

Αποκαθίσταται η ικανότητα εκμάθησης λέξεων μετά από έναν υπνάκο κατά την διάρκεια της ημέρας;

Περίληψη

Το άρθρο μας εξετάζει τον ρόλο που διαδραματίζει ένας σύντομος ύπνος κατά την διάρκεια της ημέρας στη μάθηση νέων λέξεων και στην ενσωμάτωσή τους με τις ήδη γνωστές. Σύμφωνα με μελέτες, ο ύπνος βοηθά όχι μόνο στην εδραίωση των αναμνήσεων, αλλά και στην αποκατάσταση της ικανότητας του εγκεφάλου να μαθαίνει, μέσω της επαναρύθμισης της ισχύος των συνάψεων (υπόθεση συναπτικής ομοιόστασης).

Στη μελέτη, άτομα ηλικίας 18-24 είτε κοιμήθηκαν με παρακολούθηση πολυυπνογραφίας είτε έμειναν ξύπνιοι πριν μάθουν νέες λέξεις. Οι κύριες αναλύσεις δεν έδειξαν ότι ο υπνάκος βελτίωσε σημαντικά την εκμάθηση ή την ενσωμάτωση των λέξεων. Ωστόσο, πιο ευαίσθητες διερευνητικές αναλύσεις έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες που κοιμήθηκαν είχαν καλύτερη άμεση ανάκληση, αλλά το όφελος δεν διατηρήθηκε την επόμενη μέρα. Η δραστηριότητα αργού κύματος δεν συνδέθηκε με τη μνήμη ή την ενσωμάτωση, όμως η δραστηριότητα ατράκτων ύπνου (sleep-spindles) στο στάδιο 2 σχετίστηκε με μεγαλύτερη βελτίωση στον λεξιλογικό ανταγωνισμό. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν έτσι ότι οι άτρακτοι ύπνου ίσως παίζουν ρόλο στην αποκατάσταση της ικανότητας κωδικοποίησης.

(Περαιτέρω σημειώσεις για καλύτερη κατανόηση)

Ο ύπνος χωρίζεται συνολικά σε 4 στάδια: N1, N2, N3, REM

- 1) N1: Το στάδιο αυτό είναι αρκετά ήπιο και προετοιμάζει τον εγκέφαλο για τη μετάβαση στον ύπνο, με την εκπομπή ήπιων ηλεκτρο-εγκεφαλικών κυμάτων.
- 2) N2: Το στάδιο αυτό θα αναφερθεί εκτενώς στο άρθρο καθώς θεωρείται κρίσιμο στην εδραίωση της νέας πληροφορίας στον εγκέφαλο. Χαρακτηρίζεται πολύ έντονα από τα sleep-spindles, δηλαδή σύντομη αλλά πολύ έντονη εγκεφαλική δραστηριότητα η οποία συντονίζει τη συνεργασία ^{???}μεταξύ των δύο περιοχών που είναι ιδιαίτερα σημαντικά στη διαδικασία της μάθησης. Το στάδιο αυτό με λίγα λόγια συμβάλλει στην ανανέωση του νευρωνικού κυκλώματος του εγκεφάλου ώστε να αποθηκεύεται η νέα πληροφορία.
- 3) N3: Είναι το πιο βαθύ και αναζωογονητικό στάδιο του ύπνου. (slow waves)

- 4) REM: Αντιστοιχεί στο στάδιο όπου συμβαίνουν τα όνειρα, άρα και παρατηρείται αρκετά έντονη εγκεφαλική δραστηριότητα.

Περιοχές εγκεφάλου που συμβάλλουν στη μάθηση:

- 1) Ο ιππόκαμπος, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την αποθήκευση της νέας πληροφορίας και την απομνημόνευση της.
- 2) Ο προμετωπιαίος φλοιός είναι αυτός ο οποίος οργανώνει την πληροφορία και είναι υπεύθυνος για τη λήψη αποφάσεων, βάσει στις νέες πληροφορίες.
- 3) Η δράση της παρεγκεφαλίδας αφορά κυρίως στην κινητική μάθηση και το σωστό συντονισμό των κινήσεων
- 4) Τα βασικά γάγγλια ουσιαστικά βοηθούν στην αναγνώριση επαναλαμβανόμενων προτύπων (πχ μια συνήθεια) και συνεργάζονται με το ντοπαμινεργικό σύστημα που εκκρίνει το αίσθημα της “ανταμοιβής” για την ενίσχυση της μάθησης.
- 5) Τέλος, ο φλοιός συμβάλλει στην μακρόχρονη μνήμη, δηλαδή την ανάμνηση μιας νέας πληροφορίας για καιρό.

1. Εισαγωγή

Η δηλωτική μνήμη ορίζεται ως ο τύπος μνήμης που περιλαμβάνει τη συνειδητή ανάκληση γεγονότων, συμπεριλαμβανομένης της σημασιολογικής μνήμης για τη γνώση και της επεισοδιακής μνήμης για συγκεκριμένα γεγονότα. Αποτελεί βασικό συστατικό των καθημερινών λειτουργιών της μνήμης, όπως η αναγνώριση και η ανάμνηση προηγούμενων εμπειριών.

Η θεωρία των συμπληρωματικών συστημάτων μάθησης λέει ότι: Ο εγκέφαλος έχει ένα σύστημα που μαθαίνει γρήγορα (ιππόκαμπος) και ένα που μαθαίνει αργά αλλά σταθερά (νεοφλοιός), και ο ύπνος βοηθά αυτά τα δύο να συνεργαστούν για να δημιουργήσουν σταθερές αναμνήσεις. (extra σημείωση-ορισμοί)

Ο ύπνος είναι κρίσιμος για την εδραίωση των νέων δηλωτικών μνημών, ενισχύοντας τόσο την ανάκλησή τους όσο και την ενσωμάτωσή τους με προϋπάρχουσα γνώση. Σύμφωνα με τη θεωρία των συμπληρωματικών συστημάτων μάθησης, οι νέες μνήμες αρχικά κωδικοποιούνται στον ιππόκαμπο και στη συνέχεια, κατά τον ύπνο, μεταφέρονται και ενσωματώνονται στον νεοφλοιό, επιτρέποντας πιο σύνθετες διεργασίες όπως η γενίκευση και η λεξιλογική ενσωμάτωση. Μελέτες εκμάθησης λέξεων σε ανθρώπους έχουν δείξει ότι ο ύπνος μετά τη μάθηση ενισχύει την ανάκληση και οδηγεί σε φαινόμενα λεξιλογικού ανταγωνισμού, δείγμα ότι οι νέες λέξεις έχουν ενσωματωθεί στο νοητικό λεξιλόγιο.

Από τους μηχανισμούς του ύπνου, οι άτρακτοι ύπνου (ιδιαίτερα στο στάδιο 2) και ο ύπνος αργών κυμάτων έχουν θεωρηθεί πιθανοί υποστηρικτές της μνήμης. Οι άτρακτοι φαίνεται να σχετίζονται με την ενίσχυση της πλαστικότητας του νεοφλοιού και με τον διάλογο ιππόκαμπου–νεοφλοιού, ενώ

ο ύπνος αργών κυμάτων έχει προταθεί από την υπόθεση της συναπτικής ομοιόστασης ως ο βασικός μηχανισμός που «αποκαθιστά» την ικανότητα του εγκεφάλου να μαθαίνει, μειώνοντας τη συσσωρευμένη συναπτική ενδυνάμωση της εγρήγορης.

Σε μια έρευνα πραγματοποιήθηκε υπαγορευση συγκεκριμένων λέξεων σε συμμετέχοντες που έλαβαν έναν σύντομο ύπνο, καθώς και σε άτομα που παρέμειναν ξύπνια. Το αποτέλεσμα ήταν, πως πράγματι για ένα σύντομο χρονικό διάστημα τα άτομα που έλαβαν το σύντομο ύπνο θυμόντουσαν σε μεγαλύτερο βαθμό τις λέξεις, από τους υπόλοιπους. Σε διάστημα όμως λίγων ημερών διαπίστωσαν πως η μνήμη όλων των ατόμων σχετικά με τις λέξεις ήταν στο ίδιο επίπεδο. Επομένως, η παραπάνω έρευνα απέδειξε πως ο ύπνος συνέβαλε σημαντικά μόνο στη βραχύχρονη μνήμη, καθώς όπως αναφέρει το άρθρο, ενδεχομένως ο ύπνος να βοήθησε στη συσχέτιση όμοιων φωνολογικά λέξεων => καλύτερη απομνημόνευση (lexical competition effect).

Με βάση τους προβληματισμούς που ανέδειξε αυτή η έρευνα πραγματοποιήθηκε ένα ακόμα τεστ fMRI από μια ομάδα ερευνητών, το οποίο μέτρησε τη συχνότητα των εγκεφαλικών κυμάτων κατά τη διάρκεια εκμάθησης στον ύπνο. Αυτό που παρατήρησαν ήταν ότι όταν το άτομο ερχόταν σε επαφή για πρώτη φορά με μια νέα λέξη, τότε ενεργοποιούνταν έντονα το τμήμα του ιπποκάμπου. Όταν, όμως, το άτομο είχε ήδη προηγουμένως εκτεθεί σε μία λέξη, τότε η δράση του ιπποκάμπου ήταν πολύ μικρή, γεγονός που αποδεικνύει πως η πληροφορία είχε αρχίσει να μεταφέρεται προς τον φλοιό. Σε αυτή την έρευνα αναδείχθηκε και ο ρόλος των sleep-spindles, συγκεκριμένα πως βοηθούν στην επικοινωνία του ιπποκάμπου με το φλοιό, μέσω έντονων κυμάτων, για τη μετάδοση της πληροφορίας. Επίσης ξεδιαλύνεται ο ρόλος των δύο αυτών τμημάτων στη μάθηση.

Σύμφωνα με την γνωστή θεωρία, “υπόθεση της συναπτικής ομοιόστασης” όταν το άτομο είναι ξύπνιο και αλληλεπιδρά με το περιβάλλον, έρχεται αντιμέτωπο με πολλαπλές πληροφορίες που οδηγούν στη δημιουργία νέων συνάψεων. Όμως, η δημιουργία μιας σύναψης είναι ενεργειακά κοστοβόρο για τον οργανισμό. Αυτό το πρόβλημα επιλύεται μέσω του ύπνου, ο οποίος αποσπά τον άνθρωπο από το περιβάλλον και δίνει το χρόνο για την επεξεργασία όλων αυτών των μηνυμάτων. Έτσι, ο εγκέφαλος διασπά τις ασθενείς συνάψεις και διατηρεί τις ισχυρές με αποτέλεσμα να δίνει το περιθώριο για την λήψη νέων ερεθισμάτων. Αρα, ο ύπνος πέρα από την οργάνωση και κατανομή της πληροφορίας στα διάφορα κέντρα του εγκεφάλου, επιπλέον, ουσιαστικά τις φιλτράρει ώστε να δώσει χώρο στον

εγκέφαλο για την λήψη νέων ερεθισμάτων από το περιβάλλον. Η παραπάνω θεωρία αναδεικνύει περισσότερο τις χαμηλές εγκεφαλικές συχνότητες που επικρατούν στο στάδιο N2 και όχι τόσο τα sleep spindles.

Μερικές έρευνες αμφισβητούν την παραπάνω υπόθεση καθώς έχει μελετηθεί μόνο σε επίπεδο λεκτικής μάθησης. Μια άλλη ομάδα πραγματοποίησε ένα πείραμα αντιστοίχισης προσώπων σε συγκεκριμένα ονόματα (που τους είχαν παρέχει μέσω μιας λίστας προηγούμενως.) Τελικά κατέληξαν στο συμπέρασμα πως ο ύπνος βοήθησε στη μεταγωγή της νέας πληροφορίας (ονόματα- πρόσωπα) από τον ιππόκαμπο προς το νεοφλοιό με αποτέλεσμα να “καθαρίζεται η μνήμη” του ιπποκάμπου για να μπορεί αναγνωρίσει νέα πρόσωπα. Με λίγα λόγια η βραχύχρονη μνήμη μέσω του ύπνου ενισχύθηκε μέσω των sleep- spindles και την τμηματοποίηση των πληροφοριών. Αυτό, δεν συμφωνεί πλήρως με τη θεωρία της συναπτικής ομοιόστασης που υποστηρίζει ότι η μάθηση ευνοείται από τη διάσπαση αδύναμων συνάψεων.

Η παρούσα μελέτη που περιγράφεται στο άρθρο διερεύνησε αν ένας υπνάκος πριν από την εκμάθηση νέων λέξεων βελτιώνει την επεισοδιακή μνήμη και τον βαθμό ενσωμάτωσης των λέξεων στο νοητικό λεξιλόγιο. Χρησιμοποιήθηκε πολυυπνογραφία για να εξεταστούν οι ρόλοι του ύπνου αργών κυμάτων και των ατράκτων ύπνου σταδίου 2 ως πιθανοί μηχανισμοί αποκατάστασης της ικανότητας μάθησης.

2. Υποθέσεις

2.1 υπόθεση 1

Η Υπόθεση 1 προβλέπει ότι ένας μεσημεριανός ύπνος πριν από την κωδικοποίηση νέων λέξεων θα οδηγήσει σε καλύτερη επεισοδιακή μνήμη σε σχέση με το να παραμείνει κάποιος ξύπνιος. Και οι δύο βασικές θεωρίες (συναπτική ομοιόσταση και συμπληρωματικά συστήματα μάθησης) υποστηρίζουν ότι ο ύπνος αποκαθιστά την ικανότητα κωδικοποίησης, αλλά αυτό δεν έχει ακόμη δοκιμαστεί στο πλαίσιο της εκμάθησης γλωσσών.

Στη μελέτη, οι ίδιοι συμμετέχοντες μάθαιναν νέες προφορικές λέξεις σε δύο διαφορετικές συνθήκες: μία φορά μετά από υπνάκο και μία φορά μετά από ισοδύναμο διάστημα εγρήγορσης. Η επεισοδιακή μνήμη τους μετρήθηκε αμέσως μετά τη μάθηση και ξανά την επόμενη μέρα, με μια δοκιμασία ανάκλησης που είναι γνωστό ότι ευνοείται από τον ύπνο.

Η πρόβλεψη ήταν ότι οι συμμετέχοντες θα εμφανίσουν καλύτερη απόδοση όταν η μάθηση προηγείται του ύπνου, τόσο στην άμεση όσο και στη μεταγενέστερη ανάκληση. Το πλεονέκτημα της μεθοδολογίας είναι ότι οι ίδιοι συμμετέχοντες εξετάστηκαν και στις δύο συνθήκες, στην ίδια ώρα της ημέρας, εξαλείφοντας συγχύσεις από ατομικές διαφορές και κιρκάδιους ρυθμούς

2.2 υπόθεση 2

Το πείραμα διερευνά το αποτέλεσμα του ύπνου όχι μόνο στην προσωρινή αποθήκευση μιας νέας λέξης αλλά και στην περαιτέρω ενσωμάτωση της στο ήδη υπάρχον λεξιλόγιο, μέσω της ενοποίησης της με παρόμοιες λέξεις (δηλαδή είναι πιο πιθανό να θυμόμαστε μια λέξη αν τη συνδυάσουμε με μία ήδη γνωστή και φωνολογικά όμοια). Αυτός ο διαχωρισμός μεταξύ ομόηχων λέξεων ονομάζεται λεξιλογικός ανταγωνισμός. Σε αυτή την υπόθεση χρησιμοποιείται ως παράδειγμα ένα πείραμα, το οποίο αποδεικνύει πως η κωδικοποίηση μιας νέας λέξης και η ενοποίησή της με διάφορες ήδη υπάρχουσες (ώστε να παραμείνει στη μνήμη) είναι δύο συνεργατικές διαδικασίες. Επομένως, εφόσον ήδη η ομάδα του άρθρου υπέθεσε πως ο ύπνος θα ενισχύσει την κωδικοποίηση του νέου λεξιλογίου, κατά συνέπεια, θα ενισχύσει και την ενσωμάτωση του.

2.3 υπόθεση 3

Η υπόθεση 3 σύμφωνα με την συνοπτική ομοιόσταση εξηγεί ότι δραστηριότητα του αργού κύματος κατά τον ύπνο βοηθάει τον εγκέφαλο να επαναφέρει την συναπτική ισχύ σε φυσιολογικά επίπεδα ώστε την επόμενη μέρα να μπορεί να μάθει αποτελεσματικά. Όσο περισσότερη μάθηση γίνεται μέσα στην μέρα τόσο περισσότερο SWS παράγεται την νύχτα η οποία καθορίζει τις συνάψεις και προετοιμάζει τον εγκέφαλο για νέα κωδικοποίηση. Από αυτή την θεωρία συμπεραίνουμε ότι όσο περισσότερη δραστηριότητα αργού κύματος έχει κάποιος στον ύπνο του πριν από την εκμάθηση τόσο καλύτερη θα είναι η ικανότητα του να κωδικοποιεί. Χρησιμοποιώντας δύο δείκτες : διάρκεια SWS και ισχύς αργής ταλάντωσης παραθέτονται οι τέσσερις προβλέψεις :

Περισσότερη διάρκεια SWS → καλύτερη ανάκληση (3α).

Μεγαλύτερη ισχύς αργών ταλαντώσεων → καλύτερη ανάκληση (3β).

Περισσότερη διάρκεια SWS → ισχυρότερη λεξική ενσωμάτωση τη νύχτα (3γ).

Μεγαλύτερη ισχύς αργών ταλαντώσεων → ισχυρότερη λεξική ενσωμάτωση τη νύχτα (3δ)

2.4 υπόθεση 4

Η τελευταία υπόθεση λαμβάνει υπόψη και την συμβολή των sleep spindles κατά τη διάρκεια του 2ου σταδίου του ύπνου. Υποστηρίζει πως μέσω αυτών θα ενισχυθεί η συνεργασία μεταξύ ιπποκάμπου- φλοιού και άρα, ο ύπνος πριν την αφήγηση θα οδηγήσει και στην ευκολότερη ανάκληση των νέων λέξεων, μέσω επεισοδικής μνήμης (υπόθεση 4a) και θα ενισχύσει επίσης και την συσχέτιση των νέων λέξεων με ήδη γνωστές, για την καλύτερη εκμάθησή τους (υπόθεση 4b)

Τέλος, σημειώνεται ότι οι μηχανισμοί των Υποθέσεων 3 και 4 (αργά κύματα + άτρακτοι) δεν αποκλείουν ο ένας τον άλλο. Είναι πιθανό και οι δύο να λειτουργούν ταυτόχρονα, κάτι που το συγκεκριμένο μοντέλο εκμάθησης λέξεων μπορεί να αποκαλύψει.

3. Μέθοδοι

3.1.1 δεδομένα συμπεριφοράς

Αρχικά, όπως αναφέρεται και από την ερευνητική ομάδα, έχουν διεξαχθεί πολύ λίγες έρευνες οι οποίες όντως να αναδεικνύουν αξιόπιστα την επίδραση του ύπνου στην λειτουργία της επεισοδικής μνήμης (που μας επιτρέπει να ανακαλούμε μια πληροφορία) όσον αφορά την απομνημόνευση ενός λεξιλογίου. Παρόλα αυτά, μέσω βιβλιογραφίας μας παραθέτουν ορισμένα δεδομένα πειραμάτων που χρησιμοποιούν τη μέθοδο ANOVA (analysis of variance). Με λίγα λόγια η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί στατιστικά στοιχεία για να εντοπίσουμε αν 3 ή παραπάνω ομάδες εμφανίζουν έντονη διαφορά μεταξύ τους ως προς το μέσο όρο. Στη περίπτωση μας, εκφράζει αν τα άτομα στα οποία προηγήθηκε ο ύπνος εμφάνισαν στατιστικά σημαντικότερη απόδοση στην εκμάθηση του λεξιλογίου από τους υπόλοιπους. Ο αριθμός f εκφράζει κατά πόσο οι διαφορετικές συνθήκες του πειράματος (δηλαδή ο ύπνος) επηρέασαν τα τελικά αποτελέσματα (δηλαδή τη μάθηση των λέξεων). Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός ο αριθμός, τόσο ισχυρότερη είναι και η επίδραση της εκάστοτε συνθήκης, αφού οι διάφορες ομάδες συμμετεχόντων εμφανίζουν διακυμάνσεις στην απόδοσή τους. Για τις μετρήσεις του πειράματος τους, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τη μικρότερη τιμή $f = 0,23$ (με υψηλό ποσοστό αξιοπιστίας) ώστε να είναι πιο ακριβείς στις μετρήσεις τους. Επίσης, μέσω της μεθόδου G-Power, υπολόγισαν πως θα χρειαστούν συνολικά 44 συμμετέχοντες ώστε να μπορούν να βρίσκονται στο εύρος της τιμής f που επέλεξαν (με $\alpha = 0,2$, δηλαδή 2% πιθανότητα να θεωρηθεί σημαντική μια παράμετρος, η οποία δεν είναι).

3.1.2 δεδομένα πολυυπνογραφίας

Αφού υπολογίστηκαν οι παραπάνω παράμετροι, επιστρατεύτηκαν 45 άτομα για να συμμετάσχουν στο πείραμα. Η ανακοίνωση για το πείραμα έγινε μέσω διαφόρων τρόπων, όπως email, αφίσες ή στόμα με στόμα και αφορούσε άτομα του Royal Holloway University of London. Οι εθελοντές πληρώθηκαν για τη συμμετοχή τους, όμως έπρεπε να διαθέτουν τα εξής κριτήρια:

- 1) Να ανήκουν στο εύρος της ηλικίας 18-24
- 2) Να μην έχουν κάποιο ιστορικό νευρολογικής φύσης (πχ διαταραχές ύπνου)
- 3) Να έχουν φυσιολογική όραση και ακοή
- 4) Να μην διαθέτουν ειδικές μαθησιακές δυσκολίες (πχ δυσλεξία)

Για όσους δεν διασταυρώθηκε ότι πληρούν τα παραπάνω κριτήρια (για οποιοδήποτε λόγο) απορρίφθηκαν και αντικαταστάθηκαν.

3.2.1 ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

Οι συμμετέχοντες έπρεπε να τηρούν συγκεκριμένους κανόνες πριν από κάθε συνεδρία μάθησης (κωδικοποίησης) ώστε τα αποτελέσματα να είναι έγκυρα:

Να μην καταναλώσουν αλκοόλ ή καφεΐνη για 24 ώρες πριν τη συνεδρία.

Να μην κοιμηθούν μέσα στην ημέρα της συνεδρίας.

Να ξυπνήσουν το αργότερο στις 6 π.μ. την ημέρα κάθε συνεδρίας, ώστε να υπάρχει αρκετή περίοδος αφύπνισης πριν το πείραμα.

Η τήρηση αυτών των κανόνων ελέγχθηκε με:

ερωτηματολόγιο, αισθητήρα στον καρπό (καταγραφή ύπνου/αφύπνισης), και υπενθύμιση μέσω τηλεφώνου ή μηνύματος.

3.2.2 Πολυυπνογραφία

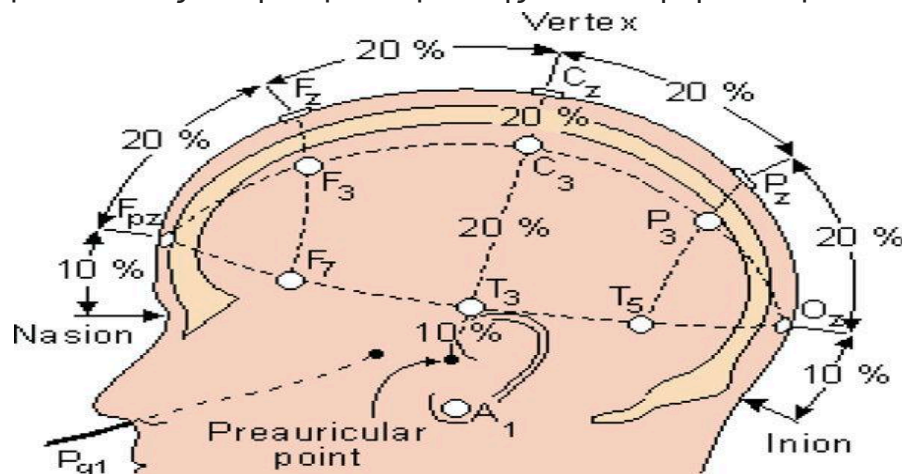
Ουσιαστικά, είναι μια ιατρική εξέταση ύπνου η οποία καταγράφει τι συμβαίνει στο σώμα και στον εγκέφαλο κατά την διάρκεια του ύπνου.

Αποτελείται από:

- EEG- Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα: μετράει τα κύματα του εγκεφάλου και αναγνωρίζει τα στάδια του ύπνου (N1, N2, N3, REM)
- EOG- Ηλεκτροοφθαλμογράφημα: καταγράφει τις κινήσεις των ματιών (πολύ σημαντικό για την διάγνωση του REM)
- EMG-Ηλεκτρομυογράφημα: καταγράφει τους μυϊκούς σπασμούς και την υπνική παράλυση

- Μέτρηση Αναπνοής: καταγράφει την ροή του αέρα από την αναπνευστική οδό, τις κινήσεις του θώρακα και της κοιλίας καθώς και την αποφρακτική υπνική άπνοια.
- Μέτρηση Οξυγόνου στο αίμα: όταν πέφτει η αναπνοή, πέφτει και το οξυγόνο
- Ηλεκτροκαρδιογράφημα: καταγράφει τον καρδιακό ρυθμό και τις αρρυθμίες
- Καταγραφή κινήσεων σώματος-άκρων

Ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στο τριχωτό της κεφαλής στην αριστερή και δεξιά μετωπιαία (F3, F4), κεντρική (C3, C4) και ινιακή (O1, O2) θέση, όπως συνιστάται από τις οδηγίες της Αμερικανικής Ακαδημίας Ιατρικής Ύπνου (AASM). Αυτά αναφέρθηκαν στον μέσο όρο της αριστερής και της δεξιάς μαστοειδούς. Το ηλεκτρόδιο γείωσης τοποθετήθηκε στο μέτωπο.



Στην εικόνα εξηγούνται οι θέσεις των ηλεκτροδίων στην πολυυπνογραφία. Αυτά που μας αφορούν είναι τα F=προμετωπιαία (frontal), τα C= κεντρικά (central) και O= ινιακά (occipital). Τα ποσοστά δεν μας απασχολούν στο εν λόγω πείραμα.

3.2.3 SASS-Y

Οι ερευνητές μέτρησαν την ποιότητα του ύπνου του κάθε συμμετέχοντος μια βδομάδα πριν την εξέταση (πχ αν περνάνε από όλα τα διαδοχικά στάδια και τι διάστημα κρατάει το καθένα). Η μέθοδος αυτή λέγεται SASS-Y (The Self-Assessment of Sleep Survey - Split) και είναι ένας τύπος “ημερολογίου” που καταγράφει την παραπάνω ποιότητα. Η καταγραφή αυτή έγινε για ερευνητικούς σκοπούς.

3.2.4 συνήθης υπνάκος

Εγινε μια μινι κατηγοριοποίηση των συμμετεχόντων όπου οι συστηματικοί nappers ήταν εκείνοι που απάντησαν ότι κοιμούνται συχνά κατά την διάρκεια

ημέρας σε μια βδομάδα και οι μη συστηματικοί nappers που δήλωσαν ότι δεν κοιμούνται σχεδόν καθόλου κατά την διάρκεια της ημέρας.

3.2.5 κλίμακα υπνηλίας Stanford SSS

Επίσης οι συμμετεχόντες κλήθηκαν να αξιολογηθούν μέσα από αυτό το τεστ το τρέχον επίπεδο υπνηλίας τους σε μια κλίμακα από το 1 («αίσθημα ενεργού, ζωτικής σημασίας, σε εγρήγορση ή εντελώς ξύπνιος») έως το 7 («Δεν παλεύω πλέον με τον ύπνο, ο ύπνος αρχίζει σύντομα· έχω ονειρικές σκέψεις») πριν από την κωδικοποίηση και ξανά από κάθε δοκιμή.

3.2.6 Συντομευμένη κλίμακα νοημοσύνης Wechsler II - WASI-II

Υποβλήθηκαν έπειτα σε ένα σύντομο τεστ νοημοσύνης για να αξιολογηθεί η υπ'ρχουσα γνώση λεξιλογίου τους. Οι συμμετέχοντες με βασει τις λέξεις που του υπαγορεύει ο ερευνητής κλήθηκαν να δώσουν τον ορισμό τους. Κάθε απάντηση βαθμολογήθηκε από μηδέν έως δύο μονάδες, με το DK -> όταν ο συμμετέχων είπε ότι δεν γνωρίζει τον ορισμό ή το NR εάν ο συμμετέχων δεν απάντησε σε περίπου 30 δευτερόλεπτα. Η βαθμολόγηση ήταν σύμφωνα με το εγχειρίδιο διαχείρισης WASI-II, με δύο μονάδες να απονέμονται για σαφή κατανόηση της λέξης, μια μονάδα για γενική κατανόηση αλλά με πιο ασαφή τρόπο, και μηδέν μονάδες για λανθασμένη ή μη εμφανή κατανόηση της λέξης. Αυτή η βαθμολόγηση επιτρέπει τη μέτρηση του βάθους της γνώσης του λεξιλογίου αξιολογώντας τι γνωρίζει ο συμμετέχων για τη λέξη. Επιπλέον, αυτή η μέτρηση λεξιλογίου αξιολογεί το εύρος της γνώσης του λεξιλογίου μέσω του αριθμού των λέξεων που γνωρίζει ένας συμμετέχων.

3.2.7. Παράδειγμα εκμάθησης νέων λέξεων

οι ερευνητές συγκέντρωσαν συνολικά 66 λέξεις που θα παρουσιάζονταν στο πείραμα με τα εξής χαρακτηριστικά: Το $\frac{1}{3}$ των λέξεων ήταν πραγματικές λέξεις και γνωστές στους συμμετέχοντες (base words), $\frac{1}{3}$ ήταν φανταστικές και άγνωστες λέξεις οι οποίες φωνολογικά όμως έμοιαζαν πολύ με τις γνωστές (novel fictional) και $\frac{1}{3}$ ήταν επίσης πλαστές λέξεις οι οποίες έμοιαζαν με τις φανταστικές.

Οι λέξεις αυτές χωρίστηκαν σε 3 ομάδες 22 λέξεων. Φρόντισαν οι τριπλέτες αυτές να είναι ίσες στην περιεκτικότητα σε:

- 1) Τον αριθμό των συλλαβών
- 2) Τον αριθμό των ομόηχων λέξεων

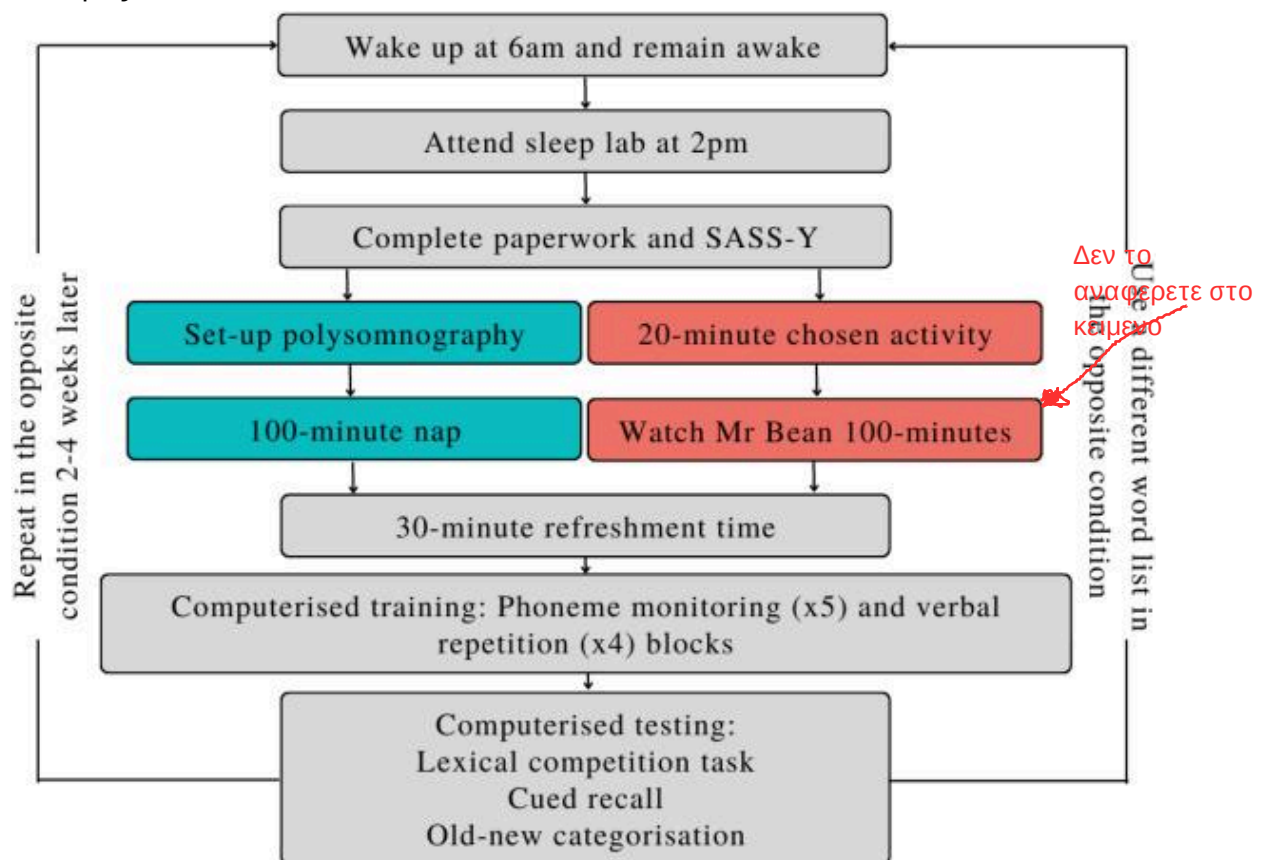
3) Τη συχνότητα χρήσης πραγματικών λέξεων σε σχέση με τις φανταστικές/πλαστές

Οι δύο από αυτές τις 3 ομάδες χρησιμοποιήθηκαν για τη συνθήκη nap (ύπνου) και no nap αντίστοιχα και η τρίτη παρέμεινε ως control που δεν εξετάστηκε στα άτομα.

Επίσης, για να αυξηθεί η αξιοπιστία του πειράματος συμπεριλήφθηκαν σε αυτές τις 44 νέες λέξεις και άλλες 88 για να εξασφαλίσουν πως τελικά μόνο το ¼ του συνολικού λεξιλογίου θα ήταν νέο στους συμμετέχοντες (ουσιαστικά οι φανταστικές λέξεις που αναφέραμε). Οι ομόηχες με τις φανταστικές, δηλαδή οι πλαστές, είναι απλά για να μπερδέψουν τον ακροατή. Η χρήση των επιπλέον 44 λέξεων ήταν έτσι ώστε τα άτομα να μην αντιληφθούν την ηχητική ομοιότητα των γνωστών (base) λέξεων και των φανταστικών (Novel fictional). Οι 88 προστιθέμενες λέξεις ποίκιλαν ως προς τις συλλαβές, ώστε να μην επαναλαμβάνονται.

3.3 Διαδικασία

Ακολουθεί το σχεδιάγραμμα του πειράματος που περιγράφει τις δύο (nap and no-nap) συνθήκες.



Η εκπαιδευτική διαδικασία περιλάμβανε την αφήγηση 7 ομόηχων λέξεων, μια εκ των οποίων και η novel που μας ενδιέφερε, οι οποίες διέφεραν σε ένα γράμμα/φώνημα (hat, bat, cat, rat...) και η όλη διαδικασία επαναλήφθηκε 5 φορές. Σε κάθε επανάληψη τους ζητούνταν να επικεντρωθούν σε ένα φώνημα και να επιλέξουν αυτό όταν το ακούσουν πατώντας ένα κουμπί (πχ να ακούσουν το φώνημα Η στο hat και να πατήσουν ναι). Με αυτή τη συνεχή επανάληψη το άτομο μάθαινε έμμεσα τις νέες λέξεις ενώ έκαναν μια άσχετη (επιφανειακά) εργασία.

Αφού τελείωσε το στάδιο της εκπαίδευσης ακολούθησε μια σειρά τεστ που χωρίστηκε σε τρία τμήματα: λεξιλογικός ανταγωνισμός, ικανότητα ανάκλησης μιας λέξης και κατηγοριοποίηση της ως “παλιά ή νέα” (για το τρίτο σκέλος δεν έχουμε επαρκείς αποδείξεις από προηγούμενες έρευνες για την επίδραση του ύπνου οπότε απλά έγινε για ερευνητικούς σκοπούς).

- Στο πρώτο σκέλος του πειράματος, το lexical competition, ζητήθηκε από τα άτομα να καταλάβουν αν μια λέξη ήταν πραγματική ή ψεύτικη μεταξύ 176 λέξεων. Κάθε φορά που το άτομο απαντούσε σωστά ανταμοίβονταν με μια γελαστή φατσούλα. Ο κάθε συμμετέχοντας εκτίθενται σε διαφορετικές ομάδες λέξεων, οι οποίες είχαν μπερδευτεί και οργανωθεί από προγράμματα του υπολογιστή.
- Στο τρίτο σκέλος των τεστ (το δεύτερο αναφέρεται μόνο στα αποτελέσματα) ζήτησαν στους συμμετέχοντες να διασταυρώσουν, μεταξύ 44 λέξεων, ποιές από αυτές είχαν ακούσει στα προηγούμενα σκέλη και να τις κατατάξουν ως “παλιές/old” και ποιες από αυτές άκουσαν τότε πρώτη φορά και να τις κατατάξουν ως “νέες/new”. Με αυτό τον τρόπο ήθελαν να διασταυρώσουν κατά πόσο εντυπώθηκαν οι old λέξεις στο μυαλό των συμμετεχόντων από το προηγούμενο πείραμα. Η διαδικασία αφήγησης σταματούσε για κάθε άτομο που απαντούσε καθυστερημένα (μετά από 5000ms) μέχρι να απαντήσει κάποιος από τους άλλους συμμετέχοντες και να συνεχίσει το πείραμα. Αυτό κυρίως έγινε για να τους ενισχύσουν την ικανότητα συγκέντρωσης.

Στην παρουσίαση περιγράψτε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τη διαδικασία εκμάθησης ώστε να γίνει κατανοητή

3.4 Κριτήρια αποκλεισμού

Μόνο οι συμμετέχοντες που πληρούσαν τα κριτήρια επιλεξιμότητας που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορούσαν να συμμετάσχουν. Οι συμμετέχοντες

πιο συγκεκριμένα αποκλειόταν από την μελέτη αν πληρούσαν οποιοδήποτε από τα ακόλουθα:

1. Το μέσο ποσοστό στην εργασία παρακολούθησης στη φάση εκπαίδευσης ήταν στο όριο ή κάτω από το όριο της πιθανότητας (50%). Αυτό υποδηλώνει ότι δεν έδιναν προσοχή στην εκπαίδευση νέων λέξεων.
2. Το μέσο ποσοστό ακριβείας τους στο τεστ λεξιλογικού ανταγωνισμού ήταν στο ή κάτω από το όριο πιθανότητας (50%) .Αυτό υποδηλώνει ότι δεν είχαν ασχοληθεί με το τεστ.
3. Δεν κατάφεραν να εισέλθουν σε ύπνο αργού κύματος ή σε ύπνο Σταδίου 2 κατά τη διάρκεια του υπνου. Επομένως, τα δεδομένα από συμμετέχοντες που δεν κατάφεραν να αποκτήσουν ύπνο αργού κύματος ή/και Σταδίου 2 δεν θα είναι σε θέση να απαντήσουν στις υποθέσεις αυτής της μελέτης.
3. Δεν ακολούθησαν καμία από τις οδηγίες που περιγράφονται στην Ενότητα [3.2.1](#), όπως υποδεικνύεται από το ερωτηματολόγιο διαλογής.
4. Τα δεδομένα τους από οποιαδήποτε από τις εργασίες ή τα δεδομένα PSG χάθηκαν λόγω σφάλματος του πειραματιστή ή δυσλειτουργίας της συσκευής.
5. Επέλεξαν να αποσυρθούν από τη μελέτη πριν ολοκληρώσουν όλες τις συνεδρίες και τις εργασίες.

4. Σχέδιο Ανάλυσης

4.1 . Υπόθεση 1: ο μεσημεριανός ύπνος σε σύγκριση με την εγρήγορση πριν από την κωδικοποίηση θα οδηγήσει σε καλύτερη επεισοδιακή μνήμη των νεοαποκτηθέντων λέξεων

4.1.1 Ανάκληση με υπόδειξη

Στη διαδικασία ανάκλησης λέξεων οι απαντήσεις βαθμολογήθηκαν μόνο ως σωστές ή λανθασμένες. Κάνοντας εφαρμογή της μεθόδου ANOVA 2x2 οι βαθμολογίες μετατράπηκαν σε στατιστικά λαμβάνοντας υπόψη δύο παράγοντες: την συνθήκη του ύπνου (nap or no nap) και τον χρόνο δοκιμής (άμεσα ή καθυστερημένα). Για να αποκλείσουμε το ενδεχόμενο της τυχαιότητας συμπεριλάβαμε μόνο τις τιμές με αποτέλεσμα $p \leq .01$.

4.2 . Υπόθεση 2: Ο υπνάκος σε σύγκριση με την αφύπνιση πριν από την κωδικοποίηση θα οδηγήσει σε μεγαλύτερα φαινόμενα ενοποίησης στην ενσωμάτωση των νεοαποκτηθέντων λέξεων με τις υπάρχουσες γνωστές λέξεις

4.2.1 Λεξιλογικός ανταγωνισμός

Σε αυτή την φάση, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να διακρίνουν αν η νέα λέξη (βασική λέξη) που τους υπαγόρευαν ήταν πραγματική ή όχι. Με βάση την υπόθεση 2 θα περιμέναμε ότι τα άτομα που κοιμήθηκαν πριν την κωδικοποίηση θα εμφάνιζαν και καλύτερες επιδόσεις στην ενσωμάτωση του νέου λεξιλογίου με το ήδη υπάρχον. Επίσης, να σημειωθεί ότι κριτήριο αυτής της υπόθεσης ήταν το RT(reaction time) δηλαδή ο χρόνος που πήρε στο κάθε άτομο να διαχωρίσει τις λέξεις μεταξύ τους.(εύρος τιμών= 300-2500ms)

4.3 . Υπόθεση 3: η δραστηριότητα αργού κύματος θα σχετίζεται με καλύτερη ικανότητα κωδικοποίησης

4.3.1 Διάρκεια ύπνου αργού κύματος

Με βάση τα δεδομένα της πολυυπνογραφίας(PSG) στα άτομα που κοιμήθηκαν, μετρήθηκε η διάρκεια του σταδίου N3 που συμπεριλαμβάνει την δραστηριότητα αργού κύματος (slow wave). Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ένας συντελεστής συσχέτισης Pearson μεταξύ της διάρκειας του ύπνου αργού κύματος και του ποσοστού των σωστών απαντήσεων που έδωσαν οι συμμετέχοντες. Οι τιμές συγκρίθηκαν με αυτές των ατόμων που παρέμειναν ξύπνιοι για να διασταυρώσουν αν ο παράγοντας ύπνος είναι στατιστικά σημαντικός. Θα περιμέναμε μια θετική επίδραση του ύπνου όσον αφορά την ενσωμάτωση των λέξεων.

4.3.2 Αργές ταλαντώσεις

Οι αργές ταλαντώσεις είναι υπεύθυνες για τον συντονισμό των νευρώνων και για την δημιουργία του αργού κύματος. Το βασικό τους χαρακτηριστικό είναι το συγκεκριμένο εύρος συχνοτήτων στο οποίο εμφανίζονται, 0.7-1 Hz. Αρχικά, έγινε προεπεξεργασία, αφαιρώντας θορυβώδη ηλεκτρόδια και τεχνουργήματα.

Στη συνέχεια έκαναν φασματική ανάλυση με τη μέθοδο Welch και υπολόγισαν τη μέση ισχύ σε όλα τα ηλεκτρόδια, καθώς δεν υπήρχε λόγος να εξεταστούν συγκεκριμένες περιοχές. Έπειτα, υπολογίστηκαν συσχετίσεις Pearson (στατιστικό μέτρο που δείχνει πόσο δυνατά και με ποια κατεύθυνση σχετίζονται δύο μεταβλητές μεταξύ τους.) ανάμεσα στην ισχύ των αργών ταλαντώσεων και την απόδοση σε δύο μέτρα μνήμης: (α) το ποσοστό σωστών απαντήσεων στην ανάκληση με υπόδειξη και (β) την αλλαγή στο λεξιλογικό ανταγωνισμό κατά τη διάρκεια της νύχτας. Επειδή έγιναν δύο συσχετίσεις, εφαρμόστηκε διόρθωση Bonferroni και μόνο αποτελέσματα με $p \leq .01$ θεωρήθηκαν σημαντικά.

4.4 . Υπόθεση 4: Η δραστηριότητα της ατράκτου του μετωπιαίου γρήγορου ύπνου στο στάδιο 2 του ύπνου θα σχετίζεται με καλύτερη ικανότητα κωδικοποίησης

Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με το 4.3.2, ώστε να απομονωθούν οι άτρακτοι από τα μετωπιαία ηλεκτρόδια (F3,F4). Έπειτα, εφαρμόστηκε πάλι η στατιστική μέθοδος Pearson για να διαπιστωθεί αν ο ύπνος επηρέασε θετικά στην ανάκληση και ενσωμάτωση των νέων λέξεων. Για περαιτέρω αξιοπιστία χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μέθοδος Bonferroni με κατώφλι αξιοπιστίας την τιμή $p\text{-value} < 0,1$.

4.5 . Τρέχουσα υπνηλία

Καθώς η μελέτη βασίζεται στην επίδραση του ύπνου στην μάθηση δεν γίνεται να μην συμπεριληφθεί η όποια κούραση μπορεί να είχαν οι συμμετέχοντες και η οποία επηρέασε αρνητικά την συγκέντρωσή τους καθώς επίσης και στον χρόνο των απαντήσεών τους. Συγκρίναμε τις βαθμολογίες της Κλίμακας Υπνηλίας Stanford (SSS) και στις δύο δοκιμαστικές συνεδρίες για να ελέγξουμε εάν οι συμμετέχοντες ήταν εξίσου κουρασμένοι κατά την ολοκλήρωση των συνθηκών ύπνου και μη ύπνου. Στην συνέχεια, εφαρμόστηκε η μέθοδος Bonferroni για να διαπιστωθεί αν ο παράγοντας αυτός ήταν στατιστικά σημαντικός και θα επηρέαζε τα αποτελέσματα. Στην περίπτωση μας, δεν ήταν σημαντικός, αλλά αν ήταν θα έπρεπε να επαναληφθεί το τεστ ANOVA με την προϋπόθεση ότι θα είχε συμπεριληφθεί

στις παραμέτρους ο παράγοντας κούραση (ANCOVA). Με βάση τις υποθέσεις, θα περιμέναμε να δούμε διαφορετικά αποτελέσματα στην μάθηση των λέξεων μεταξύ των δύο συνθηκών ύπνου ακόμη και αν ο παράγοντας κούραση είχε εξαλειφθεί.

5.Αποτελέσματα

Όσον αφορά τους συμμετέχοντες:

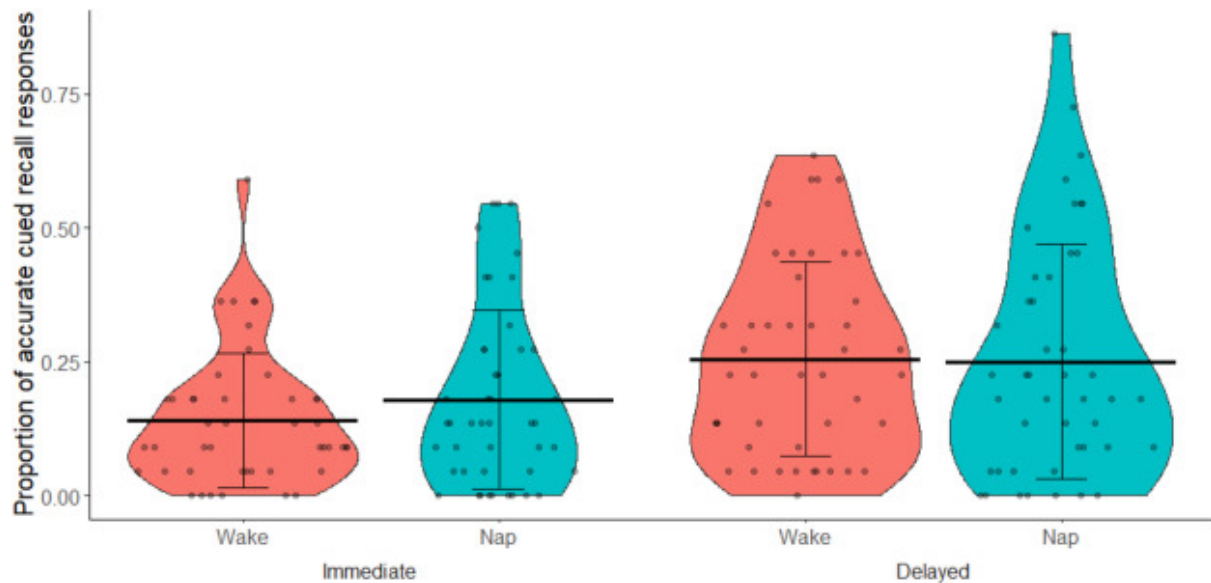
Στην τελική εκτίμηση των αποτελεσμάτων του πειράματος συμμετείχαν συνολικά 18 άντρες και 37 γυναίκες με μέσο όρο (M) ηλικίας 24,11 (δηλαδή μεταξύ 18-24) . Όσον αφορά το τεστ WASI- II (στο οποίο μετρήθηκε το λεξιλογικό επίπεδο του καθενός όπως αναφέραμε) το μικρότερο σκορ που συγκεντρώθηκε από τους συμμετέχοντες ήταν 44 και το μέγιστο 77. Το πλαίσιο αυτό στο σκορ υποδηλώνει πως τα άτομα έχουν ένα επαρκές λεξιλογικό επίπεδο.

Από τους συνολικά 55 εθελοντές, οι 17 (το 29%) ήταν μη συστηματικοί (non habitual) nappers ενώ οι υπόλοιποι 38 (71%) ήταν συστηματικοί. Άλλα 14 άτομα απορρίφθηκαν από τη διαδικασία είτε λόγω αποχώρησης πριν την ολοκλήρωση του πειράματος είτε λόγω δυσλειτουργίας των μηχανημάτων. Το άρθρο επίσης αναφέρει πως ορισμένα δεδομένα χάθηκαν λόγω μιας αναστάτωσης κατά την περίοδο COVID-19.

5.1 . Υπόθεση 1: ο μεσημεριανός ύπνος σε σύγκριση με την εγρήγορση πριν από την κωδικοποίηση θα οδηγήσει σε καλύτερη επεισοδιακή μνήμη των νεοαποκτηθέντων λέξεων

5.1.1 Ανάκληση με υπόδειξη

Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει τα αποτελέσματα του τεστ ανάκλησης των λέξεων. Παρατηρούμε ότι στο άμεσο τεστ (immediate) οι δύο συνθήκες δεν είχαν μεγάλες αποκλίσεις στα αποτελέσματα (0.50). Παρόλα αυτά στο καθυστερημένο τεστ (delayed) είχαμε μια πιο θετική επίδοση στην συνθήκη του ύπνου(0.75). Επομένως, ο ύπνος ευνόησε μακροπρόθεσμα τα άτομα που κοιμήθηκαν πριν το τεστ.



5.2 . Υπόθεση 2: Ο υπνάκος σε σύγκριση με την αφύπνιση πριν από την κωδικοποίηση θα οδηγήσει σε μεγαλύτερα φαινόμενα ενοποίησης στην ενσωμάτωση των νεοαποκτηθέντων λέξεων με τις υπάρχουσες γνωστές λέξεις

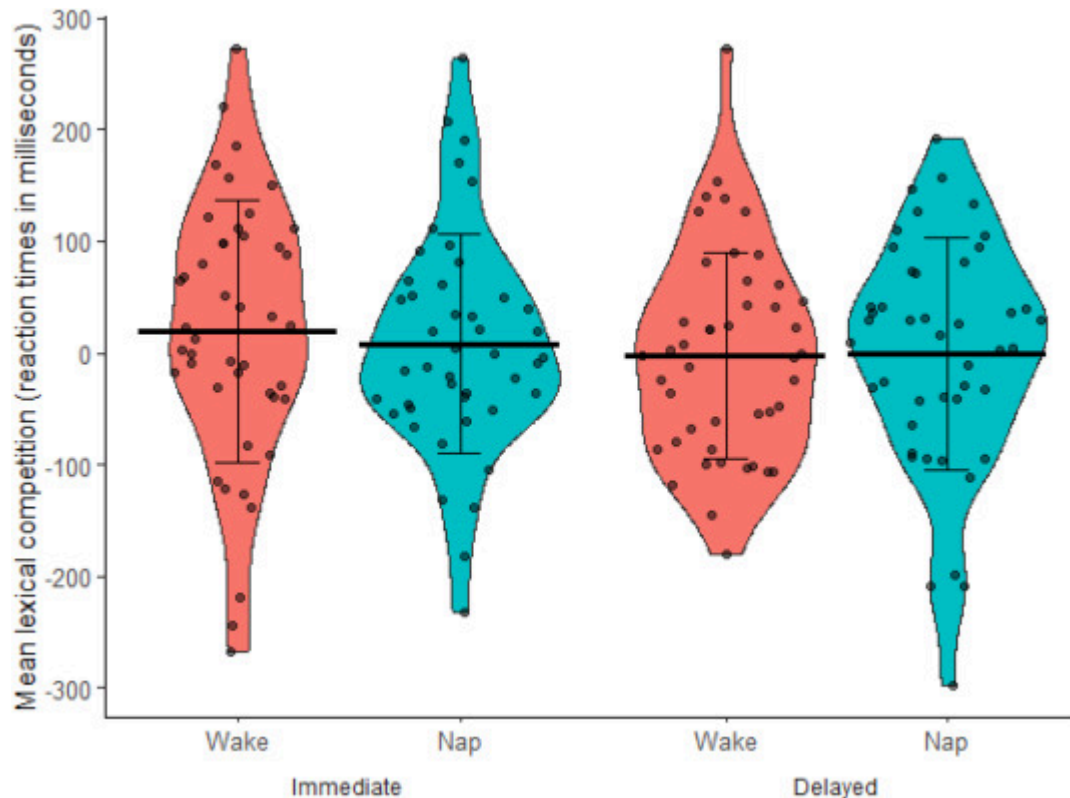
5.2.1 Λεξιλογικός Ανταγωνισμός

Table 2 – Hypothesis 2: Mean response times (in milliseconds) and error rates to base and control words in the lexical decision task.

	Nap				Wake			
	Immediate		Delayed		Immediate		Delayed	
	Base	Control	Base	Control	Base	Control	Base	Control
Reaction times	1206 (180)	1199 (178)	1122 (173)	1124 (187)	1225 (171)	1206 (173)	1125 (175)	1127 (173)
Lexical competition	7.80 (98.1)		-1.21 (104)		19.3 (117)		-2.24 (92.8)	
Error (%)	9.54	7.76	7.00	4.71	8.76	6.62	7.12	5.50

Note: Lexical competition is the reaction time difference (in milliseconds) between base words and control words. Means are presented with standard deviations (SD) in parentheses. SD is calculated after aggregating trials by participant. Error is calculated after the removal of reaction time outliers.

Ο Πίνακας 2 δείχνει τις RTs για τις λέξεις βάσης και τις λέξεις ελέγχου σε κάθε συνθήκη, καθώς και το ποσοστό σφάλματος ανά συνθήκη



Όπως μπορούμε να δούμε και από το σχήμα, δεν υπήρξε καμία σημαντική διαφορά στις επιδόσεις του λεξιλογικού ανταγωνισμού ούτε:

- στην συνθήκη του ύπνου
- στο χρόνο εξέτασης (άμεσο και καθυστερημένο τεστ)

5.3 . Υπόθεση 3: η δραστηριότητα αργού κύματος θα σχετίζεται με την ικανότητα εκμάθησης λέξεων

5.3.1 Υπόθεση 3α: διάρκεια ύπνου αργού κύματος και ανάκληση με υπενθύμιση

Στον Πίνακα 3 του άρθρου περιγράφεται η διάρκεια του κάθε σταδίου του ύπνου στα άτομα που κοιμήθηκαν. Συγκεκριμένα, το στάδιο SWS (slow wave sleep) το οποίο μας ενδιαφέρει, διήρκεσε περίπου 22,10 λεπτά.

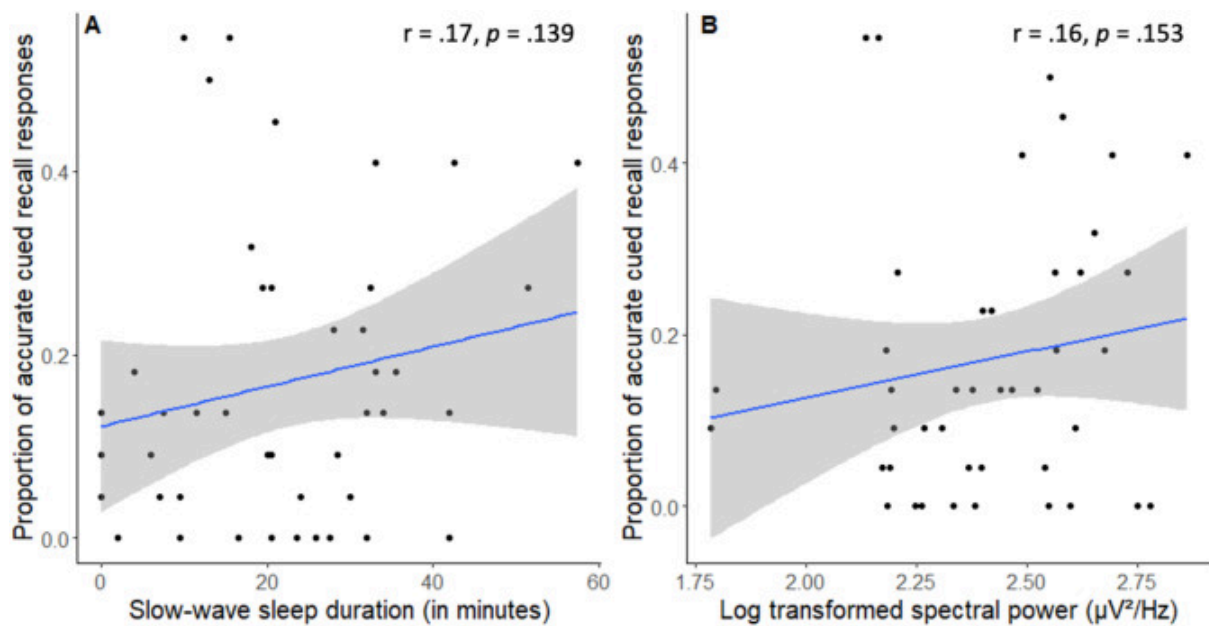
Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η συσχέτιση των σωστών απαντήσεων με την διάρκεια του σταδίου SWS στην διαδικασία ανάκλησης λέξεων.(4Α διάγραμμα)

Η τιμή $p=0,139$ είναι πολύ μεγαλύτερη από το κατώφλι εμπιστοσύνης ($p \leq .01$)

και αυτό δείχνει ότι ο παράγοντας του ύπνου δεν ήταν στατιστικά σημαντικός στα αποτελέσματα.

5.3.2 . Υπόθεση 3β: ισχύς αργής ταλάντωσης και ανάκληση σήματος

Στο διάγραμμα 4B εκφράζονται οι τιμές των σωστών απαντήσεων σε σχέση με τις αργές ταλαντώσεις (slow oscillations). Ομοίως με το 4A η μεγάλη τιμή $r=0,153$ δεν δείχνει σημαντική συσχέτιση των αργών ταλαντώσεων με τις σωστές απαντήσεις.



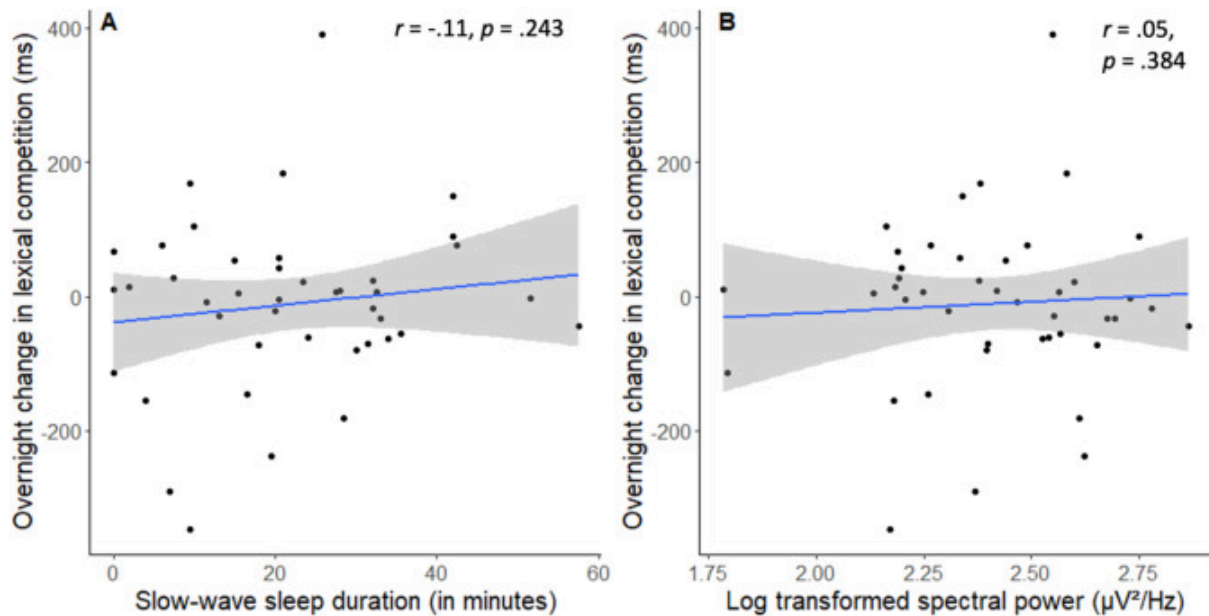
Διάγραμμα 4A και 4B σχετικά με την ανάκληση λέξεων

5.3.3 . Υπόθεση 3γ: διάρκεια ύπνου αργού κύματος και λεξιλογικός ανταγωνισμός

Στο διάγραμμα 5A φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων του λεξιλογικού ανταγωνισμού και της διάρκειας του σταδίου SWS. Ομοίως με τα 4A και 4B έχουμε πολύ υψηλή τιμή $r=0,243$ (με κατώφλι εμπιστοσύνης $p \leq .01$). Αυτό αποδεικνύει ότι δεν υπάρχει καμία σχέση μεταξύ των δύο συνθηκών.

5.3.4 . Υπόθεση 3δ: δύναμη αργής ταλάντωσης και λεξιλογικός ανταγωνισμός

Και σε αυτή την περίπτωση, στο διάγραμμα 5B, το p είναι πολύ μεγάλο ($p=0,384$) με αποτέλεσμα να μην έχουμε στατιστική σημαντικότητα μεταξύ των δύο μεταβλητών.



Διