σάλτσες, καυτερά και γενικά μεγάλα γεύματα πρέπει να αποφεύγονται το βράδυ γιατί προκαλούν άβολο αίσθημα στο στομάχι και δεν βοηθούν στην έναρξη της διαδικασίας του ύπνου. Ιδανικά πριν τον ύπνο θα πρέπει να καταναλώνονται ελαφριά γεύματα και ζεστά ροφήματα όπως γάλα και χαμομήλι για να χαλαρώνει το σώμα και να είναι πιο γρήγορη η ανάπαυση. [26,27,28]

5.3 Μέθοδοι αξιολόγησης της ποιότητας ύπνου

Η ποιότητα του ύπνου είναι απαραίτητο να αξιολογηθεί και υποκειμενικά αλλά και αντικειμενικά. Η αξιολόγηση αυτή γίνεται με την χρήση διαφόρων μεθόδων και εργαλείων ώστε να αξιολογηθούν διάφορες πτυχές των προτύπων του ύπνου. Για να αξιολογηθεί υποκειμενικά ο ύπνος το υπό εξέταση άτομο συμπληρώνει ένα ερωτηματολόγιο που αναφέρει όσο το δυνατόν πιο αναλυτικά τα δεδομένα για την διαδικασία του ύπνου. Ορισμένα από αυτά τα ερωτηματολόγια αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω:

1. Κλίμακα Ποιότητας Ύπνου (SQS, Sleep Quality Scale): Η SQS είναι ένα ερωτηματολόγιο που συμπληρώνει το άτομο που μελετάται ο ύπνος (υποκειμενικά) και περιέχει ερωτήσεις για τα στάδια του ύπνου, τα προβλήματα εκκίνησης και διατήρησης του ύπνου, τη δυσκολία στο ξύπνημα και την αποδοτικότητα του ύπνου. Το άτομο καλείται να συμπληρώσει το ερωτηματολόγιο επιλέγοντας από μία κλίμακα από 0 έως 5 και στην συνέχεια οι αντιστοιχίες αξιολογούν τις συμπεριφορές ύπνου τους σε μια τετραπλή κλίμακα Likert, με υψηλότερες βαθμολογίες να υποδεικνύουν πιο έντονα προβλήματα ύπνου.

2. Υποκειμενική Αξιολόγηση: Ερωτηματολόγια όπως το Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), το Athens Insomnia Scale (AIS), το Insomnia Severity Index (ISI) και άλλα χρησιμοποιούνται συχνά για τη μέτρηση της υποκειμενικής ποιότητας ύπνου. Αυτά τα ερωτηματολόγια αξιολογούν διάφορες πτυχές της ποιότητας του ύπνου, όπως η καθυστέρηση ύπνου, οι αφυπνίσεις κατά τον ύπνο, και η αποδοτικότητα του ύπνου, παρέχοντας πληροφορίες για την καλή ή κακή ποιότητα του ύπνου. Στην παρούσα εργασία το ερωτηματολόγιο που απαντήθηκε από τα υπό μελέτη άτομα στηρίχθηκε στο πρότυπο ερωτηματολόγιο Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) προσαρμοσμένο στα ζητούμενα της εργασίας.[27]

3. Μελέτες Ύπνου: Οι επαγγελματίες μπορούν να αξιολογήσουν την ποιότητα του ύπνου μέσω μελετών ύπνου όπως η πολυσομνογραφία, η οποία περιλαμβάνει την παρακολούθηση ασθενών κατά τη διάρκεια της νύχτας σε εργαστήριο ύπνου για την παρακολούθηση των προτύπων ύπνου. Αυτές οι εξετάσεις μπορούν να παρέχουν αντικειμενικά δεδομένα σχετικά με τις συμπεριφορές ύπνου και να εντοπίζουν οποιεσδήποτε ανωμαλίες που μπορεί να επηρεάζουν την ποιότητα του ύπνου. [27]

Μελέτη ύπνου συνήθως κάνουν άτομα τα οποία ροχαλίζουν αρκετά κατά την διάρκεια της νύχτας και έχουν ενημερωθεί από κάποιο άτομο που βρίσκεται στο ίδιο δωμάτιο ότι κάνουν διακοπές στην αναπνοή. Κατά την έναρξη της μελέτης ύπνου, στο εργαστήριο δίνεται ένα ερωτηματολόγιο στον εξεταζόμενο για να απαντήσει σε αρκετά απλές ερωτήσεις, για την αποδοτικότητα του ύπνου του, την καθημερινή ενέργειά του και την ανταπόκρισή του στις καθημερινές απαιτήσεις αξιολογώντας τον εαυτό του σε μία κλίμακα. Ο ειδικός στην συνέχεια υπολογίζει ένα άθροισμα από τις απαντήσεις του εξεταζόμενου και κρίνει την ποιότητα του ύπνου. Αν και η διαδικασία είναι να γίνει παρακολούθηση του ύπνου στο εργαστήριο, πλέον αν ο ειδικός το κρίνει απαραίτητο δίνει συσκευή παρακολούθησης του ύπνου στον εξεταζόμενο για να γίνουν οι μετρήσεις στο σπίτι και να αξιολογηθούν μετέπειτα από τον ειδικό. Να σημειωθεί πως η διαδικασία αυτή γίνεται κυρίως για την διάγνωση της υπνικής άπνοιας. Χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως η SQS, η υποκειμενική αξιολόγηση, μελέτη ύπνου και λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες τρόπου ζωής, τα άτομα και οι επαγγελματίες υγείας μπορούν να παρακολουθήσουν και να αξιολογήσουν αποτελεσματικά την ποιότητα του ύπνου προκειμένου να βελτιστοποιήσουν και να ενισχύσουν τη συνολική τους ευημερία.[26,27,28]

Κεφάλαιο 6

6.1 Έξυπνα ρολόγια (SMARTWATCHES)

Η τεχνολογία και η ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης έχει συμβάλει αρκετά και στον τομέα της παρακολούθησης των ζωτικών λειτουργιών.

Οι φορητές συσκευές, όπως τα έξυπνα ρολόγια έχουν δυνατότητα να μετράνε καρδιακούς παλμούς, τον ρυθμό αναπνοής, τα καθημερινά βήματα καθώς και την ποιότητα ύπνου. Δίνουν την δυνατότητα σε αυτόν που φοράει την συσκευή να ελέγχει και να ρυθμίζει την πορεία της καθημερινότητάς του έχοντας ως γνώμονα τις μετρήσεις από το έξυπνο ρολόι. Οι φορητές συσκευές και πιο συγκεκριμένα τα έξυπνα ρολόγια, μπορούν να μετρήσουν την ποιότητα του ύπνου χρησιμοποιώντας διάφορους αισθητήρες για την παρακολούθηση διαφορετικών βιοσημάτων και συμπεριφορών που σχετίζονται με τα πρότυπα ύπνου. Συνδυάζοντας δεδομένα από τα βιοσημάτα, την παρακολούθηση δραστηριότητας, τις φάσεις ύπνου, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και τις πληροφορίες του τρόπου ζωής, οι

φορετές συσκευές προσφέρουν μια συνολική αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου. Ενώ αυτές οι συσκευές μπορεί να μην παρέχουν ακρίβεια ιατρικού επιπέδου όπως η πολυσομνογραφία, αποτελούν πολύτιμα εργαλεία ώστε οι χρήστες να αποκτήσουν γνώση των συνηθειών του ύπνου τους και να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις για τη βελτίωση της συνολικής ποιότητας ύπνου.[29]

Τα έξυπνα ρολόγια συλλέγουν δεδομένα για τον ύπνο χρησιμοποιώντας διάφορους αισθητήρες και τεχνολογίες για να παρακολουθούν διάφορες πτυχές των προτύπων ύπνου. Αυτές οι συσκευές συνήθως ενσωματώνουν αισθητήρες κίνησης, παρακολούθησης καρδιακού παλμού και μερικές φορές ακόμα και αισθητήρες θερμοκρασίας για να παρακολουθούν μετρικές σχετικές με τον ύπνο. Οι αισθητήρες δεδομένων δειγματοληπτούν συνεχώς δεδομένα, καταγράφοντας κινήσεις κατά τη διάρκεια του ύπνου, διακυμάνσεις στον παλμό της καρδιάς και άλλες φυσιολογικές αλλαγές. Μέσω της ανάλυσης αυτών των δεδομένων, τα έξυπνα ρολόγια μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη διάρκεια του ύπνου, την ποιότητα και τα διάφορα στάδια ύπνου όπως ελαφρύ ύπνο, βαθύ ύπνο και REM ύπνο. Κάποια έξυπνα ρολόγια προσφέρουν επίσης πρόσθετες λειτουργίες όπως παρακολούθηση του προγράμματος ύπνου, επίπεδα άγχους, καταγραφή ήχων αν απαιτείται να ανιχνευτεί το ροχαλητό καθώς και καρδιακό ρυθμό, ρυθμό αναπνοής, θερμοκρασία σώματος και αρκετά άλλα δεδομένα.

Τα έξυπνα ρολόγια με δυνατότητα παρακολούθησης του ύπνου μπορούν να παρουσιάζουν στους χρήστες λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τα πρότυπα ύπνου τους, συμπεριλαμβανομένων του μέσου χρόνου ύπνου, των αναλύσεων των σταδίων ύπνου και του ρυθμού αναπνοής κατά τη διάρκεια του ύπνου.[29,30]

Η ερμηνεία των συλλεγμένων δεδομένων χρησιμοποιείται για τη δημιουργία δεικτών όπως η αποδοτικότητα του ύπνου, ο συνολικός χρόνος ύπνου, ο χρόνος που το άτομο είναι ξύπνιο καθώς και η συνολική ποιότητα του ύπνου. Για να αναλυθούν αυτά τα δεδομένα αποτελεσματικά, τα έξυπνα ρολόγια χρησιμοποιούν αλγόριθμους που επεξεργάζονται τις πληροφορίες που συγκεντρώνονται από τους αισθητήρες. Αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να προβλέπουν και να ανιχνεύουν ανωμαλίες στα μοτίβα αναπνοής, να εντοπίζουν τα στάδια ύπνου και να παρέχουν λεπτομερείς αναφορές σχετικά με την ποιότητα του ύπνου. Η μετάφραση και ανάλυση των δεδομένων ύπνου από τα έξυπνα ρολόγια στοχεύει στο να προσφέρει στους χρήστες μια ολοκληρωμένη εικόνα των συνηθειών τους στον ύπνο, επιτρέποντάς τους να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις για τη βελτίωση της ποιότητας του ύπνου και της συνολικής ευημερίας τους.[31,32,34]

Παρόλο που τα έξυπνα ρολόγια προσφέρουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τα στάδια και την ποιότητα του ύπνου, υπάρχουν περιορισμοί για την ακρίβεια των δεδομένων, ιδιαίτερα στη διάκριση μεταξύ συγκεκριμένων σταδίων ύπνου μόνο βασιζόμενα σε δεδομένα κίνησης και καρδιακού παλμού. Παράγοντες όπως η θέση του καρπού και η στάση του σώματος μπορούν να επηρεάσουν την ακρίβεια της ανίχνευσης των σταδίων ύπνου. Ορισμένα έξυπνα ρολόγια μπορούν επίσης να καταγράφουν περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως θερμοκρασία δωματίου, υγρασία και επίπεδα θορύβου για να αξιολογήσουν πώς ο περιβάλλον ύπνου επηρεάζει την ποιότητα του ύπνου.[31,32,33]

Με την ανίχνευση περιόδων αφύπνισης κατά τη διάρκεια της νύχτας, τα έξυπνα ρολόγια μπορούν να αξιολογήσουν την ποιότητα του αδιάκοπου ύπνου και να παρέχουν δεδομένα σχετικά με τη συνεχή ροή του ύπνου. Ορισμένα έξυπνα ρολόγια μπορούν επίσης να καταγράφουν περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία του δωματίου, η υγρασία και τα επίπεδα θορύβου για να αξιολογήσουν πώς το περιβάλλον ύπνου επηρεάζει την ποιότητα του ύπνου. Ουσιαστικά, ο αλγόριθμος ανάλυσης ύπνου είναι η ειδοποιός διαφορά μεταξύ των ρολογιών που κυκλοφορούν και εκεί στηρίζεται και η ακρίβεια των

αποτελεσμάτων. Οι αισθητήρες παραμένουν ίδιοι σε όλα τα ρολόγια, δηλαδή τα σήματα που πρέπει να επεξεργαστεί το εκάστοτε ρολόι είναι καθορισμένα, το ζήτημα είναι η ανάπτυξη του κατάλληλου αλγορίθμου για να προκύψει ένα συμπέρασμα κοντά στο πραγματικό.[33]

6.1.1 Ακρίβεια έξυπνων ρολογιών

Το στάδιο REM είναι το πιο δύσκολο ανιχνεύσιμο στάδιο κατά την διάρκεια του ύπνου με smartwatch. Η συμφωνία του EEG με το smartwatch για το συγκεκριμένο στάδιο ταυτίζεται περίπου σε ποσοστό 67%, ουσιαστικά μικρό ποσοστό, αλλά στην πραγματικότητα ακόμα και αυτή η τιμή συμφωνίας είναι αρκετά καλή λόγω της δυσκολίας που υπάρχει στην ανίχνευση. Το στάδιο του βαθύ ύπνου και του βασικού ύπνου βρίσκει συμφωνία σε ποσοστό 84%-87% όπου για τέτοιου είδους μετρήσεις είναι πολύ καλό ποσοστό, αν ληφθεί υπ' όψιν η τιμή της απόκλισης των δύο συσκευών που συγκρίνονται και το σφάλμα των μετρήσεων. Πιο αναλυτικά, το smartwatch, εμφανίζει μεγάλο ποσοστό ταύτισης μεταξύ του σταδίου του ύπνου REM με τον ελαφρύ ύπνο καθώς επίσης ενδέχεται να παραληφθεί κατά την έναρξη της διαδικασίας του ύπνου, το αρχικό στάδιο REM, δηλαδή του πρώτου κύκλου του ύπνου. Μία ακόμα σύγκριση μεταξύ του EEG και του smartwatch, εμφανίζεται μεταξύ του ελαφρού ύπνου και του REM ύπνου.[33]

6.1.2 Αισθητήρες των Έξυπνων ρολογιών

Τα έξυπνα ρολόγια συλλέγουν δεδομένα για τον ύπνο με την χρήση ποικίλων αισθητήρων και τεχνολογιών με σκοπό την παρακολούθηση διαφορετικών μοτίβων ύπνου. Αυτές οι συσκευές συνήθως ενσωματώνουν αισθητήρες κίνησης, αισθητήρες καρδιακού ρυθμού καθώς και ορισμένες φορές τοποθετούνται αισθητήρες για την ανίχνευση της θερμοκρασίας του σώματος και του χώρου για την παρακολούθηση μετρήσεων που σχετίζονται με την διαδικασία του ύπνου. Οι αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι στα smartwatches συλλέγουν συνεχώς δεδομένα, όπως δεδομένα κίνησης κατά την διάρκεια του ύπνου, μεταβολές στον καρδιακό ρυθμό καθώς και αλλαγές στην φυσιολογία. Για να αναλυθούν τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί από τα smartwatches μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για την διάρκεια του ύπνου, την ποιότητα καθώς και την κατηγοριοποίηση των διαφορετικών σταδίων του ύπνου δηλαδή REM και non-REM ύπνο. Μερικά smartwatches επίσης προσφέρουν την δυνατότητα παρακολούθησης της διάρκειας του ύπνου και του χρόνου στο κρεβάτι, τα επίπεδα άγχους καθώς και τον χρόνο αφύπνισης κατά την διάρκεια της νύχτας. Τα smartwatches με δυνατότητες παρακολούθησης ανθρωπομετρικών δεικτών, έχουν την δυνατότητα να παρουσιάσουν με λεπτομέρεια πληροφορίες για τα στάδια του ύπνου, όπως τον μέσο όρο των ωρών ύπνου, τις αφυπνίσεις κατά την διάρκεια του ύπνου καθώς και τον ρυθμό αναπνοής. [29,30,31]

Πρέπει να σημειωθεί πως αν και οι φορετές συσκευές μπορούν και συλλέγουν δεδομένα και συμβάλλουν στην διαμόρφωση ενός προφίλ ύπνου και την κατανόηση της ποιότητας του ύπνου σε ένα βαθμό, είναι απαραίτητο να γίνει αντιληπτό πως δεν αποτελεί ιατροτεχνολογικό προϊόν και δεν μπορούν να θεωρηθούν τα δεδομένα αξιόπιστα και να χρησιμοποιηθούν ως πανάκεια. Για να χαρακτηριστεί ως ακριβής μία μελέτη ύπνου και να χαρακτηριστούν τα στάδια ύπνου πρέπει να γίνει ιατρική μελέτη ύπνου με την χρήση ηλεκτροεγκεφαλογράφου (gold standard) ώστε να μελετηθούν τα εγκεφαλικά σήματα που παράγονται κατά την διάρκεια του ύπνου. Ουσιαστικά, τα έξυπνα ρολόγια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως χρήσιμα εργαλεία για βοηθήσουν το άτομο να αποκτήσει γνώσεις για την ρουτίνα του ύπνου του και να λάβει τεκμηριωμένες αποφάσεις για την βελτίωση της ποιότητας του ύπνου του.

Τα smartwatches διαθέτουν επιταχυνσιόμετρα (accelerometers) και γυροσκόπια (gyroscopes) ώστε να είναι δυνατή η ανίχνευση των κινήσεων και των δονήσεων κατά την διάρκεια του ύπνου. Αυτά τα δεδομένα συμβάλλουν στον προσδιορισμό των σταδίων και των προτύπων ύπνου με βάση τις παραλλαγές των κινήσεων. Με την τοποθέτηση αισθητήρων καρδιακών παλμών κατά την διάρκεια του ύπνου, είναι δυνατή η παρακολούθηση της μεταβλητότητας του καρδιακού ρυθμού η οποία μαρτυρά την εναλλαγή των σταδίων του ύπνου και κατά συνέπεια την γενική ποιότητα του ύπνου. Επιπλέον, ορισμένα smartwatches, έχουν την δυνατότητα παρακολούθησης του ρυθμού αναπνοής, με σκοπό την λήψη πληροφοριών ως προς τα πρότυπα αναπνοής που μπορούν να προμηνύουν πιθανές διαταραχές ύπνου. Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως το “ροχαλητό” αποτελεί δείγμα παθολογίας στην αναπνοή καθώς χαρακτηρίζεται από διακοπές της αναπνοής κατά την διάρκεια του ύπνου. Διαθέτουν επίσης την δυνατότητα καταγραφής και αξιολόγησης του περιβάλλοντος όπου το άτομο κοιμάται, όπως η θερμοκρασία του χώρου, η υγρασία καθώς και τα επίπεδα θορύβου, ώστε να αξιολογηθεί σε τι ποσοστό επηρεάζει ο χώρος την ποιότητα του ύπνου. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ορισμένα έξυπνα ρολόγια έχουν την δυνατότητα ηχογράφησης ώστε να διαπιστωθεί αν το άτομο εμφανίζει ρινόρροια, όπου ο όρος αυτός αναφέρεται γενικά στον ήχο του ροχαλητού που προέρχεται από ανατάραξη του αέρα στους αεραγωγούς κατά την διάρκεια του ύπνου καθώς και την διαπίστωση ύπαρξης υπνικής άπνοιας (Obstructive Sleep Apnea, OSA), όπου αναφέρεται σε μια κατάσταση όπου το ροχαλητό συνοδεύεται από διακοπές στην αναπνοή, λόγω απόφραξης των ανώτερων αεραγωγών. Επιπροσθέτως, πολύ σημαντικοί δείκτες για την αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου είναι η διάρκεια ύπνου, οι αφυπνίσεις κατά την διάρκεια της νύχτας, το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε για να κοιμηθεί το άτομο μετά από μία αφύπνιση καθώς και η συνολική χρονική διάρκεια που ήταν το άτομο στο κρεβάτι. Αυτοί οι παράγοντες τοποθετούνται σε ορισμένους λόγους για τον υπολογισμό των δεικτών ποιότητας ύπνου, ώστε να αξιολογηθεί η ποιότητα του ύπνου του ατόμου.[32,33]

Οι κυριότεροι αισθητήρες είναι το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο τα οποία πλέον είναι τοποθετημένα σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα και ανιχνεύουν την κίνηση και την δόνηση. Οι αισθητήρες αυτοί συμβάλλουν στην κατηγοριοποίηση των σταδίων του ύπνου έχοντας ως γνώμονα την κίνηση του καρπού. Επίσης σημαντικό ρόλο για την κατηγοριοποίηση των σταδίων του ύπνου έχει ο καρδιακός παλμός. Για τον λόγο αυτό, υπάρχει αισθητήρας ανίχνευσης του καρδιακού παλμού, ώστε να επισημαίνονται οι διακυμάνσεις κατά την διάρκεια της νύχτας, γεγονός που είναι αρκετά σημαντικό για την αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου καθώς και για τον εντοπισμό προβλημάτων κατά την διάρκεια του ύπνου. Να τονιστεί πως οι εναλλαγές στον καρδιακό παλμό υποδηλώνουν διαφορετικά στάδια του ύπνου. Η ακτιγραφία είναι μία μέθοδος καταγραφής κίνησης με σκοπό την παρακολούθηση των σταδίων του ύπνου κατά την διάρκεια της νύχτας. Τα smartwatches έχουν την δυνατότητα ανίχνευσης της κίνησης του ατόμου που φοράει το ρολόι και επιτρέπει τον καθορισμό των συνηθειών κατά την διάρκεια του ύπνου και δίνει την δυνατότητα καθορισμού των σταδίων του κύκλου του ύπνου. Η ακτιγραφία, πιο αναλυτικά, χρησιμοποιείται συχνά στην μελέτη ύπνου καθώς και στην διάγνωση των διαταραχών του κερκάρου ρυθμού. Τα δεδομένα που συλλέγονται από το σύνολο των αισθητήρων, χρησιμοποιούν ειδικά διαμορφωμένους αλγόριθμους με σκοπό την ταξινόμηση των σταδίων του ύπνου. Αν και έχουν αναπτυχθεί αλγόριθμοι για την επεξεργασία και αξιολόγηση δεδομένων, είναι γεγονός πως δεν έχουν τελειοποιηθεί ώστε να κατηγοριοποιηθούν τα δεδομένα κατάλληλα. [34,35]

Τα smartwatches έχουν την δυνατότητα διάκρισης μεταξύ REM και non-REM ύπνου χρησιμοποιώντας ποικιλία αισθητήρων και αλγορίθμων. Κύριος γνώμονας για τον

χαρακτηρισμό των σταδίων του ύπνου, έχει να κάνει με την ανίχνευση των κινήσεων. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αισθητήρες όπως το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο είναι αυτοί που ανιχνεύουν την κίνηση. Ο REM ύπνος χαρακτηρίζεται από γρήγορη κίνηση ενώ ο non REM ύπνος παρουσιάζει πιο αργή κίνηση. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η διάκριση των σταδίων του ύπνου αλλά όχι με μεγάλη ακρίβεια. Πιο αναλυτικά, τα χαρακτηριστικά μεταξύ REM και non-REM ύπνου διαφοροποιούνται αρχικά ως προς τα σήματα που παράγει ο εγκέφαλος. Στο στάδιο REM, εμφανίζονται σήματα υψηλής συχνότητας και χαμηλού πλάτους αντίστοιχα στο non-REM ύπνο τα κύματα έχουν χαμηλότερη συχνότητα και μεγαλύτερο πλάτος σε σχέση με τον REM ύπνο. Διαφορές εμφανίζονται και στις κινήσεις των ματιών, αφού όπως μαρτυρά και η συντομογραφία REM, σε αυτό το στάδιο οι κινήσεις των ματιών είναι γρήγορες ενώ στον non REM ύπνο τα μάτια είναι γυρισμένα προς τα πάνω και δεν κινούνται. Στο στάδιο REM, παράγονται και εμφανίζονται τα όνειρα και επηρεάζεται και ο καρδιακός ρυθμός ενδέχεται να είναι πιο γρήγορος, ενώ στον non REM (εδώ αναφερόμαστε στον βαθύ ύπνο) ύπνο ο καρδιακός ρυθμός είναι αργός και σταθερός και σε χαμηλότερα επίπεδα σε ποσοστό 20%-30% απ'ότι εμφανίζεται και σε κατάσταση ηρεμίας. Αντίστοιχα, διαφορά εμφανίζεται και στον ρυθμό αναπνοής καθώς όταν βρίσκεται στο εύρος του REM ύπνου και παράγονται τα όνειρα, ο ρυθμός αναπνοής αυξάνεται αλλά στον βαθύ ύπνο ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται σε ποσοστό 15% σε σύγκριση με τον φυσιολογικό ρυθμό αναπνοής. Ενώ ο καρδιακός παλμός, ο ρυθμός αναπνοής και η κίνηση των ματιών εμφανίζουν μεγαλύτερη κινητικότητα και δραστηριότητα στο REM στάδιο, το σώμα βρίσκεται ακινητοποιημένο ώστε να αποτρέψει την κίνηση ενώ στο non-REM ύπνο ενδέχεται να εμφανιστεί κίνηση του σώματος. Τέλος, διαφοροποίηση εμφανίζεται και στο χρονικό διάστημα που διαρκεί το κάθε στάδιο σε κάθε κύκλο ύπνου κατά την διάρκεια του ύπνου. Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, μετά από 90 λεπτά ύπνου εμφανίζεται για πρώτη φορά το στάδιο REM και διαρκεί περίπου 10 λεπτά ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας το χρονικό διάστημα αυξάνεται και εμφανίζονται 3-4 περίοδοι REM. Αντίθετα, ο βαθύς ύπνος διαρκεί 45-90 λεπτά και εμφανίζεται στην αρχή του νυχτερινού ύπνου, ενώ ο REM ύπνος εμφανίζεται πιο αργά κατά την διάρκεια της νύχτας. Συνολικά, ο REM ύπνος εμφανίζεται για 90-120 λεπτά ενώ ο βαθύς ύπνος 1-2 ώρες ανά νύχτα.

Γενικά το να παρακολουθεί κάποιος τα στάδια του ύπνου και κατ' επέκταση την ποιότητα του ύπνου του συμβάλλει στην υιοθέτηση μιας καλύτερης ποιότητας ζωής καθώς μπορεί και ρυθμίζει τις ώρες του ύπνου που αντιστοιχούν στον οργανισμό και την ζωή του και μπορεί και ξεκουράζεται σε μεγάλο βαθμό. Όταν η ποιότητα ύπνου είναι καλή και το σώμα αλλά και το μυαλό είναι ξεκούραστα, η καθημερινότητα είναι πιο εύκολη καθώς το άτομο είναι αποδοτικό και μπορεί να ανταπεξέλθει με επιτυχία στις καθημερινές προκλήσεις.

- **Επιταχυνσιόμετρο / Γυροσκόπιο**

Το επιταχυνσιόμετρο όπως και το γυροσκόπιο ανιχνεύουν την κίνηση, αλλά τα επιταχυνσιόμετρα μπορούν και ανιχνεύουν την γραμμική κίνηση όπου η επιτάχυνση είναι τοποθετημένη πάνω στους καρτεσιακούς άξονες (x,y,z). Το γυροσκόπιο από την άλλη πλευρά μπορεί και ανιχνεύει την γωνιακή ταχύτητα ή αλλιώς πόσο γρήγορα περιστρέφεται το υπό μελέτη αντικείμενο γύρω από ένα συγκεκριμένο άξονα. Πρέπει να σημειωθεί πως το επιταχυνσιόμετρο δεν μπορεί να ανιχνεύσει με ακρίβεια την ταχύτητα αλλά μόνο την κατεύθυνση. Το γυροσκόπιο, αναφέρεται ως τρέχουσα γωνία αλλά αφορά μόνο το ρυθμό με τον οποίο περιστρέφεται μία συσκευή. Στην αγορά, το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο είναι τοποθετημένα σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα και αντίστοιχο υπάρχει και στα smartwatches ώστε να αντιλαμβάνονται την κίνηση του καρπού του ατόμου και κατ' επέκταση

την ανίχνευση και κατηγοριοποίηση των σταδίων του ύπνου. Το ολοκληρωμένο κύκλωμα ονομάζεται Inertial Measurement Unit (IMU). Το ολοκληρωμένο κύκλωμα, συνδυάζει μηχανικά και ηλεκτρικά εξαρτήματα σε μία δομή με διάμετρο μερικά μικρόμετρα. Η χρήση της τεχνολογίας MEMs (microelectromechanical systems), επιτρέπει την τοποθέτηση πολλών αισθητήρων σε ένα εξαιρετικά μικρό και φορητό πακέτο με χωρητική ανίχνευση (capacitive sensing) κατασκευασμένο σε μία μικρή δομή μερικών μικρομέτρων. Αρχικά, υπάρχει μία μάζα αναφοράς δηλαδή μία ακριβώς μετρημένη ποσότητα μάζας που προσδένεται στο υπόστρωμα και στα δύο άκρα και μπορεί να κινείται μπρος και πίσω μεταξύ των δεδομένων άκρων. Τα ηλεκτρόδια είναι δομές στερεωμένες στο υπόστρωμα και παραμένουν ακίνητες, σε αντίθεση με την μάζα αναφοράς που μπορεί να κινηθεί όταν ασκούνται δυνάμεις επιτάχυνσης. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η μάζα αναφοράς και τα ηλεκτρόδια δεν εφάπτονται μεταξύ τους αλλά σχηματίζεται μία δομή που μοιάζει με χτένα. Η διάταξη IMU, παρέχει υψηλή ακρίβεια ανίχνευσης κίνησης, σταθερότητα, χαμηλή κατανάλωση ισχύος καθώς και ανοχή στον ηλεκτρικό θόρυβο.

- **Αισθητήρες καρδιακού παλμού**

Στα έξυπνα ρολόγια έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς διάφοροι τύποι αισθητήρων για την καταγραφή του καρδιακού παλμού τόσο κατά την διάρκεια της ημέρας, όσο και κατά την διάρκεια του ύπνου. Κάποιοι από τους πιο συνήθεις τύπους αισθητήρων θα αναλυθούν στις παρακάτω σειρές. Πιο αναλυτικά, η πιο κοινή και η πλέον διαδομένη μέθοδος ανίχνευσης και καταγραφής του καρδιακού ρυθμού στα smartwatches είναι η φωτοπληθυσμογραφία (PPG - Photoplethysmography). Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει μία διάταξη από διόδους εκπομπής φωτός, LED δηλαδή μία διάταξη ημιαγωγών που μετατρέπει το φως που προσπίπτει πάνω τους σε ρεύμα. Τα LED εκπέμπουν φως, συνήθως πράσινο αλλά ορισμένες φορές κόκκινο ή υπέρυθρο, στον καρπό και οι φωτοδιόδοι ανιχνεύουν το φως που αντανακλάται από τον καρπό και εμφανίζει διαφορές στην τιμή της έντασης του. Οι διαφορές στην ένταση του φωτός που αντανακλάται από το δέρμα οφείλεται στις διακυμάνσεις του όγκου του αίματος που διέρχεται μέσα από τα αιμοφόρα αγγεία του καρπού κατά την διάρκεια των καρδιακών παλμών. Στην συνέχεια τις εναλλαγές αυτές που ανιχνεύουν οι φωτοδιόδοι τις λαμβάνουν αλγόριθμοι, τις επεξεργάζονται και υπολογίζουν τον καρδιακό ρυθμό του ατόμου. Προφανώς οι αισθητήρες που ανιχνεύουν τον καρδιακό ρυθμό στα έξυπνα ρολόγια δεν είναι τόσο ακριβείς όσο ένα monitor για ιατρική χρήση, ωστόσο δίνουν την δυνατότητα παρακολούθησης του καρδιακού παλμού σε καθημερινή βάση ώστε να υπάρχει μία γενική εικόνα για την υγεία του εξεταζόμενου. Η βασική διαφορά μεταξύ των έξυπνων ρολογιών, όσο αφορά την ακρίβεια των μετρήσεων, έχει να κάνει με την ανάπτυξη των αλγορίθμων της εκάστοτε εταιρείας. Προφανώς δεν έχει να κάνει μόνο ο αλγόριθμος που επεξεργάζεται τα δεδομένα αλλά και άλλοι παράγοντες όπως η χρήση από το άτομο που παρακολουθείται, ο τρόπος που τοποθετείται το ρολόι στον καρπό, δηλαδή πόσο σφιχτά ή χαλαρά είναι ο ιμάντας του ρολογιού(λουράκι), το ύψος που στερεώνεται καθώς αν τοποθετηθεί πολύ χαμηλά ή ψηλά στον καρπό δεν μπορεί να λάβει αξιόπιστη και ακριβή πληροφορία. Εκτός από την διάταξη LED-φωτοδίοδος για την μέτρηση των παλμών, χρησιμοποιούνται και οι μετρήσεις από το ολοκληρωμένο επιταχυνσιόμετρο- γυροσκόπιο για την ανίχνευση της κίνησης του σώματος και την βελτιστοποίηση των μετρήσεων του καρδιακού ρυθμού.[33,35]

Τα έξυπνα ρολόγια έχουν και την δυνατότητα μέτρησης του κορεσμού του οξυγόνου στο αίμα με την χρήση αισθητήρα οξυμετρίας. Η μέτρηση του κορεσμού του οξυγόνου γίνεται με την ίδια διάταξη LED- φωτοδίοδος όπως και για την μέτρηση του καρδιακού παλμού.

Επίσης τα έξυπνα ρολόγια έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες για την ανίχνευση της θερμοκρασίας και του φωτισμού του περιβάλλοντος και μπορούν να αντιληφθούν αν είναι μέρα ή νύχτα, αν έχει έντονο φωτισμό ή χαμηλό φωτισμό ώστε να προσαρμόσει κατάλληλα τον φωτισμό της συσκευής. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα ανίχνευσης της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος καθώς και ανιχνευτής που μετρά την ατμοσφαιρική πίεση (βαρομετρικός αισθητήρας πίεσης)[35]

Όλες οι παραπάνω πληροφορίες που συλλέγονται από τους αισθητήρες δίνουν την δυνατότητα παροχής μίας γενικής εικόνας για το περιβάλλον στο οποίο ζει το άτομο που μελετάται, αν και δεν μπορούν να θεωρηθούν απόλυτα αξιόπιστες και ακριβείς καθώς ο τρόπος που συλλέχθηκαν δεν είναι αντίστοιχα αξιόπιστος και επιβεβαιωμένος.

Σύμφωνα με το πανεπιστήμιο του Pittsburgh (University of Pittsburgh), το οποίο έχει παρουσιάσει το πιο διαδεδομένο πρότυπο μελέτης ύπνου, σημειώνεται πως είναι αρκετά σημαντικό να καταγράφεται κατά την διάρκεια της νύχτας η συμπεριφορά του ατόμου που μελετάται η ποιότητα του ύπνου του, όπως το αν παρουσιάζει υπνικές άπνοιες, αν υπνοβατεί ή παραμιλάει και γενικά κάθε συμπεριφορά εκτός του ύπνου.[27] Στο ερωτηματολόγιο που συμπληρώνει καθημερινά το εξεταζόμενο άτομο, υπάρχει ένα κομμάτι που μπορεί να συμπληρωθεί από κάποιο άλλο άτομο που υπήρχε στο ίδιο δωμάτιο και μπορεί να αναφέρει αντικειμενικά πως θεωρεί την ποιότητα του ύπνου το υπό εξέταση άτομο, δηλαδή αν έκανε ήσυχο ή άστατο ύπνο, αν παρουσίαζε άπνοιες ή αν υπνοβατούσε. Στην περίπτωση που το άτομο για το οποίο γίνεται η μελέτη ύπνου είναι μόνο του στο δωμάτιο που κοιμάται υπάρχει η δυνατότητα να ενεργοποιείται το μικρόφωνο του smartwatch κατά την διάρκεια του ύπνου και να καταγράφει τους ήχους που παράγονται από το άτομο. Αυτά τα δεδομένα είναι χρήσιμα για την υποκειμενική μελέτη του ύπνου καθώς υπάρχει η δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων εύκολα λόγω της καταγραφής των ήχων από το μικρόφωνο.

Η ποιότητα του ύπνου επηρεάζεται γενικότερα από την ψυχολογία του ατόμου. Συνήθως, η ποιότητα του ύπνου μπορεί να διαταραχθεί όταν το άτομο βρίσκεται σε μία αγχωτική περίοδο ή όταν δεν είναι σε καλή ψυχική ή σωματική κατάσταση. Τα ρολόγια λοιπόν έχουν την δυνατότητα ανίχνευσης και μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας με την χρήση αισθητήρα αγωγιμότητας δέρματος. Ο ανιχνευτής αυτός μπορεί να αντιληφθεί εναλλαγές στο δέρμα του υπό εξέταση ατόμου, μέσω του ιδρώτα που παράγεται από το σώμα. Το συμπαθητικό νευρικό σύστημα ρυθμίζει την λειτουργικότητα των ιδρωτοποιών αδένων και τα έξυπνα ρολόγια μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για τα επίπεδα άγχους και γενικά για την υγεία και την ευεξία του ατόμου.[34,35,36]

Κεφάλαιο 7

7.1 Πειραματική Διαδικασία

7.1.1 Εισαγωγή

Ως πρώτο βήμα για την σύλληψη της ιδέας για αυτό το πείραμα, ήταν ένα πρόβλημα της καθημερινότητας που συναντάται σε μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού, η κακή ποιότητα ύπνου με ότι συνεπάγεται αυτή. Ο τρόπος ζωής, τα καθημερινά άγχη και προβληματισμοί, παθολογικά προβλήματα αλλά και ψυχολογικά ζητήματα καθώς και βιώματα που επηρέασαν την μετέπειτα ζωή του ατόμου, όπως ο θάνατος ενός συγγενικού προσώπου, είναι κάποιοι παράγοντες που ευθύνονται για την φτωχή ποιότητα ύπνου. Το πειραματικό κομμάτι της παρούσας εργασίας στηρίχθηκε σε δεδομένα δύο ατόμων που μελετήθηκε ο ύπνος τους για 30 ημέρες, ένα με καλής ποιότητας ύπνο και το δεύτερο άτομο με κακή ποιότητα ύπνου. Τα υπό εξέταση άτομα έπρεπε για 30 μέρες να κοιμούνται με το έξυπνο ρολόι τοποθετημένο

όσο το δυνατόν πιο σωστά στον καρπό και συνδεδεμένο με το smartphone όπου υπήρχε η κατάλληλη εφαρμογή, συμβατή με το εκάστοτε ρολόι η οποία σύλλεγε τα δεδομένα. Κάθε μέρα τα υπό μελέτη άτομα έπρεπε να συμπληρώνουν ένα ερωτηματολόγιο που δημιουργήθηκε σύμφωνα με το πρότυπο ερωτηματολόγιο του πανεπιστημίου του Pittsburgh [27] ώστε να αξιολογηθεί ο ύπνος υποκειμενικά από το ίδιο το άτομο και να συγκριθούν οι απαντήσεις με τα δεδομένα του ρολογιού τα οποία θεωρούνται αντικειμενικά. Η χρήση των έξυπνων ρολογιών για την μελέτη του ύπνου, αποτελεί μία εύκολη και ανώδυνη διαδικασία καθώς μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού διαθέτει έξυπνα ρολόγια. Ουσιαστικά η διαδικασία στηρίζεται μόνο στην ύπαρξη και χρήση του ρολογιού και την λήψη της αντίστοιχης εφαρμογής στο κινητό όπου τα σήματα που λήφθηκαν από το ρολόι συλλέγονται και επεξεργάζονται. Βασικό βήμα για την μεταφορά των σημάτων από το ρολόι στο κινητό είναι η ενεργοποίηση του bluetooth και σε ορισμένες περιπτώσεις του διαδικτύου.

Κατά την αγορά του έξυπνου ρολογιού, υπάρχουν αναλυτικές οδηγίες για την εγκατάσταση της εφαρμογής στο κινητό και τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν ώστε να λειτουργεί σωστά το ρολόι. Η εφαρμογή βρίσκεται είτε στο Play Store για Android κινητά και στο App Store για τα Iphone. Μόλις γίνει η εγκατάσταση και το άνοιγμα της εφαρμογής ακολουθούνται ορισμένα βήματα στο κινητό για την σύνδεση των δύο συσκευών. Μόλις οι δύο συσκευές συνδεθούν, η εφαρμογή από το κινητό κλείνει, το ρολόι τοποθετείται ορθά στο σωστό ύψος του καρπού και είναι έτοιμο για να συλλέξει δεδομένα. Τις 30 ημέρες του πειράματος ήταν σημαντικό το ρολόι να μην χρησιμοποιείται μόνο κατά την διάρκεια του ύπνου αλλά όλη την μέρα ώστε τα δεδομένα να είναι αξιόπιστα και να υπάρχει γενική εικόνα της καθημερινότητας του ατόμου.

Πιο συγκεκριμένα, το πείραμα στηρίζεται σε δεδομένα που συλλέχθηκαν από smartwatch, όπως στάδια του ύπνου(ξύπνιος, REM, βασικός, βαθύς), παλμούς κατά την διάρκεια του ύπνου καθώς και θερμοκρασία καρπού. Όπως αναφέρθηκε, παρακολουθήθηκε η ποιότητα του ύπνου κάθε βράδυ κατά την διάρκεια του ύπνου φορούσαν το ρολόι τους και την επόμενη ημέρα συμπλήρωναν ένα ερωτηματολόγιο αξιολογώντας οι ίδιοι (υποκειμενικά) την ποιότητα του ύπνου τους. Προφανώς κατά το χρονικό διάστημα αυτών των 30 ημερών υπήρχαν ορισμένες αστοχίες, όπως κάποιο βράδυ να μην φορούσαν το ρολόι επειδή το ξεχνούσαν ή να ξεχνούσαν να συμπληρώσουν ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο αποτελεί στην πραγματικότητα μία υποκειμενική εκτίμηση της ποιότητας ύπνου των ατόμων. Τα δεδομένα από το ερωτηματολόγιο της κάθε μέρας, συγκρίνονταν με τα πραγματικά δεδομένα που λήφθηκαν από το ρολόι, τα οποία επεξεργάστηκαν, μελετήθηκαν και βγήκαν ορισμένα συμπεράσματα σύμφωνα με την βιβλιογραφία που υπάρχει. Η μορφή των δεδομένων που έχουν να κάνουν με τον ύπνο τοποθετούνται σε ένα καρτεσιανό σύστημα αξόνων, όπου στον x άξονα τοποθετείται η διάρκεια σε λεπτά του ύπνου και στον άξονα y το στάδιο του ύπνου. Ο μόνος τρόπος όπου μπορούσε να γίνει η συλλογή ήταν είτε γραπτώς για κάθε μέρα την διάρκεια σε λεπτά του κάθε σταδίου είτε με στιγμιότυπο οθόνης σε κάθε στάδιο του ύπνου πράγμα που απαιτούσε πολύ παραπάνω χρόνο καθώς και χώρο για όλα αυτά τα δεδομένα καθώς οι μέρες ήταν πολλές .

7.2 Διαδικασία μελέτης ύπνου

Το πειραματικό κομμάτι της παρούσας εργασίας χωρίζεται σε δύο κομμάτια. Το πρώτο κομμάτι έχει να κάνει με την επεξεργασία των δεδομένων που καταγράφηκαν από το ρολόι, ώστε να υπολογιστούν οι δείκτες αξιολόγησης και στην συνέχεια να δημιουργηθούν τα κατάλληλα γραφήματα και τα δέντρα απόφασης και το δεύτερο κομμάτι έχει να κάνει με τα

ερωτηματολόγια που συμπλήρωναν καθημερινά τα άτομα που παρακολουθούνταν ώστε να αξιολογήσουν μόνοι τους την ποιότητα του ύπνου τους. Στο κομμάτι της απεικόνισης των σταδίων του ύπνου και στην ποσοτικοποίηση των ποιοτικών δεδομένων του ερωτηματολογίου, έγιναν αυθαίρετες αλλά τεκμηριωμένες αντιστοιχίες τιμών και ποσοστών ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση των δεδομένων. Χρησιμοποιήθηκαν λογισμικά όπως το Matlab για απεικόνιση των σταδίων του ύπνου και υπολογιστικά φύλλα Excel για την συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων. Η πορεία της διαδικασίας ήταν σταδιακή και ανάλογα τα ζητούμενα που θέτονταν σε κάθε βήμα, πραγματοποιούνταν η κατάλληλη ενέργεια. Ως προς τα υπό εξέταση άτομα, επιλέχθηκαν άτομα δειγματοληπτικά, που είχαν την διάθεση να υποβληθούν στην διαδικασία παρακολούθησης ύπνου για 30 ημέρες και να συνεργαστούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πειράματος. Το ευχάριστο ήταν, η συνέπεια που έδειξαν και η προθυμία για να πραγματοποιηθεί το συγκεκριμένο πείραμα.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η πορεία της συλλογής των δεδομένων έχει ως εξής. Το έξυπνο ρολόι τοποθετείται στην σωστή θέση στον καρπό και μέσω των αισθητήρων λαμβάνονται τα δεδομένα για την υποκειμενική αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου, μέσω των αισθητήρων για την ανίχνευση του καρδιακού ρυθμού, του κορεσμού του οξυγόνου στα αγγεία και προφανώς μέσω του ολοκληρωμένου κυκλώματος που συνδυάζει γυροσκόπιο-επιταχυνσιόμετρο. Τα δεδομένα αυτά, συλλέγονται και μετατρέπονται σε χρήσιμη πληροφορία μέσω αλγορίθμων που πλέον δομούνται με την χρήση μηχανικής μάθησης. Το αποτέλεσμα των δεδομένων που λαμβάνονται από τους αισθητήρες παρουσιάζεται στην εφαρμογή του κινητού σε ένα καρτεσιανό διάγραμμα, όπου στον άξονα y εμφανίζονται διαβαθμισμένα τα στάδια του ύπνου, στην βάση εμφανίζεται ο βαθύς ύπνος και στην κορυφή του άξονα η αφύπνιση, ενώ στον άξονα x , τοποθετείται η χρονική διάρκεια από την έναρξη του νυχτερινού ύπνου μέχρι την αφύπνιση το πρωί. Η μέθοδος κατά την οποία τα σήματα από το ρολόι κατηγοριοποιούνται στα στάδια του ύπνου έχει να κάνει με τον αλγόριθμο που έχει αναπτυχθεί για την επεξεργασία των δεδομένων.

Υπήρχε η δυνατότητα καταγραφής των ήχων μέσω μικροφώνου, ώστε να διαπιστωθεί εάν το υπό μελέτη άτομο εμφανίζει υπνικές άπνοιες ή άλλα παθολογικά χαρακτηριστικά. Αυτό που έχει ενδιαφέρον να σημειωθεί είναι ότι καθημερινά τα ρολόγια, έκαναν από μόνα τους, αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου του ατόμου και ανέλυαν σε μία μικρή παράγραφο τα χαρακτηριστικά του ύπνου και προτείνοντας επίσης λύσεις και βήματα για την βελτίωση της ποιότητας του ύπνου και την ουσιαστική ξεκούραση του ατόμου. Πιο αναλυτικά, όταν το smartwatch αντιληφθεί πως η ποιότητα του ύπνου είναι φτωχή, παραθέτει μία σειρά από συμβουλές για την βελτιστοποίηση όπως η αποφυγή κατανάλωσης καφέ μετά τις 4 το απόγευμα, η αποφυγή φαγητού και αλκοολούχων ποτών αργά το βράδυ και το πιο σημαντικό είναι ο περιορισμός της έκθεσης σε μπλε φως. Είναι πλέον αποδεδειγμένο πως η ενασχόληση με το κινητό ή τον υπολογιστή πριν από τον ύπνο δεν συμβάλλει στο να αποκοιμηθεί κάποιος γρήγορα, αντιθέτως προκαλεί ένταση στο άτομο και επιβραδύνεται η διαδικασία του ύπνου. Το ίδιο το ρολόι προτείνει να απομακρυνθεί το άτομο από τις συσκευές τουλάχιστον 2 ώρες πριν από την ώρα ύπνου, προτείνει επίσης την ανάγνωση ενός βιβλίου ή χαλαρωτική μουσική. Αναφέρεται επίσης πως το δωμάτιο στο οποίο θα κοιμηθεί το άτομο πρέπει να είναι σε σωστή θερμοκρασία, να μην κρυώνει ούτε να ζεσταίνεται, να μην υπάρχει δυνατός θόρυβος και γενικά ο χώρος να είναι έτσι διαμορφωμένος ώστε το άτομο να χαλαρώνει και να μπορεί να κοιμηθεί άνετα. Έτσι το ίδιο το ρολόι μπορεί και βγάζει συμπεράσματα για την ποιότητα του ύπνου σε ένα βαθμό και δίνει και απλές συμβουλές για την βελτίωση της ποιότητας του ύπνου.

7.2.1 Ερωτηματολόγιο, Υποκειμενική αξιολόγηση ύπνου

Αφού ορίστηκαν τα άτομα που θα λάβουν μέρος στην διαδικασία, το πρώτο βήμα ήταν η δημιουργία ενός προσαρμοσμένου στα ζητούμενα της εργασίας ερωτηματολογίου. Σκοπός ήταν προφανώς να είναι μία φόρμα συμπλήρωσης, συμπεριληπτική και σύντομη και κατανοητή για αυτόν που την συμπλήρωνε. Το ερωτηματολόγιο στηρίχθηκε στο πρότυπο ερωτηματολόγιο του Pittsburgh.[27] Δημιουργήθηκε στις Microsoft Forms και στάλθηκε με link στα υπό εξέταση άτομα. Κάθε φορά που πατούσαν το link εμφανιζόταν μία καινούργια φόρμα συμπλήρωσης που μπορούσαν να συμπληρώνουν τα δεδομένα της εκάστοτε μέρας. Κάθε άτομο είχε ένα κωδικό όνομα ώστε να ξεχωρίζει το ερωτηματολόγιό του από τα υπόλοιπα και τρέχουσα ημερομηνία. Τα άτομα που μελετήθηκε ο ύπνος τους κλήθηκαν να γράφουν με προσοχή την ώρα που ξάπλωσαν, που κοιμήθηκαν και ξύπνησαν καθώς και την ώρα που άφησαν το κρεβάτι. Πρέπει να τονιστεί πως τα δεδομένα που σημειώθηκαν στο ερωτηματολόγιο δεν μπορούν να θεωρηθούν ως αξιόπιστα καθώς κατά την συμπλήρωσή τους τα υπό μελέτη άτομα κοίταζαν τα δεδομένα από το ρολόι και συμπλήρωναν την ώρα.

Υπήρξαν και ημέρες που τα ερωτηματολόγια δεν συμπληρώθηκαν σωστά ή τα υπό εξέταση άτομα παρέλειψαν να φορέσουν το ρολόι ώστε να καταγράψουν τα δεδομένα και για τον λόγο αυτόν οι μέρες οι οποίες δεν καταγράφηκαν σωστά επαναλήφθηκαν μετά το πέρας των 30 ημερών ώστε να συμπληρωθεί ο κατάλληλος αριθμός δεδομένων για την παρακολούθηση της ποιότητας του ύπνου. Τα άτομα για 30 μέρες ζούσαν κανονικά την καθημερινότητά τους και έκαναν κανονικά τις καθημερινές συνήθειες ή αλλιώς την καθημερινή τους ρουτίνα.

Πιο συγκεκριμένα, το πρότυπο ερωτηματολόγιο του Pittsburgh είναι ένα αναλυτικό ερωτηματολόγιο με αρκετές ερωτήσεις που απαντώνται γραπτά αλλά και σημειώνοντας το score σε μία δοσμένη κλίμακα και στο τέλος το τελικό αποτέλεσμα υπολογίζεται από το άθροισμα των ξεχωριστών τιμών που σημειώθηκαν από το άτομο. Ο ειδικός στην συνέχεια αξιολογεί την υποκειμενική άποψη του ατόμου για την ποιότητα του ύπνου του. Πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπόψιν ότι τα δεδομένα, αυτά που σημειώνονται από το ίδιο το άτομο, δεν είναι αξιόπιστα γιατί δεν υπάρχει ακρίβεια στις απαντήσεις ως προς την διάρκεια και την αξιολόγηση των καταστάσεων. Οπότε απαιτείται μεγάλη προσοχή στην αξιολόγηση της υποκειμενικής άποψης για την ποιότητα του ύπνου από το άτομο και να συνυπολογίζεται πάντα ένα ποσοστιαίο σφάλμα. Το πρότυπο ερωτηματολόγιο έχει αρκετές ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν άρα απαιτείται και αρκετός χρόνος. Στην παρούσα διαδικασία δεν ήταν απαραίτητο να υπάρχει τόση λεπτομέρεια και δεν ήταν εφικτό καθημερινά τα άτομα να σπαταλάνε παραπάνω από 3 λεπτά για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου καθώς θα ήταν πολύ κουραστικό και θα το αμελούσαν και ίσως θα απείχαν. Η βασική απαίτηση από τον δημιουργό ήταν το ερωτηματολόγιο να είναι σύντομο και ευχάριστο. Χρησιμοποιήθηκαν ωραία χρώματα και γραφικά καθώς και διασκεδαστική μουσική που έκανε την διαδικασία πιο εύκολη και όχι αγγαρεία.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

Name: _____

Date: _____

Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)

Instructions: The following questions relate to your usual sleep habits during the past month only. Your answers should indicate the most accurate reply for the majority of days and nights in the past month. **Please answer all questions.**

1. During the past month, what time have you usually gone to bed at night? _____
2. During the past month, how long (in minutes) has it usually taken you to fall asleep each night? _____
3. During the past month, what time have you usually gotten up in the morning? _____
4. During the past month, how many hours of actual sleep did you get at night? (This may be different than the number of hours you spent in bed.) _____

5. During the <u>past month</u> , how often have you had trouble sleeping because you...	Not during the past month	Less than once a week	Once or twice a week	Three or more times a week
a. Cannot get to sleep within 30 minutes				
b. Wake up in the middle of the night or early morning				
c. Have to get up to use the bathroom				
d. Cannot breathe comfortably				
e. Cough or snore loudly				
f. Feel too cold				
g. Feel too hot				
h. Have bad dreams				
i. Have pain				
j. Other reason(s), please describe:				
6. During the past month, how often have you taken medicine to help you sleep (prescribed or "over the counter")?				
7. During the past month, how often have you had trouble staying awake while driving, eating meals, or engaging in social activity?				
	No problem at all	Only a very slight problem	Somewhat of a problem	A very big problem
8. During the past month, how much of a problem has it been for you to keep up enough enthusiasm to get things done?				
	Very good	Fairly good	Fairly bad	Very bad
9. During the past month, how would you rate your sleep quality overall?				

Εικόνα 1.12: Τμήμα του πρότυπου ερωτηματολογίου του Pittsburgh[27]

Στην παραπάνω εικόνα, εμφανίζεται ένα κομμάτι από το πρότυπο ερωτηματολόγιο του Pittsburgh και αποτελείται από 30 περίπου ερωτήσεις. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για αυτή την εργασία είναι εύκολα προσβάσιμο μέσω του παρακάτω συνδέσμου:

→ <https://forms.office.com/e/3AQ5cRNRmk>

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

ΠΩΣ ΕΙΜΑΣΤΕ ΣΗΜΕΡΑ; :)

Ερωτηματολόγιο για την ποιότητα ύπνου.

ΟΔΗΓΙΕΣ:

Οι ακόλουθες ερωτήσεις σχετίζονται με τις συνήθειες ύπνου κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριάντα (30) ημερών μόνο. Οι απαντήσεις σας θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ακριβέστερες για την πλειοψηφία των ημερών και νυχτών κατά την περίοδο των τελευταίων τριάντα (30) ημερών. Παρακαλώ να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις.

* Απαιτούνται

1. ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: *

Εισαγάγετε ημερομηνία (d/M/yyyy)

2. ΟΝΟΜΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ(το όνομα που έχει οριστεί) *

Εισαγάγετε την απάντησή σας

3. Τι ώρα ξαπλώσατε το βράδυ; *

Εισαγάγετε την απάντησή σας

4. Τι ώρα κοιμηθήκατε;
ΩΡΑ ΥΠΝΟΥ:

*

Εικόνα 1.13: Ερωτηματολόγιο της παρούσας εργασίας(1)

5. Πόσο χρόνο σας πήρε για να αποκοιμηθείτε το βράδυ;(Απο τη στιγμή που πέσατε να κοιμηθείτε,σε λεπτά της ώρας)

ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΠΤΩΝ :

*

Εισαγάγετε την απάντησή σας

6. Τι ώρα ξυπνήσατε το πρωί;(Δηλαδή την ώρα που αρχίσατε να έχετε αίσθηση ασχέτως αν χουζουρεύετε ή ασχολείστε με το κινητό ή απλά κάθισατε)

ΣΥΝΗΘΗΣ ΩΡΑ:

*

Εισαγάγετε την απάντησή σας

7. Τι ώρα σηκωθήκατε απο το κρεβάτι;(Την ώρα που αφήσατε το κρεβάτι σας)

ΣΥΝΗΘΗΣ ΩΡΑ ΕΓΕΡΣΗΣ:

*

Εισαγάγετε την απάντησή σας

8. Πόσες ώρες ουσιαστικού ύπνου είχατε;(Αυτό μπορεί να διαφέρει απο τον αριθμό ωρών που ξεδεύετε στο κρεβάτι)

ΩΡΕΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΥΠΝΟΥ ΤΟ ΒΡΑΔΥ:

*

Εισαγάγετε την απάντησή σας

Εικόνα 1.14: Ερωτηματολόγιο της παρούσας εργασίας(2)

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

9. Κοιμηθήκατε εντός 30 λεπτών απο τη στιγμή που ξαπλώσατε στο κρεβάτι;(ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ) *

ΝΑΙ

ΟΧΙ

10. Ξυπνήσατε κατά τη διάρκεια της νύχτας ή νωρίς το πρωί; (Αν θυμάστε) *

ΝΑΙ

ΟΧΙ

11. Αν ναι πόσες φορές;
ΑΡΙΘΜΟΣ: *

12. Πόσες φορές ξυπνήσατε και σηκωθήκατε κατά την διάρκεια της νύχτας για να πάτε τουαλέτα;
ΠΟΣΕΣ ΦΟΡΕΣ ΞΥΠΝΗΣΑΤΕ:
*

Εικόνα 1.15: Ερωτηματολόγιο της παρούσας εργασίας(3)

13. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας επειδή δεν μπορούσατε να αναπνεύσετε άνετα; *

ΝΑΙ

ΟΧΙ

14. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας λόγω έντονου βήχα ή ροχαλητού; *

ΝΑΙ

ΟΧΙ

15. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας επειδή κρυώνατε; *

ΝΑΙ

ΟΧΙ

16. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας επειδή ζεσταινόσασταν; *

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Εικόνα 1.16: Ερωτηματολόγιο της παρούσας εργασίας(4)

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

17. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας λόγω άσχημων ονείρων ή εφιάλτες; *

ΝΑΙ

ΟΧΙ

18. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου λόγω πόνου(ΠΟΝΟΣ= Σωματικός πόνος, πόνος δοντιού, πόνος κεφαλιού κτλ); *

ΝΑΙ

ΟΧΙ

19. Συμπληρώστε ελεύθερα αν αντιμετωπίσατε κάποιο άλλο πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας και σας έκανε να ξυπνήσετε.(Αν δεν υπάρχει κάτι το αφήνετε κενό)

Εισαγάγετε την απάντησή σας

Εικόνα 1.17: Ερωτηματολόγιο της παρούσας εργασίας(5)

23. Πώς ήταν η ποιότητα του ύπνου σας;(ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΑ) *

ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ

ΣΧΕΤΙΚΑ ΚΑΛΗ

ΣΧΕΤΙΚΑ ΚΑΚΗ

ΠΟΛΥ ΚΑΚΗ

24. Αισθάνεστε ξεκούραστος/-η το πρωί που ξυπνήσατε;(ΕΠΙΛΕΞΤΕ ΑΠΟ ΤΟ 0-5 , ΟΠΟΥ 0 ΚΑΘΟΛΟΥ ΞΕΚΟΥΡΑΣΤΟΣ, 5 ΕΤΟΙΜΟΣ/-Η ΝΑ ΑΔΡΑΞΩ ΤΗΝ ΜΕΡΑ) *

0

1

2

3

4

5

Εικόνα 1.18: Ερωτηματολόγιο της παρούσας εργασίας(6)

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

25. Πόσο αποδοτικός/-η αισθάνεστε κατά τη διάρκεια της ημέρας;(0 ΚΑΘΟΛΟΥ, 5 ΠΟΛΥ) *

0

1

2

3

4

5

26. Ήπιατε καφέ κατά την διάρκεια της ημέρας; Αν ναι, πόσους καφέδες; *

Εισαγάγετε την απάντησή σας

27. Καταναλώσατε αλκοόλ; *

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Εικόνα 1.19: Ερωτηματολόγιο της παρούσας εργασίας(7)

Οι απαντήσεις που συλλέχθηκαν από τα άτομα συγκεντρώθηκαν σε ένα αρχείο Excel. Στη συνέχεια, τα δεδομένα φιλτράρονται σύμφωνα με το όνομα αναγνώρισης που δόθηκε στο κάθε άτομο ώστε να εμφανίζονται μόνο οι συγκεκριμένες απαντήσεις. Στην πρώτη γραμμή του υπολογιστικού φύλλου, υπάρχουν οι ερωτήσεις από το ερωτηματολόγιο, στην πρώτη στήλη ένας αύξων αριθμός και έπειτα το αναγνωριστικό όνομα, η ημερομηνία και οι απαντήσεις του υπό μελέτη ατόμου. Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μία μέρα μελέτης του ύπνου, όπως φαίνεται ενδεικτικά στην παρακάτω εικόνα.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΟΝΟΜΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣ	Τι ώρα ξαπλώσατε τ	Τι ώρα κοιμήθηκατε	Πόσο χρόνο σας π	Τι ώρα ξυπνήσατε τ	Τι ώρα σηκωθήκατε	Πόσες ώρες ουσια	Κοιμήθηκατε εντός
12/4/2023	Δημήτρης	22:00	2:39	5	8:56	9:15	6:17	ΟΧΙ
12/5/2023	Δημήτρης	23:40	2:45	5	2:45	9:20	6:15	ΟΧΙ
12/7/2023	Δημήτρης	2:10	3:51	10	10:57	11:00	6:46	ΟΧΙ
12/8/2023	Δημήτρης	2:30	5:03	5	7:45	7:50	2 ώρες και 42 λεπτά	ΟΧΙ
12/9/2023	Δημήτρης	3:30	4:44	5	10:00	10:30	5 ώρες και 16 λεπτά	ΟΧΙ
12/10/2023	Δημήτρης	3:30	4:23	10 λεπτά	9:05	9:10	4 ώρες και 42 λεπτά	ΟΧΙ
12/11/2023	Δημήτρης	1:30	3:10	10	9:20	11:30	6 ώρες και 9 λεπτά	ΟΧΙ
12/12/2023	Δημήτρης	3:30	5:46	15	11:20	1:30	5 ώρες και 20 λεπτά	ΟΧΙ
12/13/2023	Δημήτρης	2:00	2:54	5	8:54	9:20	6	ΟΧΙ
12/14/2023	Δημήτρης	1:30	2:24	2	8:45	9:15	6 ώρες και 20 λεπτά	ΟΧΙ
12/15/2023	Δημήτρης	1:00	2:25	2	9:00	10:00	6 ώρες και 35 λεπτά	ΟΧΙ
12/16/2023	Δημήτρης	4:10	5:09	5	9:19	12	4 ώρες και 10 λεπτά	ΟΧΙ
12/17/2023	Δημήτρης	6:40	7:08	3	11:21	11:30	4 ώρες και 13 λεπτά	ΟΧΙ
12/18/2023	Δημήτρης	2:40	3:25	10	11:00	12:30	6 ώρες και 9 λεπτά	ΟΧΙ
12/19/2023	Δημήτρης	3:10	4:35	10	11:00	12:30	6 ώρες και 24 λεπτά	ΟΧΙ

Εικόνα 1.20: Περιβάλλον Excel στο οποίο συλλέγονται όλα τα δεδομένα από τα ερωτηματολόγια

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

Ύστερα από την συλλογή και το φιλτράρισμα των δεδομένων από τα ερωτηματολόγια είναι απαραίτητη η ποσοτικοποίηση των ποιοτικών δεδομένων ώστε τα συμπεράσματα από την υποκειμενική και αντικειμενική μελέτη να είναι συγκρίσιμα. Η ποσοτικοποίηση γίνεται με μία αρκετά εύκολη διαδικασία αντιστοίχισης αριθμών σε κάθε ερώτηση, αυθαίρετα. Για να γίνει πιο κατανοητό θα αναλυθεί μία προς μία η κάθε ερώτηση. Αρχικά, αρκετά σημαντικό στοιχείο για την καλή ποιότητα ύπνου είναι το σύνολο των ωρών που κοιμήθηκε το άτομο. Τα δύο άτομα που συμμετείχαν τους είναι ενήλικες άρα σύμφωνα με την βιβλιογραφία η ιδανική διάρκεια νυχτερινού ύπνου είναι από 7-8 ώρες. Έτσι αν η διάρκεια ωρών που αναφέρεται στο ερωτηματολόγιο είναι κάτω από 7 και πάνω από 8 λαμβάνει την τιμή 0 ενώ αν είναι 7 ή 8 την τιμή 1. Στην ερώτηση «Πόσο χρόνο σας πήρε για να αποκοιμηθείτε το βράδυ;(Από τη στιγμή που πέσατε να κοιμηθείτε, σε λεπτά της ώρας)» αν είναι πάνω από 30 λεπτά αντιστοιχίζεται η τιμή 0 ενώ στην αντίθετη περίπτωση λαμβάνει την τιμή 1. Αν το άτομο έχει διακοπτόμενο ύπνο, δηλαδή έχει αφυπνίσεις κατά την διάρκεια της νύχτας, λαμβάνει την τιμή 0 και αν ο ύπνος είναι συνεχόμενος σημειώνεται η τιμή 1. Στις ερωτήσεις «Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας επειδή δεν μπορούσατε να αναπνεύσετε άνετα;», «Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας λόγω έντονου βήχα ή ροχαλητού;», «Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας επειδή κρυώνατε;», «Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας επειδή ζεσταινόσασταν;», «Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας λόγω άσχημων ονείρων ή εφιάλτες;», «Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου λόγω πόνου(ΠΟΝΟΣ= Σωματικός πόνος, πόνος δοντιού, πόνος κεφαλιού κτλ);», «Αντιμετωπίσατε δυσκολία στο να μείνετε ξύπνιοι ενώ ήσασταν στο μάθημα, στην εργασία σας, οδηγούσατε, τρώγατε ή συμμετείχατε σε κοινωνικές δραστηριότητες;» αν η απάντηση ήταν «ΟΧΙ» λαμβάνουν την τιμή 1 και στην περίπτωση που η απάντηση είναι «ΝΑΙ» την τιμή 0. Στις ερωτήσεις «Κατά πόσο μπορέσατε να διατηρήσετε τον ενθουσιασμό σας ώστε να κάνετε τις ημερήσιες υποχρεώσεις σας;», «Αισθάνεστε ξεκούραστος/-η το πρωί που ξυπνήσατε;», «Πόσο αποδοτικός/-η αισθάνεστε κατά τη διάρκεια της ημέρας;» οι απαντήσεις λαμβάνουν τιμές από 0 έως 5 και στην ερώτηση «Πώς ήταν η ποιότητα του ύπνου σας;», αντιστοιχίζονται οι τιμές, ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ=4, ΣΧΕΤΙΚΑ ΚΑΛΗ=3, ΣΧΕΤΙΚΑ ΚΑΚΗ=2 και ΠΟΛΥ ΚΑΚΗ=1. Τέλος αν το άτομο έχει καταναλώσει καφέ αποδίδεται η τιμή 0 όπως και στην περίπτωση που έχει καταναλώσει αλκοόλ.

Πίνακας 1.3: Ποσοτικοποίηση των δεδομένων του ερωτηματολογίου

Ποσοτικοποίηση δεδομένων	
1. Διάρκεια ύπνου	<ul style="list-style-type: none"> • <7ώρες & >8ώρες=0 • 7-8 ώρες=1
2. Πόσο χρόνο σας πήρε για να αποκοιμηθείτε το βράδυ;	<ul style="list-style-type: none"> • <30 λεπτά=1 • > 30 λεπτά=0
3. Ξυπνήσατε κατά την διάρκεια του νυχτερινού ύπνου;	<ul style="list-style-type: none"> • ΝΑΙ=0 • ΟΧΙ=1
4. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας επειδή δεν μπορούσατε να αναπνεύσετε άνετα;	<ul style="list-style-type: none"> • ΝΑΙ=0 • ΟΧΙ=1

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

5. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας λόγω έντονου βήχα ή ροχαλητού;	<ul style="list-style-type: none"> • ΝΑΙ=0 • ΟΧΙ=1
6. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας επειδή κρυώνατε;	<ul style="list-style-type: none"> • ΝΑΙ=0 • ΟΧΙ=1
7. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας επειδή ζεσταινόσασταν;	<ul style="list-style-type: none"> • ΝΑΙ=0 • ΟΧΙ=1
8. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου σας λόγω άσχημων ονείρων ή εφιάλτες;	<ul style="list-style-type: none"> • ΝΑΙ=0 • ΟΧΙ=1
9. Αντιμετωπίσατε πρόβλημα κατά την διάρκεια του ύπνου λόγω πόνου	<ul style="list-style-type: none"> • ΝΑΙ=0 • ΟΧΙ=1
10. Αντιμετωπίσατε δυσκολία στο να μείνετε ξύπνιοι ενώ ήσασταν στο μάθημα, στην εργασία σας, οδηγούσατε, τρώγατε ή συμμετείχατε σε κοινωνικές δραστηριότητες;	<ul style="list-style-type: none"> • ΝΑΙ=0 • ΟΧΙ=1
11. Κατά πόσο μπορέσατε να διατηρήσετε τον ενθουσιασμό σας ώστε να κάνετε τις ημερήσιες υποχρεώσεις σας ;	<ul style="list-style-type: none"> • 0(ΚΑΘΟΛΟΥ) • 1 • 2 • 3 • 4 • 5(ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ)
12. Αισθάνεστε ξεκούραστος/-η το πρωί που ξυπνήσατε	<ul style="list-style-type: none"> • 0(ΚΑΘΟΛΟΥ) • 1 • 2 • 3 • 4 • 5(ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ)
13. Πόσο αποδοτικός/-η αισθάνεστε κατά τη διάρκεια της ημέρας;	<ul style="list-style-type: none"> • 0(ΚΑΘΟΛΟΥ) • 1 • 2 • 3 • 4 • 5(ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ)
14. Πώς ήταν η ποιότητα του ύπνου σας;	<ul style="list-style-type: none"> • 1 (ΠΟΛΥ ΚΑΚΗ) • 2 (ΣΧΕΤΙΚΑ ΚΑΚΗ)

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

	<ul style="list-style-type: none"> • 3 (ΣΧΕΤΙΚΑ ΚΑΛΗ) • 4 (ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ)
15. Καταναλώσατε καφέ;	<ul style="list-style-type: none"> • ΝΑΙ=0 • ΟΧΙ=1
16. Καταναλώσατε αλκοόλ;	<ul style="list-style-type: none"> • ΝΑΙ=0 • ΟΧΙ=1

Για να αξιολογηθεί ο ύπνος πρέπει να υπολογιστεί το άθροισμα των επιμέρους ερωτήσεων που έγινε η αντιστοιχία παραπάνω. Το μέγιστο άθροισμα ή «score» που μπορεί να καταφέρει ένα άτομο είναι το 31. Ορίζεται ένα εύρος τιμών που αντιστοιχεί στην καλή και στην κακή ποιότητα ύπνου αντίστοιχα. Το εύρος αυτό εξαρτάται από 2 παράγοντες, προσεγγιστικά την υπάρχουσα βιβλιογραφία και το δείγμα που έχει συλλεχθεί. Ουσιαστικά, η διαδικασία λειτουργεί όπως στα αρχικά στάδια της ιατρικής που σύμφωνα με την εικόνα του ατόμου που εξεταζόταν και τις πειραματικές τιμές τους έβγαине το συμπέρασμα για το εύρος των φυσιολογικών τιμών που μπορεί να έχει το άτομο. Έτσι και σε αυτή την περίπτωση τα άτομα αξιολογήθηκαν και από την αποδοτικότητα που είχαν το πρωί και σύμφωνα με τις απαντήσεις που έδιναν ορίστηκε ένα κατά προσέγγιση εύρος. Αφού το "Άριστο" είναι το 31, κρίθηκε ότι πάνω από το 60% της Άριστης τιμής θεωρείται καλή ποιότητα ύπνου, ενώ κάτω από το 60% η ποιότητα ύπνου είναι κακή, δηλαδή αν το άθροισμα είναι πάνω από 19 μέχρι και 31 η ποιότητα ύπνου είναι καλή ενώ για άθροισμα κάτω του 19 το άτομο δεν έχει καλή ποιότητα ύπνου $[(31*60)/100=18,6 \sim 19]$. Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνονται τα καθημερινά αποτελέσματα της υποκειμενικής αξιολόγησης του ύπνου για τα δύο υπό εξέταση άτομα καθώς και η συνολική αξιολόγηση του ύπνου που προκύπτει από τον μέσο όρο των παραπάνω τιμών.

Πίνακας 1.3 Υποκειμενική αξιολόγηση ύπνου, υπό μελέτη άτομο 1

ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ	SCORE	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ
7	29	ΚΑΛΗ
7:40	19	ΚΑΛΗ
7:30	25	ΚΑΛΗ
6	24	ΚΑΛΗ
6:30	24	ΚΑΛΗ
8	22	ΚΑΛΗ
9	26	ΚΑΛΗ
7:30	23	ΚΑΛΗ
7:30	23	ΚΑΛΗ
6:10	22	ΚΑΛΗ
7:30	27	ΚΑΛΗ
6	25	ΚΑΛΗ
8	24	ΚΑΛΗ
8	24	ΚΑΛΗ
6:40	25	ΚΑΛΗ

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

8:00	30	ΚΑΛΗ
6	25	ΚΑΛΗ
6	26	ΚΑΛΗ
7	23	ΚΑΛΗ
7:50	27	ΚΑΛΗ
6:30	22	ΚΑΛΗ
7	24	ΚΑΛΗ
7	26	ΚΑΛΗ
5	25	ΚΑΛΗ
7:20	23	ΚΑΛΗ
8	26	ΚΑΛΗ

Πίνακας 1.4: Υποκειμενική αξιολόγηση ύπνου, υπό μελέτη άτομο 2

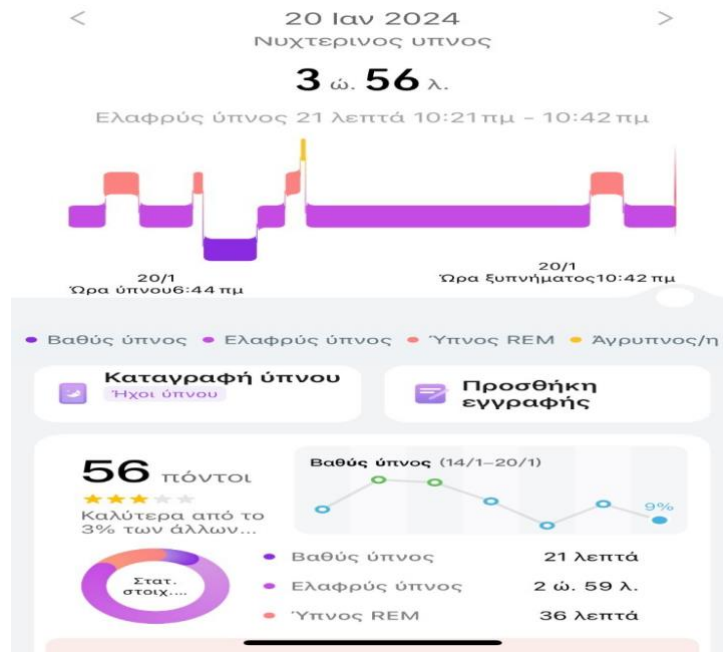
ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ	SCORE	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ
6:17	21	ΚΑΛΗ
6:15	22	ΚΑΛΗ
6:46	23	ΚΑΛΗ
5 : 16	25	ΚΑΛΗ
6 :09	25	ΚΑΛΗ
5 : 20	20	ΚΑΛΗ
6	22	ΚΑΛΗ
6 : 20	22	ΚΑΛΗ
6 : 35	22	ΚΑΛΗ
4 : 10	21	ΚΑΛΗ
4 :13	21	ΚΑΛΗ
6 :09	17	ΚΑΚΗ
6 : 24	19	ΚΑΛΗ
6:02	21	ΚΑΛΗ
6 : 44	23	ΚΑΛΗ
5 : 10	20	ΚΑΛΗ
6 : 32	23	ΚΑΛΗ
4 : 03	19	ΚΑΛΗ
4 : 45	20	ΚΑΛΗ
4 : 30	21	ΚΑΛΗ
6	22	ΚΑΛΗ
4	20	ΚΑΛΗ
7 : 30	20	ΚΑΛΗ
7	22	ΚΑΛΗ
4: 50	21	ΚΑΛΗ
8 :15	22	ΚΑΛΗ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα από τα ερωτηματολόγια των υπό εξέταση ατόμων, βγαίνουν ορισμένα συμπεράσματα που είναι σημαντικό να τονιστούν. Αρχικά στο υπό μελέτη άτομο 1 η ποιότητα του ύπνου σύμφωνα με τις απαντήσεις που έδωσε είναι 100% καλή ποιότητα ύπνου καθώς και στο υπό μελέτη άτομο 2 το ποσοστό επίσης είναι αρκετά καλό, 96,1%, καθώς μόνο 1 μέρα από τις 26 καταγεγραμμένες αποδείχθηκε πως η ποιότητα του ύπνου είναι κακή. Αυτό όμως που πρέπει να αξιολογηθεί με προσοχή είναι ότι ενώ η διάρκεια των ωρών που κατέγραψε το άτομο 2 δεν είναι 7-8 όπου βιβλιογραφικά είναι οι ιδανικές ώρες για αποδοτικό ύπνο, το άτομο αισθάνεται ξεκούραστο και αποδοτικό και σύμφωνα με τους δείκτες έχει καλή ποιότητα ύπνου. Το σημαντικό είναι αρχικά να αντιληφθεί αυτός που αναλύει τα δεδομένα, κάποιους παράγοντες που ίσως επηρέασε τα αποτελέσματα. Για αρχή το άτομο 2 προφανώς είναι ενήλικας, ωστόσο είναι νεαρός και ίσως μπορεί να διαχειριστεί τις λίγες ώρες ύπνου, καθώς στην νεαρή ηλικία το άτομο αισθάνεται παντοδύναμο και έχει υπερβολική πίστη στις δυνάμεις του. Επίσης πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρέασαν τα δεδομένα είναι κατά πόσο οι απαντήσεις είναι αξιόπιστες και κατά πόσο ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Προφανώς το υπό μελέτη άτομο 2 έχει μικρότερα αθροίσματα/δείκτες από το υπό μελέτη άτομο 1 αλλά δεν παύει να είναι παράδοξο το αποτέλεσμα. Να σημειωθεί πως η σχέση των ωρών του ύπνου και ο δείκτης αξιολόγησης δεν εμφανίζουν κάποια αναλογία. Πιθανόν η ποσοτικοποίηση των ωρών ύπνου να έπρεπε να έχει μεγαλύτερο συντελεστή στον υπολογισμό, ωστόσο με τα δεδομένα αυτά τα αποτελέσματα από την υποκειμενική αξιολόγηση του ύπνου είναι ότι και τα δύο υπό μελέτη άτομα έχουν καλή ποιότητα ύπνου.

7.2.2 Έξυπνα ρολόγια, Αντικειμενική αξιολόγηση ύπνου

Η αντικειμενική μέθοδος αξιολόγησης των δεδομένων γίνεται μέσω της συλλογής σημάτων από το έξυπνο ρολόι. Το ρολόι μέσω αισθητήρων και αλγορίθμων που έχουν αναφερθεί παραπάνω, επεξεργάζεται τα σήματα και δημιουργεί ένα γράφημα με τα στάδια του ύπνου, την διάρκεια του εκάστοτε ύπνου και εμφανίζει και ένα πλαίσιο που αναφέρει τους καρδιακούς παλμούς κατά την διάρκεια της νύχτας, την θερμοκρασία του καρπού και ορισμένες φορές και τον ρυθμό αναπνοής, σε πιο προηγμένα ρολόγια. Ουσιαστικά τα δεδομένα έπρεπε να ληφθούν από την εφαρμογή του κινητού που επικοινωνούσε με το ρολόι και να αποκρυπτογραφηθεί από τον αναλυτή. Το περιβάλλον της εφαρμογής από το ένα ρολόι φαίνεται ενδεικτικά στην παρακάτω εικόνα.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ



Εικόνα 1.21: Περιβάλλον της εφαρμογής του κινητού για την συλλογή δεδομένων

Η αρχική σκέψη και ταυτόχρονα δυσκολία ήταν η κωδικοποίηση των σταδίων του ύπνου που εμφανίζονται και στο διάγραμμα που εμφανίζεται στην εφαρμογή του smartwatch. Ουσιαστικά το σήμα που έπρεπε να ληφθεί και να αξιολογηθεί ήταν η εικόνα από τα στάδια του ύπνου του ρολογιού. Το σήμα από τα ρολόγια δεν μπορούσε να ληφθεί με κάποια μεταφορά των τιμών σε ένα υπολογιστικό φύλλο Excel ή με κάποιον άλλο τρόπο εύκολο και γρήγορο. Επειδή όμως το σήμα έπρεπε να έχει 2 τιμές (x,y), δημιουργήθηκε μία κλίμακα που να κωδικοποιεί τα στάδια του ύπνου. Με αυτόν τον τρόπο, υπήρχε η δυνατότητα επεξεργασίας και απεικόνισης του σήματος. Η κωδικοποίηση αυτή είναι αρκετά εύκολη στην σκέψη και στηρίζεται στο ποσοστό “ύπνου” του εκάστοτε σταδίου με αρχική τιμή το 0% και τελική το 30%. Πιο αναλυτικά, το 0 αντιστοιχεί στο στάδιο “ξύπνιος” όπου το ποσοστό του “ύπνου” είναι 0%. Στο REM στάδιο το ποσοστό “ύπνου” που του χαρακτηρίζει είναι το 10% δηλαδή η τιμή του σήματος είναι 10 και αντίστοιχα στον βασικό ύπνο το 20 και στον βαθύ το 30. Η λήψη των δεδομένων έγινε με το χέρι. Αρκετά χρονοβόρα διαδικασία και δύσκολη λόγω του πλήθους των δεδομένων καθώς το κάθε άτομο είχε δεδομένα από 30 μέρες και η κάθε μέρα είχε μέσο όρο 25 ζευγάρια από τα δεδομένα στάδιο ύπνου-χρόνος .

Δημιουργήθηκε για το κάθε υπό μελέτη άτομο ένα αρχείο Excel όπου σε 30 διαφορετικά φύλλα είχε τα σήματα που λήφθηκαν από το ρολόι. Να σημειωθεί πως τα δεδομένα είναι τα στάδια του ύπνου διαδοχικά και η αντίστοιχη χρονική διάρκεια του κάθε σταδίου. Στην πρώτη στήλη του υπολογιστικού φύλλου υπάρχει η διάρκεια της ώρας αθροιστικά (διαδοχικό άθροισμα της διάρκειας του εκάστοτε σταδίου $N(v+1)=N(v-1)+t$), στην δεύτερη στήλη τοποθετούνται τα κατηγοριοποιημένα στάδια του ύπνου και υπολογίζεται η διάρκεια του ύπνου για την κάθε νύχτα διαιρώντας τα συνολικά λεπτά ύπνου που υπολογίζονται στην πρώτη στήλη, με το 60(1 ώρα=60 λεπτά), ώστε να υπολογιστεί η συνολική διάρκεια του ύπνου σε ώρες. Στην συνέχεια, λήφθηκε η τιμή των ωρών από το ρολόι και βγήκε η απόκλιση μεταξύ των δύο ωρών. Αυτή η διαδικασία επαναλήφθηκε για όλες τις μέρες και για το κάθε άτομο. Σκοπός αυτής της διαδικασίας ήταν η δημιουργία ενός διαγράμματος παρόμοιο με αυτό που δημιουργεί η εφαρμογή του κινητού.

Πιο αναλυτικά, για να γίνει απεικόνιση των δεδομένων έγινε μία κωδικοποίηση των σταδίων του ύπνου ώστε να μπορεί η διάρκεια της ώρας του ύπνου να αντιστοιχίζεται στο

εκάστοτε στάδιο. Έτσι όταν στο ρολόι φαίνεται ότι το άτομο είναι ξύπνιο στο διάγραμμα που κατασκευάζεται στο MATLAB η τιμή θα είναι το $y_1=0$, δηλαδή καθόλου ύπνος. Στο στάδιο REM αντιστοιχεί η τιμή $y_2=10$, στο στάδιο του βασικού ύπνου το $y_3=20$ και στο στάδιο του βαθύ ύπνου το $y_4=30$. Με αυτό τον τρόπο είναι εύκολο να γίνει μία απεικόνιση των σταδίων του ύπνου κατά την διάρκεια της νύχτας ώστε να είναι ξεκάθαρο πόσο διήρκεσαν τα διαφορετικά στάδια του ύπνου και τις εναλλαγές τους που ο ίδιος ο άνθρωπος δεν μπορεί να το αντιληφθεί. Αρκετές φορές, όταν ερωτήθηκαν τα άτομα αν ξύπνησαν κατά την διάρκεια του ύπνου απάντησαν πως δεν είχαν ξυπνήσει ενώ σύμφωνα με τις μετρήσεις είχαν ξυπνήσει. Ένα πρόβλημα ή ασάφεια είναι η διάκριση από το ρολόι του REM ύπνου από το N1 στάδιο που εμφανίζεται στον πρώτο κύκλο του ύπνου, καθώς το ρολόι το αναφέρει ως REM ύπνο και ορισμένες φορές υπάρχει ασάφεια μεταξύ REM ύπνου και αφύπνισης που ξανά στο ρολόι ταυτίζονται. Αυτές είναι ορισμένες λεπτομέρειες που πρέπει να είναι γνωστές σε αυτόν που διαβάζει τα γραφήματα ώστε να έχει μία σαφή εικόνα των δεδομένων. Ως προς την δημιουργία του αντίστοιχου γραφήματος που εμφανίζει το ρολόι με τα στάδια του ύπνου, χρησιμοποιήθηκε το επιστημονικό λογισμικό Matlab, ώστε να δημιουργηθούν τα γραφήματα.

Στο περιβάλλον του MATLAB στο πλαίσιο του Editor πληκτρολογούνται τα εξής:

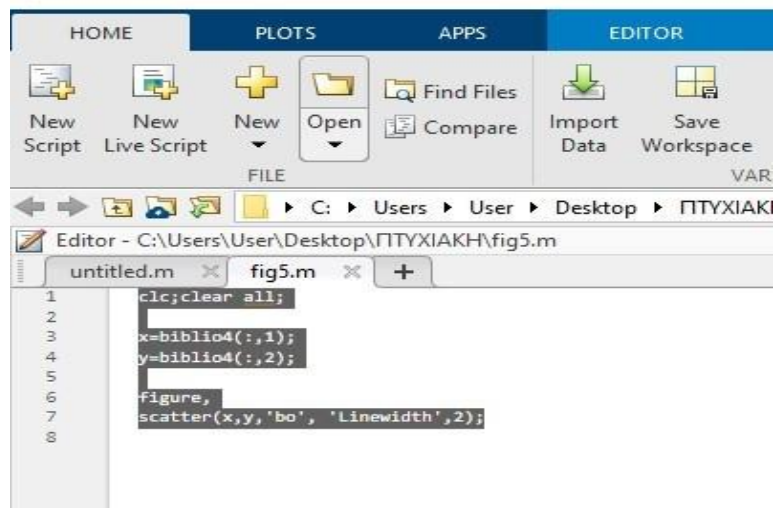
```
clc;clear all;
```

```
x=biblio4(:,1);
```

```
y=biblio4(:,2);
```

```
figure, scatter(x,y,'bo', 'Linewidth',2);
```

- **Βήμα 1**

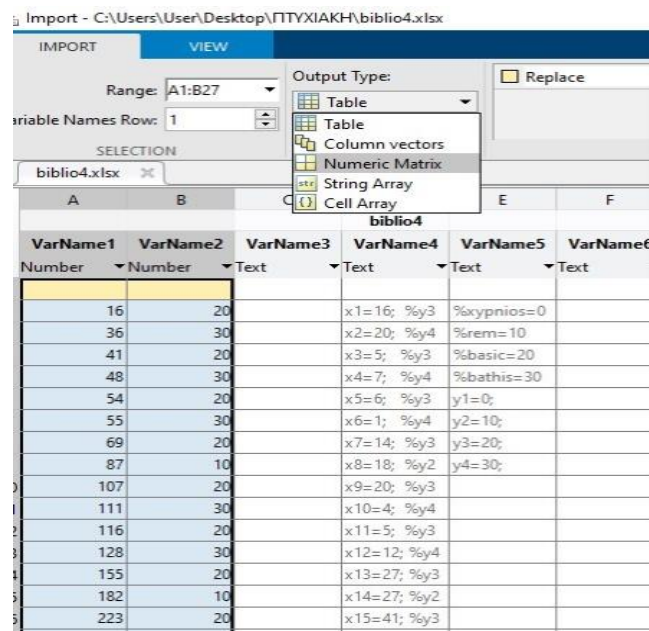


Εικόνα 1.22:Περιβάλλον Matlab, γραφή του κώδικα

Στην συνέχεια επιλέγεται το φύλλο που περιέχει τα δεδομένα που πρέπει να απεικονιστούν, με μεγάλη προσοχή όμως στο όνομα του αρχείου που αναφέρεται στον κώδικα, γιατί αν υπάρχει έστω και μικρή διαφορά στο όνομα δεν ανοίγει το αρχείο. Στη συνέχεια επιλέγονται τα δεδομένα που θα απεικονιστούν, αλλά πρέπει να επιλεγεί και ο τύπος των δεδομένων να είναι αριθμοί, όπως φαίνεται και στις εικόνες.

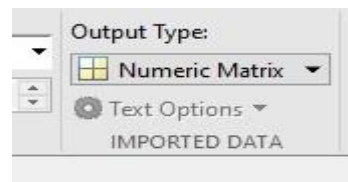
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

- **Βήμα 2**



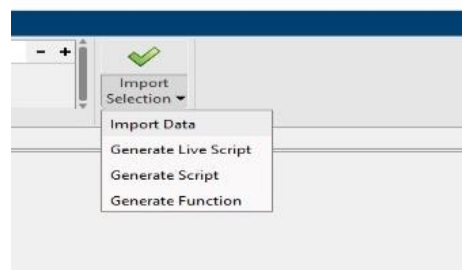
Εικόνα 1.23:Επιλογή των δύο στηλών του πίνακα που πρέπει να απεικονιστούν

- **Βήμα 3**



Εικόνα 1.24:Επιλογή σωστού τύπου πίνακα

- **Βήμα 4**

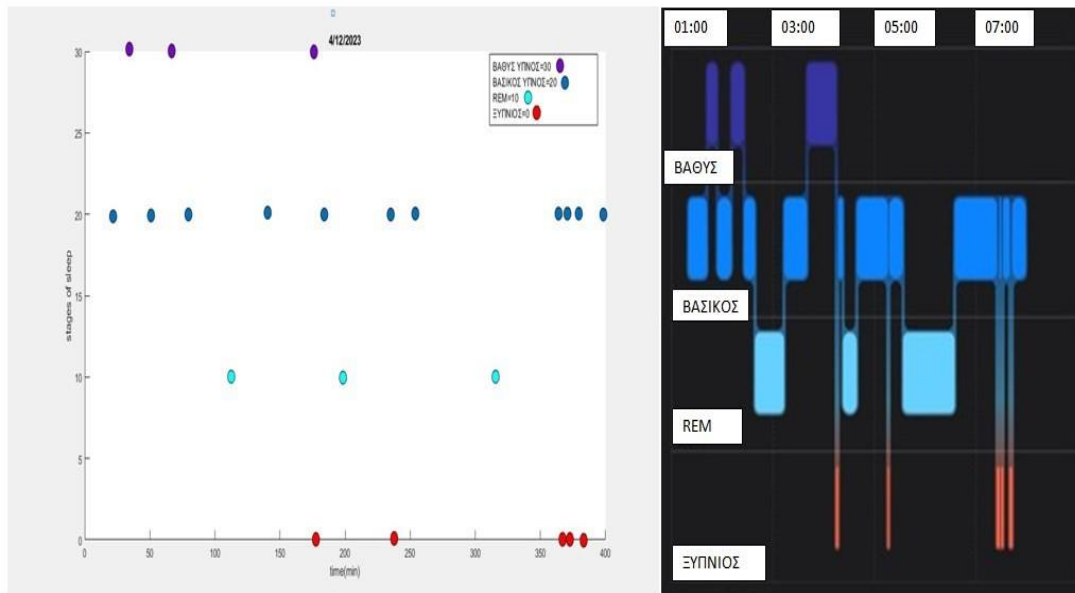


Εικόνα 1.25:Εισαγωγή των δεδομένων για επεξεργασία

Η εισαγωγή του αρχείου EXCEL που δημιουργήθηκε με τα δεδομένα για την μία μέρα, πρέπει να γίνει με το IMPORT DATA που βρίσκεται στην καρτέλα HOME, να γίνει επιλογή του αρχείου από τον υπολογιστή να επιλεγθούν οι επιθυμητές στήλες (πρώτη στήλη- διάρκεια σταδίων

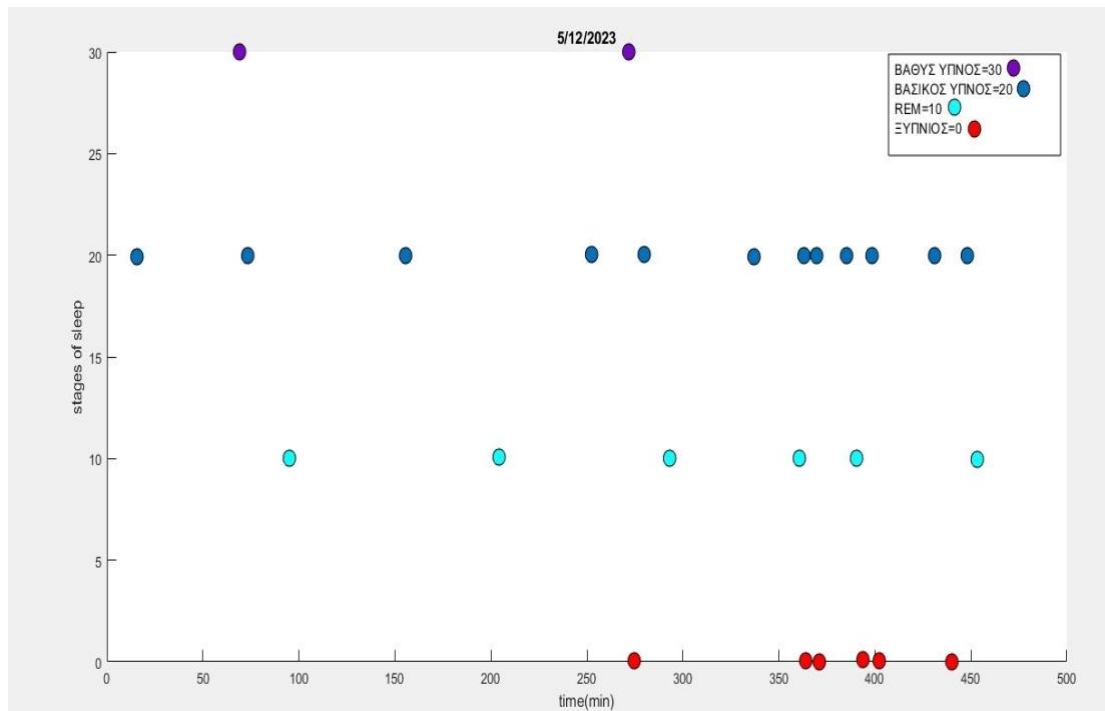
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

ύπνου σε λεπτά της ώρας/άξονας x, δεύτερη στήλη- κανονικοποιημένα στάδια του ύπνου/άξονας y). Αφού γίνει η επιλογή, επιλέγεται από το Table το Numeric Matrix και στην συνέχεια πρέπει να πατηθεί το IMPORT SELECTION και να επιλεγεί το IMPORT DATA. Κατόπιν θα εμφανιστεί ένα πλαίσιο όπου θα αναφέρει ότι έχει επιλεγεί το επιθυμητό αρχείο και θα δίνει και τις διαστάσεις του πίνακα. Είναι αρκετά σημαντικό να ταυτίζεται το όνομα του αρχείου που υπάρχει στον κώδικα με το όνομα αρχείου που φορτώνεται για την επεξεργασία. Σε διαφορετική περίπτωση τα δεδομένα δεν θα μπορέσουν να εισαχθούν και να απεικονιστούν. Η τελική εικόνα είναι αυτή που φαίνεται στα αριστερά. Ουσιαστικά στον άξονα y τοποθετούνται τα στάδια του ύπνου και στον άξονα x η διάρκεια του ύπνου σε λεπτά της ώρας. Στα δεξιά είναι η εικόνα από την εφαρμογή του κινητού, όμως γυρισμένη 90° ώστε να ταυτίζονται τα στάδια με το διάγραμμα που δημιουργήθηκε από το Matlab. Για διευκόλυνση και πιο εύκολη κατανόηση τοποθετήθηκαν ίδια χρώματα στα διαφορετικά στάδια του ύπνου ώστε να είναι εύκολη η σύγκριση. Να σημειωθεί πως μεταξύ του σταδίου N1 και REM δεν υπάρχει διάκριση από το ρολόι και το στάδιο N1 αναφέρεται σαν REM ύπνος. Θα θεωρηθεί σαν μία σύμβαση πως κατά την έναρξη του πρώτου κύκλου ύπνου, το στάδιο είναι N1 και όχι REM.



Εικόνα 1.26: Αριστερά: το γράφημα με τα στάδια του ύπνου από το Matlab, Δεξιά: Εικόνα από τα στάδια του ύπνου από την εφαρμογή

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

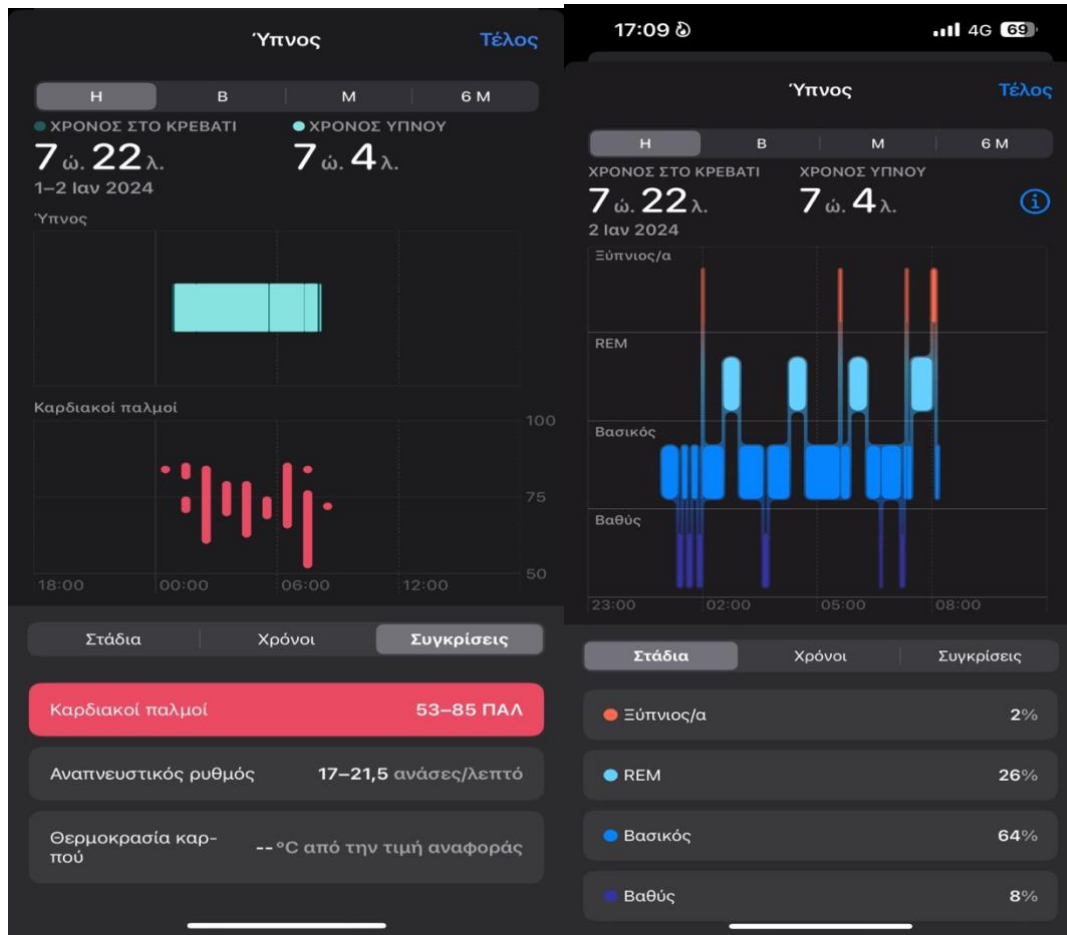


Εικόνα 1.27: Γράφημα με τα στάδια του ύπνου από το Matlab

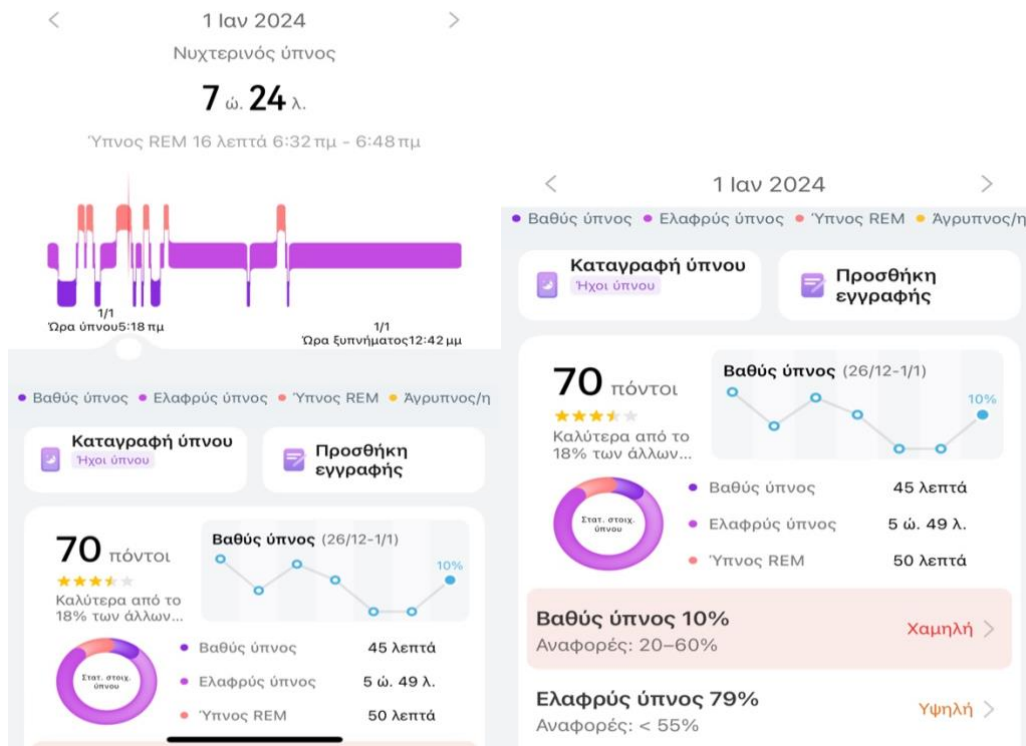
Για να μπορούν να μεταφερθούν τα δεδομένα από το ρολόι στο κινητό έπρεπε να είναι ανοιχτό το bluetooth του κινητού και να είναι συνδεδεμένο με το ρολόι. Το ρολόι με αυτόν τον τρόπο είχε πρόσβαση στην ακριβή ώρα και ημερομηνία και υπήρχε συγχρονισμός των δεδομένων. Σε κάθε μέρα παρακολούθησης υπήρχε ακριβής ώρα που ξάπλωσε το βράδυ, η ώρα που κοιμήθηκε, η ώρα που ξύπνησε και προφανώς τα στάδια του ύπνου. Τα στάδια του ύπνου (ξύπνιος, REM, Βασικός, Βαθύς ύπνος) καθορίζονται μέσω των αισθητήρων που υπάρχουν στο ρολόι αν και δεν μπορούν να καθοριστούν με ακρίβεια κυρίως οι αφυπνίσεις κατά την διάρκεια του νυχτερινού ύπνου. Στην βιβλιογραφία σημειώνεται πως υπάρχει μία σύγχυση στην διάκριση μεταξύ REM ύπνου και ξύπνιου καθώς τα κύματα που παράγονται είναι κοντά σε μορφή, σε συχνότητα και σε πλάτος και αρκετές φορές τις αφυπνίσεις τις αντιλαμβάνεται σαν REM ύπνο.

Το ρολόι μπορεί και αντιλαμβάνεται την θερμοκρασία του καρπού και έχει ως σημείο αναφοράς την θερμοκρασία του σώματος και συνήθως η θερμοκρασία του καρπού είναι $\pm 1^{\circ}\text{C}$ και το πρωί η θερμοκρασία του σώματος μειώνεται. Επίσης κατά την διάρκεια της νύχτας γίνονται μετρήσεις του καρδιακού ρυθμού και του ρυθμού αναπνοής και υπολογίζεται ο μέσος όρος των καρδιακών παλμών. Στις επόμενες εικόνες εμφανίζεται το περιβάλλον της εφαρμογής των δύο ρολογιών από τα οποία συλλέχθηκαν τα δεδομένα. Στο ρολόι 1, τα δεδομένα είναι πιο αξιόπιστα, καθώς η πληροφορία είναι ξεκάθαρη και εύκολα επεξεργασμένη. Στο ρολόι 2, προφανώς τα δεδομένα είναι επίσης αξιόπιστα ωστόσο και παρέχει τόσες πληροφορίες όσες το 1ο. Στο ρολόι 2 όμως παρέχονται συμβουλές για την βελτίωση της ποιότητας ύπνου του υπό μελέτη ατόμου και αναλύει τον καθημερινό νυχτερινό ύπνο του ατόμου ως προς την ποιότητα, που είναι πολύ σημαντικό για να υπάρχει μία σφαιρική εικόνα της ποιότητας του ύπνου. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί και η διαφορά στην τιμή μεταξύ των δύο ρολογιών. Η διαφορά έγκειται στην ανάπτυξη του λογισμικού που επεξεργάζεται τα δεδομένα και για τον λόγο αυτόν υπάρχει διαφορά και στην τιμή.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ




Εικόνα 1.28: Μορφή δεδομένων του ύπνου(Ρολόι 1)



Ανάλυση και προτάσεις

- Η ποιότητα του ύπνου σας χθες το βράδυ ήταν **κακή**. Ο βαθύς ύπνος αντιπροσώπευε μόνο το **4%** του συνολικού ύπνου, το οποίο είναι πολύ χαμηλό. Η μακροχρόνια έλλειψη βαθύ ύπνου μπορεί να μειώσει τη ροή του αίματος στον εγκέφαλό σας, οδηγώντας στην **επιτάχυνση της γήρανσης των εγκεφαλικών κυττάρων**, και επηρεάζοντας την ικανότητά σας να σκέφτεστε.

 Μπορείτε να δοκιμάσετε να ακούτε λευκό θόρυβο για να σας βοηθήσει να αποκοιμηθείτε. Ο ρυθμός και το φυσικό περιβάλλον σας βοηθούν να χαλαρώσετε.

Εικόνα 1.29: Μορφή δεδομένων του ύπνου(Ρολόι 2)

7.2.2.1 Δείκτες αξιολόγησης ύπνου

Για να είναι εφικτή η αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου είναι απαραίτητο να υπολογιστούν ορισμένοι δείκτες οι οποίοι χαρακτηρίζουν ποσοτικά την ποιότητα και κατ'επέκταση την αποτελεσματικότητα του ύπνου. Ο πρώτος δείκτης αναφέρεται ως Sleep Efficiency ή πιο σύντομα SE ο οποίος θεωρείται από τους πιο αξιόπιστους δείκτες αξιολόγησης του ύπνου. Ο δείκτης SE είναι στην πραγματικότητα ένας λόγος που μπορεί να υπολογιστεί πολύ εύκολα, τόσο από τα δεδομένα του ρολογιού όσο και το ερωτηματολόγιο που συμπληρώνεται καθημερινά από το υπό μελέτη άτομο. Στον αριθμητή του λόγου τοποθετείται η συνολική διάρκεια του ύπνου σε λεπτά ενώ στον παρονομαστή μπαίνει η συνολική διάρκεια που το άτομο είναι ξαπλωμένο στο κρεβάτι ή αλλιώς χρόνο κρεβατιού. Στην βιβλιογραφία έχει αναφερθεί διαφοροποίηση στον υπολογισμό του δείκτη SE και η διαφοροποίηση είναι στον παρονομαστή.

Πιο αναλυτικά, ο πρώτος τρόπος υπολογισμού του δείκτη SE είναι και ο πιο απλός, στον αριθμητή μπαίνει η διάρκεια του συνολικού ύπνου (TST) σε λεπτά της ώρας και στον παρονομαστή ορίζεται η συνολική διάρκεια στο κρεβάτι(TBT) πάλι σε λεπτά της ώρας και θα υπολογιστεί εύκολα ο λόγος $SE1=TST/TBT$. Ο δεύτερος τρόπος υπολογισμού του δείκτη SE διαφοροποιείται στον παρονομαστή και μπορεί να θεωρηθεί πολύ πιο αξιόπιστος καθώς αυτός που υπολογίζει τους δείκτες πρέπει υπολογίσει και άλλους πιο συγκεκριμένους δείκτες ώστε να αθροιστούν και να υπολογιστεί ο παρονομαστής DSE, ώστε να υπολογιστεί ο $SE2=TST/DSE(\times 100\%)$. Η τιμή DSE όπως αναφέρθηκε είναι ένα άθροισμα που αποτελείται από 4 παράγοντες, οι οποίοι σχετίζονται με ορισμένες εναλλαγές και διαδικασίες που γίνονται κατά την διάρκεια του νυχτερινού ύπνου και προκαλούν διακοπές στον ύπνο του υπό εξέταση ατόμου, αφού συνυπολογίζονται η συνολική διάρκεια του ύπνου(TST), ο χρόνος που χρειάστηκε μέχρι να αποκοιμηθεί το άτομο (SOL), τα λεπτά που διήρκεσε η κάθε αφύπνιση κατά την διάρκεια του νυχτερινού ύπνου(WASO) καθώς και ο χρόνος που χρειάστηκε ώστε να αποκοιμηθεί ξανά το υπό εξέταση άτομο μετά την τελευταία αφύπνιση(TASAF). Ύστερα από αυτού τον υπολογισμό του αθροίσματος DSE υπολογίζεται ο λόγος SE και προκύπτει ένα ποσοστό αποτελεσματικότητας του ύπνου (Sleep Efficiency) και αξιολογείται έτσι η ποιότητα του ύπνου ανάλογα το ποσοστό που προκύπτει. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία υπάρχουν ορισμένα εύρη τιμών που κατηγοριοποιούν την ποιότητα του ύπνου σύμφωνα με την αποδοτικότητα του ύπνου.

Αν ο δείκτης SE λάβει τιμή μικρότερη του 75% θεωρείται ως παθολογική κατάσταση καθώς το άτομο εμφανίζει συμπτώματα αϋπνίας ή γενικότερα προβλήματα ύπνου (Insomnia, sleep issue). Αντίστοιχα, αν η τιμή που θα υπολογιστεί κατατάσσεται στο εύρος 75%-85% το άτομο έχει κακής ποιότητας ύπνου και πιθανώς να είναι σημάδια ή συμπτώματα αϋπνίας. Το ιδανικό εύρος που πρέπει να ανήκει κάποιος για να αξιολογηθεί ως καλής ποιότητας ύπνος είναι 86%-97% και το άτομο μπορεί να θεωρηθεί υγιές ως προς την ποιότητα του ύπνου του και ο ύπνος του είναι αποδοτικός. Ενδέχεται να προκύψει και ποσοστό μεγαλύτερο του 97%, όπου κάποιος θα θεωρούσε πως έχει την βέλτιστη ποιότητα ύπνου στην πραγματικότητα είναι δείγμα έλλειψης ύπνου και αποτελεί και αυτό χαρακτηριστικό κακής ποιότητας ύπνου. Τα παραπάνω εύρη που αναφέρθηκαν ανταποκρίνονται και στους δύο δείκτες SE1 και SE2 που διαφοροποιούνται στον παρονομαστή. Πρέπει να τονιστεί πως δεν αποτελεί πανάκεια για την αξιολόγηση του ύπνου και πρέπει να ληφθούν υπόψιν συνδυασμός δεδομένων ώστε να είναι πλήρως αξιόπιστη η απόφαση για την ποιότητα του ύπνου. Πρέπει να συμπεριληφθεί η διάρκεια του ύπνου, αν δηλαδή είναι λιγότερες ή περισσότερες από 8 ώρες ύπνου καθημερινά, αν είναι συνεχόμενος ή διακοπτόμενος ο ύπνος και αν είναι διακοπτόμενος πόσες φορές και πόσης διάρκειας είναι οι αφυπνίσεις. [28]

Υπάρχει προφανώς διαφοροποίηση στην διάρκεια του ύπνου ανάλογα με το ηλικιακό εύρος, καθώς ένα παιδί 6 έως 13 κοιμάται 9 έως 12 ώρες, ένας έφηβος 14 έως 17 έχει ως ιδανικό εύρος ωρών 8 έως 10 ώρες, οι ενήλικες από 18 έως 65 ιδανικά πρέπει να κοιμούνται 7 με 9 ώρες ενώ για ηλικίες πάνω από 65 οι ιδανικές ώρες για ύπνο ώστε να θεωρηθεί καλής ποιότητας είναι 7 έως 8 ώρες. Πλέον, είναι σύνηθες ο ενήλικας λόγω της καθημερινότητας και του τρόπου ζωής να κοιμάται 5 έως 7 ώρες και συνήθως μπορεί να ανταπεξέλθει στις καθημερινές απαιτήσεις και ίσως επηρεάζεται από την διατροφή, την ψυχολογία, το κάπνισμα και την κατανάλωση αλκοόλ.

Στις εικόνες που ακολουθούν, απεικονίζονται τα στιγμιότυπα οθόνης από τα υπολογιστικά φύλλα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των παραπάνω δεικτών για το κάθε άτομο ξεχωριστά και στην συνέχεια οι δείκτες SE και SE2 χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με τις ώρες ύπνου για την δημιουργία των δέντρων απόφασης.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

• Υπολογισμός δεικτών SE και SE2 για το υπό μελέτη άτομο 1

SE = TST / TIB (* 100).	TST	TIB	SE = TST / TIB (* 100).	TST	TIB
0.87755102	430	490	0.883826879	388	439
0.851851852	460	540	0.955654102	431	451
0.873786408	450	515	0.98	441	450
0.72	360	500	0.83847981	353	421
0.866666667	390	450	0.782978723	368	470
0.725806452	450	620	0.792114695	442	558
0.868421053	495	570	0.925454545	509	550
0.869158879	465	535			
0.769230769	450	585	0.950749465	444	467
0.860465116	370	430	0.761124122	325	427
0.833333333	450	540	0.954148472	437	458
0.835294118	355	425	0.961002786	345	359
0.835820896	560	670	0.7578125	388	512
0.824742268	400	485	0.859484778	367	427
0.861111111	310	360	0.553191489		
0.975806452	605	620	0.872611465	411	471
0.557077626	610	1095	0.92	460	500
0.661971831	470	710	0.866666667	481	555
0.635135135	470	740	0.866666667	481	555
0.519480519	400	770	0.966836735	379	392
0.837837838	465	555	0.842293907	470	558
0.889423077	370	415	0.761020882	328	431
0.857142857	360	420	0.855643045	326	381
0.84	420	500	0.898419665	398	443
0.921568627	470	510	0.926470588	441	476
0.647058824	330	510	0.842450766	385	457
0.823529412	420	510	ΔΙΑΙΡΨΗ		
0.886597938	430	485	0.959276018	424	442
0.828729282	300	362	0.620689655	270	435
0.862745098	440	510	0.876430206	383	437
0.888888889	480	540	0.933609959	450	482

Εικόνα 1.30: Υπολογισμός δεικτών SE (Ρολόι 1)

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΨΙΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΨΙΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΨΙΝΟΥ

ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ%(ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ)	ΩΡΕΣ ΥΨΙΝΟΥ	SE
0.0071008	0.710077846	>8	86%-97%
0.1086191	10.86190599	>8	86%-97%
0.1083812	10.83812166	>8	86%-97%
0.1413031	14.13031161	>8	75%-85%
-0.106884	10.6884058	<8	75%-85%
0.0837104	8.371040724	>8	75%-85%
0.0616275	6.162754627	>8	86%-97%
		>8	
0.1909217	19.09216909	>8	86%-97%
-0.130519	13.05187835	<8	75%-85%
0.1266209	12.66209001	>8	86%-97%
0.1308099	13.08098892	<8	86%-97%
-0.102939	10.29389137	>8	75%-85%
0.0404225	4.042248378	>8	75%-85%
-0.556624	55.66239316	<8	<75%
-0.11826	11.82599482	>8	86%-97%
0.3944808	39.44808418	>8	86%-97%
0.2361863	23.61863489	>8	86%-97%
0.2671518	26.71517672	>8	86%-97%
0.4627009	46.27008675	>8	86%-97%
0.0052904	0.529039678	>8	75%-85%
-0.166724	16.67236163	<8	75%-85%
-0.001753	0.175284838	<8	75%-85%
0.0650251	6.502512563	>8	86%-97%
0.005291	0.529100529	>8	86%-97%
0.2319328	23.19327731	>8	75%-85%
		>8	
0.0757635	7.576347014	>8	86%-97%
-0.335175	33.5174954	<8	<75%
0.0156146	1.561460093	>8	86%-97%
0.0479012	4.790123457	>8	86%-97%

DSE=SOL+TST+WASD+TASAFA	WASD	TASAFA	SOL	TST	SE2 = TST /DSE(* 100).	SE2
401	11	0	2	388	0.967581047	86%-97%
465	22	9	3	431	0.92688172	86%-97%
453	3	8	1	441	0.973509934	>97%
372	18	0	1	353	0.948924731	86%-97%
377	7	0	2	368	0.976127321	>97%
462	18	0	2	442	0.956709957	86%-97%
515	3	0	3	509	0.988349515	>97%
458	9	0	5	444	0.969432314	86%-97%
339	13	0	1	325	0.958702065	86%-97%
451	13	0	1	437	0.968957871	86%-97%
356	11	0	2	345	0.963687151	86%-97%
407	9	0	10	388	0.953316953	86%-97%
377	7	1	2	367	0.973474801	86%-97%
367	75	38	20	224	0.63760218	<75%
444	28	0	5	411	0.925675676	86%-97%
595	80	45	10	460	0.773109244	75%-85%
496	12	0	5	481	0.965863454	86%-97%
487	1	0	5	481	0.987679671	>97%
388	6	0	3	379	0.976804124	>97%
482	10	0	2	470	0.975103734	>97%
339	9	0	2	328	0.967551622	86%-97%
363	35	0	2	326	0.898071625	86%-97%
412	12	0	2	398	0.966019417	86%-97%
449	6	1	1	441	0.982182628	>97%
392	5	0	2	385	0.982142857	>97%
	11	0	1			
436	10	0	2	424	0.972477064	>97%
286	14	0	2	270	0.944056944	86%-97%
450	65	0	2	383	0.851111111	75%-85%
471	20	0	1	450	0.955414013	86%-97%

Εικόνα 1.31: Υπολογισμός δεικτών SE2(Ρολόι 1)

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

- Υπολογισμός δεικτών SE και SE2 για το υπό μελέτη άτομο 2

SE = TST /TIB (* 100),	TST	TIB	ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ % (ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ)
0.713513514	396	555		
0.625	375	600		
0.769811321	408	530		
0.623076923	162	260		
0.752380952	316	420		
0.788235294	268	340		
0.55	330	600		
0.51	306	600		
0.621428571	348	560		
0.785106383	369	470		
0.712962963	385	540		
0.531914894	250	470		
0.816129032	253	310		
0.754237268	445	590		
0.6875	385	560		
0.668518519	361	540		
0.75	405	540		
0.713580247	289	405		
0.857142857	390	455		
0.59	236	400		
0.730769231	285	390		
0.84375	270	320		
0.84	420	500		
0.757894737	360	475		
0.584	219	375		
0.763157895	435	570		
0.75	405	540		
0.604166667	290	480		
0.6875	495	720		
0.679279279	377	555	-0.050397878	5.039787798
0.625	375	600	0	0
0.766037736	406	530	-0.004926108	0.492610837
1.092307692	284	260	0.429577465	42.95774648
0.752380952	316	420	0	0
0.829411765	282	340	0.04964539	4.964539007
0.615	369	600	0.105691057	10.56910569
0.533333333	320	600	0.04375	4.375
0.808510638	380	470	0.028947368	2.894736842
0.731481481	395	540	0.025316456	2.53164557
0.531914894	250	470	0	0
0.816129032	253	310	0	0
0.442372881	261	590	-0.704980843	70.49808429
0.685714286	384	560	-0.002604167	0.260416667
0.67037037	362	540	0.002762431	0.276243094
0.748148148	404	540	-0.002475248	0.247524752
0.765432099	310	405	0.067741935	6.774193548
0.861538462	392	455	0.005102041	0.510204082
0.6075	243	400	0.028806584	2.880658436
0.762051282	305	390	0.06557377	6.557377049
0.8125	260	320	-0.038461538	3.846153846
0.816	408	500	-0.029411765	2.941176471
0.755789474	359	475	-0.002785515	0.278551532
0.461333333	173	375	-0.265895954	26.58959538
0.778947368	444	570	0.02027027	2.027027027
0.751851852	406	540	0.002463054	0.246305419
0.577083333	277	480	-0.046931406	4.693140794
0.686111111	494	720	-0.002024291	0.20242915

Εικόνα 1.32: Υπολογισμός δεικτών SE (Ρολόι 2)

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

ΟΡΕΙΣ ΥΠΝΟΥ	SE	DSE=SOL+TST+WASO+TASAF	WASO	TASAF	SOL	TST	SE2 = TST /DSE(* 100)	SE2
<8	<75%	382	0	0	5	377	0.986910995	>97%
<8	<75%	380	0	0	5	375	0.986842105	>97%
<8	75%-85%	436	20	0	10	405	0.931192661	86%-97%
<8	>97%	289	0	0	5	284	0.982698962	>97%
<8	75%-85%	321	0	0	5	315	0.984423676	>97%
<8	75%-85%	292	0	0	10	282	0.965753425	86%-97%
<8	<75%	379	0	0	10	369	0.973614776	>97%
<8	<75%	349	14	0	15	320	0.916905444	86%-97%
<8			0	0	5			
<8	75%-85%	383	1	0	2	380	0.992167102	>97%
<8	<75%	397	0	0	2	395	0.994962217	>97%
<8	<75%	255	0	0	5	250	0.980392157	>97%
<8	75%-85%	256	0	0	3	253	0.98626125	>97%
ΚΑΘΟΡΓΗ ΣΤΗΝ ΟΡΑ ΑΦΥΠΝΙΣΗΣ		271	0	0	10	261	0.963099631	86%-97%
<8	<75%	394	0	0	10	384	0.974619289	>97%
<8	<75%	368	1	0	5	362	0.983696652	>97%
<8	<75%	406	0	0	2	404	0.995073892	>97%
<8	75%-85%	320	0	0	10	310	0.96875	86%-97%
<8	86%-97%	397	0	0	5	392	0.987405542	>97%
<8	<75%	249	1	0	5	243	0.975903614	>97%
<8	75%-85%	326	16	0	5	305	0.935682822	86%-97%
<8	75-85%	265	0	0	5	260	0.981132075	>97%
<8	75-85%	414	1	0	5	408	0.985507246	>97%
<8	75-85%	360	0	0	1	359	0.997222222	>97%
<8	<75%	224	46	0	5	173	0.772321429	75%-85%
<8	75-85%	449	0	0	5	444	0.988864143	>97%
<8	75-85%	411	0	0	5	406	0.98783455	>97%
<8	<75%	282	0	0	5	277	0.982269504	>97%
>8	<75%	499	0	0	5	494	0.98997996	>97%

Εικόνα 1.33: Υπολογισμός δεικτών SE2(Ρολόι 2)

Αρχικά υπολογίζεται ο δείκτης SE σύμφωνα με τις τιμές από το ρολόι που θεωρούνται πιο αξιόπιστες. Στην συνέχεια υπολογίζεται ξανά ο δείκτης SE με τα δεδομένα από το ερωτηματολόγιο που συμπλήρωναν τα υπό μελέτη άτομα και υπολογίζεται η απόκλιση μεταξύ των δύο αυτών τιμών. Όπως φαίνεται από τους παραπάνω υπολογισμούς η απόκλιση μεταξύ των τιμών του ρολογιού και αυτής που συμπλήρωσαν τα άτομα δεν είναι μεγάλη εκτός ορισμένων περιπτώσεων που φτάνει το 40% ενώ στην πλειοψηφία είναι κοντά στο 0-4%. Ο δείκτης SE2 είναι ένας πιο αξιόπιστος δείκτης, καθώς στον παρονομαστή λαμβάνει υπόψιν περισσότερα δεδομένα και γίνεται πιο αναλυτικός. Σε διαφορετικές στήλες υπολογίζονται οι επιμέρους δείκτες, όπως ο χρόνος που διήρκησε η κάθε αφύπνιση, ο χρόνος που χρειάστηκε το άτομο για να κοιμηθεί ξανά μετά την τελευταία αφύπνιση και αρκετοί άλλοι δείκτες που αναφέρθηκαν παραπάνω στην ανάλυση. Και στην περίπτωση του SE αλλά και του SE2, επειδή είναι λόγοι, μετατρέπονται σε ποσοστό ώστε να χρησιμοποιηθούν μετά για την αξιολόγηση του ύπνου. Η κάθε τιμή που αντιστοιχεί σε μία ξεχωριστή μέρα, κατατάσσεται ανάλογα την τιμή της στα συγκεκριμένα εύρη ποσοστών που ορίζονται βιβλιογραφικά. Ο SE και ο SE2 διαφοροποιούνται ελάχιστα ως προς τα εύρη των τιμών που μπορούν να λάβουν.

7.2.2.2 Δέντρα απόφασης

Η εξέλιξη της τεχνολογίας συνέβαλε στην ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης και των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων (ΣΥΑ). Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ), είναι μεθοδολογίες υπολογιστικές ή μη υπολογιστικές οι οποίες συμβάλλουν στην διαδικασία λήψης αποφάσεων. Πολλές εφαρμογές στον χώρο της υγείας, τις βιοϊατρικές επιστήμες και στην κλινική πράξη υποστηρίζονται από συστήματα υποστήριξης απόφασης με σκοπό την καλύτερη λήψη αποφάσεων. Πιο αναλυτικά, ο όρος “Σύστημα” αναφέρεται στο λογισμικό, ο όρος “Υποστήριξη” σχετίζεται στον επιθυμητό ρόλο του συστήματος ο οποίος είναι να συνεισφέρει συμβουλευτικά στην διαδικασία λήψης απόφασης. Τέλος ο όρος “Απόφαση” αναφέρεται στο τελικό αποτέλεσμα και στην λήψη της τελικής απόφασης.

Πρέπει να τονιστεί πως τα συστήματα υποστήριξης απόφασης δεν αντικαθιστούν τον ειδικό, απλώς λειτουργούν επικουρικά στην διαδικασία λήψης αποφάσεων. Η βασική δομή των Συστημάτων Υποστήριξης Απόφασης, αποτελείται από τρία μέρη. Αρχικά, είναι η δομή της πληροφορίας ή της γνώσης, όπου την αρχική πληροφορία ή δεδομένα σχετίζονται με τα συλλεγόμενα δεδομένα, όπου στην παρούσα εργασία είναι τα συλλεγόμενα σήματα από τα έξυπνα ρολόγια και συνδυαστικά η γνώση που σχετίζεται με αυτά. Βασικό κομμάτι του συστήματος υποστήριξης απόφασης αποτελεί ο μηχανισμός λήψης αποφάσεων και συμπερασμάτων. Σε αυτό το επίπεδο αναπτύσσονται στρατηγικές ανάλυσης των δεδομένων με σκοπό να καταλήξει σε μία απόφαση. Ο μηχανισμός αυτός ενδέχεται να είναι κάποιος αλγόριθμος τύπου IF –THEN, τεχνητή νοημοσύνη, μηχανική μάθηση και αναγνώριση προτύπων. Τέλος, το τρίτο βήμα είναι η επικοινωνία του συστήματος με τον χρήστη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ειδοποιήσεις και αναφορές.

Τα δέντρα απόφασης αποτελούν ένα γραφικό τρόπο με σκοπό την κατηγοριοποίηση των συλλεγόμενων δεδομένων. Θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν ένας αλγόριθμος IF-THEN που φτάνει διαδοχικά στην λήψη της απόφασης. Αποτελείται από την ρίζα του δέντρου (αρχικός κόμβος) η οποία διακλαδώνεται στους ενδιάμεσους ή αλλιώς εσωτερικούς κόμβους και καταλήγουν στα φύλλα ή τελικούς κόμβους. Υπάρχουν 2 τρόποι για την επιλογή των χαρακτηριστικών που τοποθετούνται στις διακλαδώσεις. Ο πιο εύκολος τρόπος είναι ο χειροκίνητος κατά τον οποίο ο χρήστης επιλέγει ένα χαρακτηριστικό για τον εκάστοτε κόμβο και τιμή διαχωρισμού για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό και στην συνέχεια γίνεται έλεγχος των διαχωρισμών με τις τιμές των δεδομένων. Στην συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε ο δεύτερος τρόπος, ο αυτόματος, ο οποίος στηρίζεται στον υπολογισμό ορισμένων δεικτών για την κατεύθυνση των διακλαδώσεων. Πιο αναλυτικά, ένας από τους δημοφιλέστερους συντελεστές είναι ο Gini Index. Υπολογίζοντας τον δείκτη Gini, είναι εφικτή η ποσοτικοποίηση της πιθανότητας λάθους ταξινόμησης κάποιου χαρακτηριστικού το οποίο σχετίζεται με τα συλλεγόμενα δεδομένα. Με αυτή τη διαδικασία μπορεί να καθοριστεί ποιο χαρακτηριστικό είναι προτιμότερο να τοποθετηθεί στην ρίζα του δέντρου και ποια στους εσωτερικούς κόμβους. Η διαδικασία για την δημιουργία των δέντρων απόφασης για τα δύο υπό μελέτη άτομα έγινε 2 φορές. Αφού ορίστηκαν ποια χαρακτηριστικά απαιτούνται για να ληφθεί η απόφαση, αν ο ύπνος του εκάστοτε ατόμου είναι ποιοτικός ή όχι, δημιουργήθηκε ο κατάλληλος πίνακας με τα χαρακτηριστικά και ξεκίνησε ο υπολογισμός των δεικτών gini ώστε να τοποθετηθεί σωστά η ρίζα του δέντρου και οι εσωτερικοί κόμβοι. [36]

Για το υπό μελέτη άτομο 1 ισχύει:

Πίνακας 1.5: Χαρακτηριστικά του δέντρου απόφασης

ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ	SE	SE2	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΝΟΥ
>8	86%-97%	86%-97%	ΚΑΛΗ
>8	86%-97%	86%-97%	ΚΑΛΗ
>8	86%-97%	>97%	ΚΑΛΗ
>8	75%-85%	86%-97%	ΚΑΛΗ
<8	75%-85%	>97%	ΚΑΚΗ
>8	75%-85%	86%-97%	ΚΑΛΗ

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

>8	86%-97%	>97%	ΚΑΛΗ
>8			
>8	86%-97%	86%-97%	ΚΑΛΗ
<8	75%-85%	86%-97%	ΚΑΚΗ
>8	86%-97%	86%-97%	ΚΑΛΗ
<8	86%-97%	86%-97%	ΚΑΛΗ
>8	75%-85%	86%-97%	ΚΑΛΗ
>8	75%-85%	86%-97%	ΚΑΛΗ
<8	<75%	<75%	ΚΑΚΗ
>8	86%-97%	86%-97%	ΚΑΛΗ
>8	86%-97%	75%-85%	ΚΑΛΗ
>8	86%-97%	86%-97%	ΚΑΛΗ
>8	86%-97%	>97%	ΚΑΛΗ
>8	86%-97%	>97%	ΚΑΚΗ
>8	75%-85%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	75%-85%	86%-97%	ΚΑΚΗ
<8	75%-85%	86%-97%	ΚΑΚΗ
>8	86%-97%	86%-97%	ΚΑΛΗ
>8	86%-97%	>97%	ΚΑΛΗ
>8	75%-85%	>97%	ΚΑΚΗ
>8			
>8	86%-97%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	<75%	86%-97%	ΚΑΚΗ
>8	86%-97%	75%-85%	ΚΑΛΗ
>8	86%-97%	86%-97%	ΚΑΛΗ

Η τέταρτη στήλη του παραπάνω πίνακα δημιουργήθηκε σύμφωνα με την κρίση του αναλυτή, λαμβάνοντας υπόψιν τα δεδομένα, δηλαδή την διάρκεια του ύπνου και τους δείκτες SE και SE2.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ <8	SE	SE2
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ <8)= 7/29	P(<75%)= 2/29	P(75%-85%)=2/29
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ <8 & ΚΑΚΗ)= 6/29	P(<75% & ΚΑΚΗ) =2/29	P(75%-85% & ΚΑΚΗ)=0/29
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ <8 & ΚΑΛΗ)=1/29	P(<75%&ΚΑΛΗ)=0/29	P(75%-85% & ΚΑΛΗ)=2/29
gini 0.940547	gini 0.995244	gini 0.995244
ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ >8	SE 75%-85%	P(86%-97%)=17/29
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ >8)= 22/29	P(75%-85%)=10/29	P(86%-97% & ΚΑΚΗ)=7/29
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ >8 & ΚΑΚΗ)= 4/29	P(75%-85%& ΚΑΚΗ)=6/29	P(86%-97% & ΚΑΛΗ)=13/29
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ >8 & ΚΑΛΗ)=18/29	P(75%-85% & ΚΑΛΗ)=4/29	gini 0.740785
gini 0.595719	gini 0.938169	P(>97%)= 9/29
GINI INDEX ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ	SE 86%-97%	P(>97% & ΚΑΚΗ)=5/29
GINI(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ) 0.68	P(86%-97%)=17/29	P(>97% & ΚΑΛΗ)=4/29
	P(86%-97% & ΚΑΚΗ)=2/29	gini 0.951249
	P(86%-97% & ΚΑΛΗ)=15/29	GINI(SE2) 0.80
	gini 0.727705	
ΡΙΖΑ ΔΕΝΤΡΟΥ ΟΙ ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ	SE >97%	
	P(>97%)= 0/29	
	P(>97%&ΚΑΚΗ)=0/29	
	P(>97%& ΚΑΛΗ)=0/29	
	gini 1	
	GINI(SE) 0.81873	

Εικόνα 1.34: Υπολογισμός ρίζας δέντρου για το υπό μελέτη άτομο 1

Ουσιαστικά υπολογίζουμε τον συντελεστή GINI για τα τρία παραπάνω χαρακτηριστικά και το χαρακτηριστικό με την μικρότερη τιμή GINI τοποθετείται στην ρίζα του δέντρου, καθώς η πιθανότητα να καταμετρηθεί λανθασμένα το χαρακτηριστικό είναι μικρότερη. Στη συνέχεια υπολογίζεται το χαρακτηριστικό που θα τοποθετηθεί στην διακλάδωση για λιγότερες και περισσότερες από 8 ώρες ύπνου και εν τέλει καταλήγει στην δημιουργία του δέντρου απόφασης για το υπό μελέτη άτομο 1.

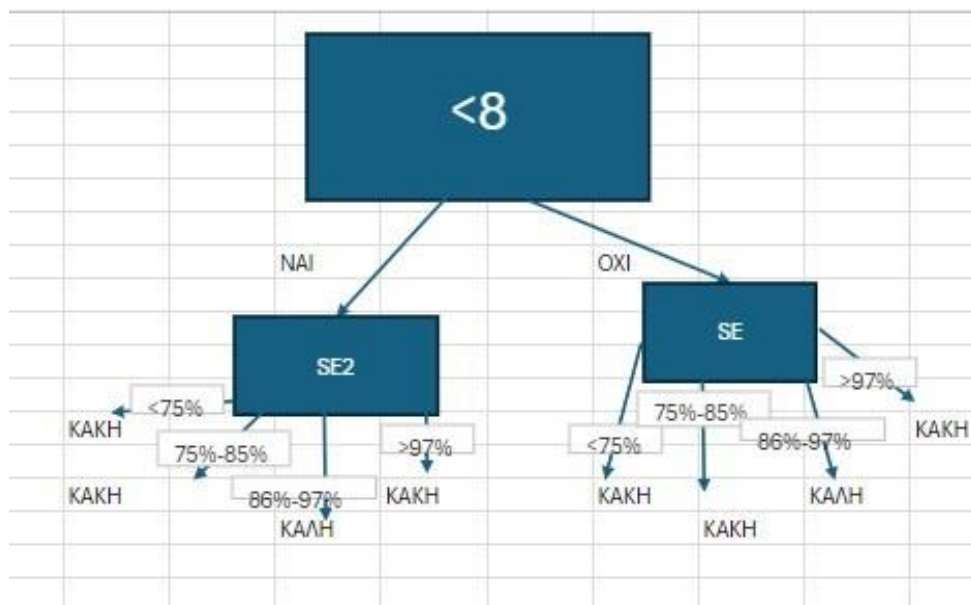
SE & ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ<8	SE2&ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ<8
P(<75%)= 2/7	P(<75%)= 1/7
P(<75%&ΚΑΚΗ) = 2/7	P(<75% & ΚΑΚΗ)= 1/7
P(<75% & ΚΑΛΗ)= 0/7	P(<75%&ΚΑΛΗ)= 0/7
gini 0.918367	gini 0.979592
P(75%-85%)= 4/7	P(75%-85%)= 0/7
P(75%-85% & ΚΑΚΗ)= 4/7	P(75%-85% & ΚΑΚΗ)= 0/7
P(75%-85% & ΚΑΛΗ)= 0/7	P(75%-85% & ΚΑΛΗ)= 0/7
gini 0.673469	gini 1
P(86%-97%)= 1/7	P(86%-97%)= 5/7
P(86%-97% & ΚΑΚΗ)= 0/7	P(86%-97%&ΚΑΚΗ)= 4/7
P(86%-97% & ΚΑΛΗ)= 1/7	P(86%-97% & ΚΑΛΗ)= 1/7
gini 0.979592	gini 0.653061
P(>97%)= 0/7	P(>97%)= 1/7
P(>97% & ΚΑΚΗ)= 0/7	P(>97%&ΚΑΚΗ)= 1/7
P(>97% & ΚΑΛΗ)= 0/7	P(>97%&ΚΑΛΗ)= 0/7
gini 1	gini 0.979592
GINI(SE<8)= 0.930029	GINI(SE2<8)= 0.746356

Εικόνα 1.35: Υπολογισμός εσωτερικών κόμβων του δέντρου για το υπό μελέτη άτομο 1

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

SE & ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ>8		SE2&ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ>8	
P(<75%)=	0/22	P(75%-85%)=	2/22
P(<75%&ΚΑΚΗ)=	0/22	P(75%-85% & ΚΑΚΗ)=	0/22
P(<75%&ΚΑΛΗ)=	0/22	P(75%-85% & ΚΑΛΗ)=	2/22
gini	1	gini	0.991736
P(75%-85%)=	6/22	P(86%-97%)=	13/22
P(75%-85% & ΚΑΚΗ)=	4/22	P(86%-97%&ΚΑΚΗ)=	1/22
P(75%-85%&ΚΑΛΗ)=	2/22	P(86%-97% & ΚΑΛΗ)=	12/22
gini	0.958678	gini	0.700413
P(86%-97%)=	16/22	P(>97%)=	9/22
P(86%-97% & ΚΑΚΗ)=	2/22	P(>97%&ΚΑΚΗ)=	5/22
P(86%-97%&ΚΑΛΗ)=	14/22	P(>97%&ΚΑΛΗ)=	4/22
gini	0.586777	gini	0.915289
P(>97%)=	0/22	P(<75%)=	0/22
P(>97% & ΚΑΚΗ)=	0/22	P(<75%&ΚΑΚΗ)=	0/22
P(>97%&ΚΑΛΗ)=	0/22	P(<75%&ΚΑΛΗ)=	0/22
gini	1	gini	1
GINI(SE&>8)	0.688204	GINI(SE2&>8)=	0.878475

Εικόνα 1.36: Υπολογισμός εσωτερικών κόμβων του δέντρου για το υπό μελέτη άτομο 1



Εικόνα 1.37: Δέντρο απόφασης για το υπό μελέτη άτομο 1

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

Για το υπό μελέτη άτομο 2 ισχύει:

Πίνακας 1.6: Χαρακτηριστικά του δέντρου απόφασης

ωρες υπνου	SE	SE2	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΝΟΥ
<8	<75%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	<75%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	75%-85%	86%-97%	ΚΑΚΗ
<8	>97%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	75%-85%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	75%-85%	86%-97%	ΚΑΚΗ
<8	<75%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	<75%	86%-97%	ΚΑΚΗ
<8			
<8	75%-85%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	<75%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	<75%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	75%-85%	>97%	ΚΑΚΗ
<8		86%-97%	
<8	<75%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	<75%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	<75%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	75%-85%	86%-97%	ΚΑΚΗ
<8	86%-97%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	<75%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	75%-85%	86%-97%	ΚΑΚΗ
<8	75-85%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	75-85%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	75-85%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	<75%	75%-85%	ΚΑΚΗ
<8	75-85%	>97%	ΚΑΚΗ
<8	75-85%	>97%	ΚΑΚΗ

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

<8	<75%	>97%	ΚΑΚΗ
>8	<75%	>97%	ΚΑΚΗ

ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ <8	SE	SE2
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ <8)= 26/27	P(<75%)= 13/27	P(75%-85%)=1/27
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ <8 & ΚΑΚΗ)= 26/27	P(<75% & ΚΑΚΗ) =13/27	P(75%-85% & ΚΑΚΗ)=1/27
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ <8& ΚΑΛΗ)=0/27	P(<75%&ΚΑΛΗ)=0/27	P(75%-85% & ΚΑΛΗ)=0/27
gini 0.072702	gini 0.780234	gini 0.998628
ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ >8	SE 75%-85%	P(86%-97%)=5/27
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ >8)= 1/27	P(75%-85%)=12/27	P(86%-97% & καθ)=5/27
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ >8 & ΚΑΚΗ)= 1/27	P(75%-85% & ΚΑΚΗ)=12/27	P(86%-97% & καθ)=0/27
P(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ >8 & ΚΑΛΗ)=0/27	P(75%-85% & ΚΑΛΗ)=0/27	gini 0.965706
gini 0.998628	gini 0.768176	
GINI INDEX ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ	SE 86%-97%	P(>97%)= 21/27
GINI(ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ) 0.11	P(86%-97%)=1/27	P(>97% & kakh)=21/27
	P(86%-97% & ΚΑΚΗ)=1/27	P(>97% & καθ)=0/27
	P(86%-97% & ΚΑΛΗ)=0/27	gini 0.395062
	gini 0.998628	GINI(SE2) 0.52
	SE >97%	
	P(>97%)= 1/27	
	P(>97%&ΚΑΚΗ)=1/27	RIZA DENTROY WRES ΥΠΝΟΥ
	P(>97%& ΚΑΛΗ)=0/27	
	gini 0.998628	
	GINI(SE) 0.754066	

Εικόνα 1.38: Υπολογισμός ρίζας δέντρου για το υπό μελέτη άτομο 2

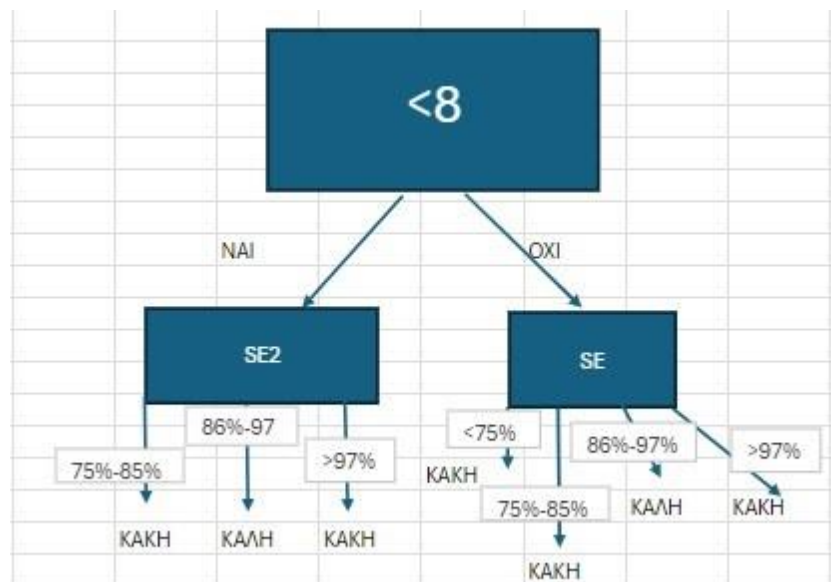
SE & ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ<8	SE2&ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ<8
P(<75%)= 13/26	P(75%-85%)= 1/26
P(<75%&ΚΑΚΗ)= 12/26	P(75%-85% & ΚΑΚΗ)= 1/26
P(<75% & ΚΑΛΗ)= 0/26	P(75%-85% & ΚΑΛΗ)= 0/26
gini 0.786982	gini 0.998521
P(75%-85%)= 12/26	P(86%-97%)= 5/26
P(75%-85% & ΚΑΚΗ)= 12/26	P(86%-97%&ΚΑΚΗ)= 5/26
P(75%-85% & ΚΑΛΗ)= 0/26	P(86%-97% & ΚΑΛΗ)= 0/26
gini 0.786982	gini 0.963018
P(86%-97%)= 1/26	P(>97%) 20/26
P(86%-97% & ΚΑΚΗ)= 1/26	P(>97%&ΚΑΚΗ) 20/26
P(86%-97% & ΚΑΛΗ)= 0/26	P(>97%&ΚΑΛΗ) 0/26
gini 0.998521	gini 0.408284
P(>97%)= 1/26	
P(>97% & ΚΑΚΗ)= 1/26	GINI(SE2&<8)= 0.537665
P(>97% & ΚΑΛΗ)= 1/26	
gini 0.998521	
GINI(SE&<8)= 0.803254	

Εικόνα 1.39: Υπολογισμός εσωτερικών κόμβων του δέντρου για το υπό μελέτη άτομο 2

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΝΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΠΝΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΝΟΥ

SE & ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ>8		SE2&ΩΡΕΣ ΥΠΝΟΥ>8	
P(<75%)=	1/1	P(75%-85%)=	0/0
P(<75%&ΚΑΚΗ)=	1/1	P(75%-85% & ΚΑΚΗ)=	0/0
P(<75%&ΚΑΛΗ)=	0/1	P(75%-85% & ΚΑΛΗ)=	0/0
gini	0	gini	1
P(75%-85%)=	0/1		
P(75%-85% &ΚΑΚΗ)=	0/1	P(86%-97%)=	0/0
P(75%-85%&ΚΑΛΗ)=	0/1	P(86%-97%&ΚΑΚΗ)=	0/0
gini	1	P(86%-97% & ΚΑΛΗ)=	0/0
		gini	1
P(86%-97%)=	0/1		
P(86%-97% &ΚΑΚΗ)=	0/1	P(>97%)	0/0
P(86%-97%&ΚΑΛΗ)=	0/1	P(>97%&ΚΑΚΗ)	0/0
gini	1	P(>97%&ΚΑΛΗ)	0/0
		gini	1
P(>97%)=	0/1		
P(>97% &ΚΑΚΗ)=	0/1	GINI(SE2>8)=	0
P(>97%&ΚΑΛΗ)=	0/1		
gini	1		
GINI(SE>8)	0		

Εικόνα 1.40: Υπολογισμός εσωτερικών κόμβων του δέντρου για το υπό μελέτη άτομο 2



Εικόνα 1.41: Δέντρο απόφασης για το υπό μελέτη άτομο 2

Η τελική απόφαση για την αξιολόγηση της ποιότητας του ύπνου των δύο υπό μελέτη ατόμων λαμβάνεται με την βοήθεια των δέντρων απόφασης που δημιουργήθηκαν σύμφωνα

με τα χαρακτηριστικά που επιλέχθηκαν και υπολογίστηκαν. Ο υπολογισμός των δεικτών gini για το κάθε χαρακτηριστικό γίνεται μέσω της εξίσωσης:

$Gini = 1 - \sum_i^n p_i^2$, όπου p_i είναι η πιθανότητα ταξινόμησης ενός δεδομένου σε μία συγκεκριμένη κατηγορία και όπου n ο αριθμός των κατηγοριών. Ουσιαστικά για κάθε χαρακτηριστικό, υπολογίζεται η πιθανότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού σε συνδυασμό με το χαρακτηριστικό της τέταρτης στήλης, που στην συγκεκριμένη περίπτωση ήταν η καλή ή κακή ποιότητα ύπνου και υπολογίζεται η πιθανότητα για κάθε χαρακτηριστικό μέχρι να τοποθετηθούν όλα τα χαρακτηριστικά στην ρίζα και τους κόμβους του δέντρου. Στα φύλλα του δέντρου τοποθετείται η τελική απόφαση.

Τα δύο δέντρα απόφασης που δημιουργήθηκαν είναι ίδια μεταξύ τους, ωστόσο η διαδικασία για τον σχεδιασμό τους έγινε δύο φορές για είναι πλήρως τεκμηριωμένη η διαδικασία. Πιο αναλυτικά, αν οι ώρες ύπνου είναι κάτω από 8, ελέγχεται ο δείκτης SE2 και ανάλογα την τιμή του αξιολογείται η κατάσταση ύπνου ως καλή ή κακή. Στην περίπτωση που οι ώρες ύπνου είναι πάνω από 8 ελέγχεται ο δείκτης SE και αξιολογείται ξανά η ποιότητα του ύπνου του ατόμου. Αφού αξιολογήθηκαν όλα τα δεδομένα και για τα δύο άτομο βγήκε το τελικό συμπέρασμα για την ποιότητα του ύπνου τους.

- **Για το υπό μελέτη άτομο 1 ισχύει:**

- 21 στις 29 ημέρες αξιολογήθηκαν με καλής ποιότητας ύπνου, δηλαδή η ποιότητα ύπνου είναι καλή σε ποσοστό 72.4% .
- Όπως και στην υποκειμενική αξιολόγηση του ύπνου έτσι και στην αντικειμενική οι ώρες ύπνου στην περίπτωση που είναι λιγότερες από 8 δεν επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του ύπνου, οπότε συμπεραίνεται πως η ποιότητα ύπνου δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τις ώρες που κοιμήθηκε το άτομο αλλά και από άλλους παράγοντες.
- Το υπό μελέτη άτομο 1 εμφανίζει ένα καλό πρόγραμμα ύπνου καθώς τα ποσοστά των δεικτών SE και SE2 είναι στην πλειονότητά τους μέσα στα αποδεκτά όρια.
- Από τον δείκτη SE2 φαίνεται πως το άτομο εμφανίζει ορισμένες φορές έλλειψη ύπνου καθώς το ποσοστό ήταν πάνω από 97%, δηλαδή κοιμόταν πάνω από 8 ώρες.

- **Για το υπό μελέτη άτομο 2 ισχύει:**

- 22 στις 27 μέρες αξιολογήθηκαν με κακής ποιότητας ύπνου, δηλαδή το 81.4% των ημερών που μελετήθηκαν, αξιολογήθηκαν με κακή ποιότητα ύπνου.
- Η υποκειμενική με την αντικειμενική αξιολόγηση ύπνου έχουν μεγάλη απόκλιση. Στην υποκειμενική αξιολόγηση το άτομο αισθανόταν αποδοτικό και ξεκούραστο ενώ στην αντικειμενική αξιολόγηση η ποιότητα του ύπνου είναι αρκετά κακή.
- Οι δείκτες SE και SE2 λαμβάνουν τιμές 75%-85% και μεγαλύτερες από 97%, το οποίο σημαίνει πως ο ύπνος δεν είναι αρκετός (75%-85%) και το άτομο εμφανίζει έλλειψη ύπνου(>97%)
- Οι ώρες ύπνου στο 99% κάτω των 8 ωρών καθημερινά.

Κεφάλαιο 8

8.1 Συμπεράσματα

Σκοπός της εργασίας ήταν αρχικά η θεωρητική κατανόηση της λειτουργίας του ύπνου: τα στάδια του ύπνου και οι παράγοντες που τον επηρεάζουν, οι περιοχές του εγκεφάλου που συνεργάζονται ώστε να ρυθμιστεί η διαδικασία του ύπνου καθώς και πως λειτουργεί ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος στην μελέτη ύπνου που αποτελεί την πιο αξιόπιστη διαδικασία.

Επιχειρήθηκε η θεωρούμενη αντικειμενική αξιολόγηση της ποιότητας ύπνου με την χρήση έξυπνων ρολογιών και ερωτηματολογίων υποκειμενικής αξιολόγησης.

Η απόκλιση μεταξύ της αντικειμενικής και υποκειμενικής αξιολόγησης στο υπό μελέτη άτομο 2 είναι μεγάλη ενώ για το υπό μελέτη άτομο 1 υπάρχει σχετική ταύτιση λαμβάνοντας υπόψιν τα σφάλματα των μετρήσεων και την αδυναμία της απόλυτης καταγραφής και αξιολόγησης εξωτερικών παραγόντων. Η διαδικασία της αντικειμενικής αξιολόγησης του ύπνου, ίσως χωλαίνει ως ένα βαθμό στο επίπεδο της συλλογής των δεδομένων. Υπάρχουν κάποιες μικρές λεπτομέρειες στην επεξεργασία των σημάτων από τον αλγόριθμο που εμποδίζουν την μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα του συστήματος.

Πρέπει να σημειωθεί επίσης πως ακόμα και ο τρόπος που τοποθετείται το ρολόι στον καρπό έχει μεγάλη σημασία για την ποιότητα των σημάτων, γεγονός που δεν μπορεί να ελεγχθεί κατά την διάρκεια της διαδικασίας. Τέλος, οι απαντήσεις του ερωτηματολογίου δεν ήταν απολύτως αυθόρμητες κατά την συμπλήρωση καθώς ύστερα από μία συζήτηση με τα υπό μελέτη άτομα, παραδέχτηκαν πως κοίταζαν το ρολόι για συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο, κυρίως για τα κενά που είχαν να κάνουν με την ώρα ύπνου, την ώρα έγερσης και τις αφυπνίσεις κατά την διάρκεια της νύχτας.

Ασχέτως με κάποιες μικρές αστοχίες που ήταν λογικό να γίνουν κατά την διάρκεια της μελέτης, τα αποτελέσματα της σύγκρισης των αντικειμενικών και υποκειμενικών δεικτών της ποιότητας του ύπνου είναι ικανοποιητικά, επιβεβαιώνονται από την βιβλιογραφία και αποτέλεσαν ένα κίνητρο για την εύρεση νέων κωδικοποιήσεων ώστε να μετατραπεί ένα ποιοτικό δεδομένο σε ποσοτικό.

Εν κατακλείδι, τα έξυπνα ρολόγια είναι χρήσιμα ώστε τα άτομα να έχουν ένα σύμβουλο για την βελτιστοποίηση της ποιότητας του ύπνου καθώς μπορούν να συλλέξουν και να αναλύσουν τα δεδομένα καταλήγοντας σε ένα γενικό συμπέρασμα για την ποιότητα του ύπνου του ατόμου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Erric R.Kandel, James H. Schwartz, Thomas M. Jessell (2000):“Βασικές Αρχές Νευροεπιστημών”, *BROKEN HILL*, ISBN 0-07-112000-9.
- [2] Kevin T. Patton, Gary A. Thibodeau, Andrew Hutton (2018): “Anatomy and Physiology”, Elsevier Health Sciences, ISBN 9780702078606.
- [3] J.M SIEGEL (2022): “A TRIBUTE TO NATHANIEL KLEITMAN”, National Library of Medicine, PubMed, 139(1-2):3-10.
- [4] W.DEMENT, N. KLEITMAN, (1957): “The relation of eye movements during sleep to dream activity: an objective method for the study of dreaming”, National Library of Medicine, PubMed, 53(5):339-46.
- [5] Claude Gottesmann(2013): “Henri Piéron and Nathaniel Kleitman: Two Major Figures of 20th Century Sleep Research”, Nova Science Publishers. ISBN: 978-1-62618-990-4, National Library of Medicine, PubMed, p130
- [6] Walter Ormerod (2006): “ Richard Caton (1842-1926): pioneer electrophysiologist and cardiologist ”, National Library of Medicine, PubMed, 4(1):30-5.
- [7] STARTS WITH A BIG BANG, Εικόνα άρθρου, link: <https://startswithabigbang.wordpress.com/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CE%B1/09-%CE%BD%CE%B5%CF%85%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1/%CE%BA%CE%BD%CF%83/>
- [8] Αναστάσιος Βενετικίδης, “Μηνιγγίωμα Εγκεφάλου”, www.neuroiasis.eu
- [9] Sandra Nikaki, Διαφάνειες Νευροψυχολογίας
- [10] Nasos T. “Βασικές Λειτουργίες Εγκεφάλου”, link: <https://nasost.com/vasikes-leitourgies-egkefalou/>
- [11] DRAKE L. RICHARD, VOGL WAYNE, MITCHELL W.M. ADAM(2021): “GRAY’S ANATOMY FOR STUDENTS”, BROKEN HILL PUBLISHERS LTD, ISBN:9789925588152
- [12] Hellenic NeuroOncology Group(HeNOG), ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, link: <https://neurooncology.gr/>
- [13] Roy Cox, Juergen Fell (2020): “Analyzing human sleep EEG: A methodological primer with code implementation”, Sleep Medicine Reviews, Volume 54
- [14] Massimiliano de Zambotti et al (2019), “Wearable Sleep Technology in Clinical and Research Settings”, National Library of Medicine, PubMed 51(7):1538-1557
- [15] Yuyang You et al (2022), “Automatic sleep stage classification: A light and efficient deep neural network model based on time, frequency and fractional Fourier transform domain features”, National Library of Medicine, Elsevier
- [16] Kathy L Nelson, Jean E Davis, Cynthia F Corbett (2022), “Sleep quality: An evolutionary concept analysis ”, National Library of Medicine, Wiley, 57(1):144-15
- [17] Giuseppe Barbato (2021): “REM Sleep: An Unknown Indicator of Sleep Quality”, National Library of Medicine, 18(24): 12976.
- [18] Mohammed Diykh, Yan Li, Shahab Abdulla (2020): “EEG sleep stages identification based on weighted undirected complex networks”, National Library of Medicine, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Volume 184
- [19] Camilia Hirotsu et al (2015): “Interactions between sleep, stress, and metabolism: From physiological to pathological conditions”, National Library of Medicine, Sleep Science, 143-152
- [20] Γκούντα Χριστίνα(2018): “Διαταραχές ύπνου”, Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Νοσηλευτικής, Τ.Ε.Ι Ηπείρου.
- [21] DAVE (2019): “The Biopsychology of Sleeping and Dreaming”, link: https://www.youtube.com/watch?v=qJ5vHvSySdA&ab_channel=ProfessorDaveExplains
- [22] TMSi (2022) : “The 10-20 System for EEG”, <https://info.tmsi.com/blog/the-10-20-system-for-eeeg>

- [23] Life Sync NEURO,EEG Accessories, <https://rochestersuperstore.com/eeg/eeg-accessories/?page=2>
- [24] Αμπατζόγλου Ιωάννης, Ηλεκτρονικός Μηχανικός, "ADC Ψυφιακά Συστήματα"
- [25] Britton JW, Frey LC, Hopp J et al., authors; St. Louis EK, Frey LC (2016): "Electroencephalography (EEG): An Introductory Text and Atlas of Normal and Abnormal Findings in Adults, Children, and Infants"
- [26] Kathy L Nelson, Jean E Davis, Cynthia F Corbett, (2021): "Sleep quality: An evolutionary concept analysis", 57(1):144-151
- [27] Daniel J. Buysse, Charles F. Reynolds, Timothy H. Monk, Susan R. Berman, David J. Kupfer, (1989): "The Pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research", Psychiatry Research, Volume 28, Issue 2, Pages 193-213
- [28] David L. Reed, William P. Sacco (2024): "Measuring Sleep Efficiency: What Should the Denominator Be?", Journal of Clinical
- [29] Alexandra Frost (2024): "6 of the best sleep trackers, from rings to smart watches", National Geographic
- [30] Jananvi Raycha (2024): "Sleeping with Errors: Decoding the Inner Workings of Smartwatch Sleep Trackers"
- [31] Samsung Research (2023): "Pioneering Sleep Analysis: A Precedent Study on Forecasting Breathing Events Using Smartwatch Sensor Data"
- [32] Alaul Islam, Ranjini Aravind, Tanja Blascheck, Anastasia Bezerianos, Petra Isenberg (2022): "Preferences and Effectiveness of Sleep Data Visualizations for Smartwatches and Fitness Bands"
- [33] Goldberger et al (2022): "Sleep-EDF (Sleep-EDF Expanded)"
- [34] Neurophysiology (2022): "Smart watches for tracking sleep - are they worthwhile?"
- [35] Amy Axworthy (2024): "How to track sleep on a smartwatch or fitness tracker"
- [36] Γκλώτσος Δημήτρης (2024): "Συστήματα υποστήριξης απόφασης- Δέντρα απόφασης", Τμήμα μηχανικών βιοϊατρικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής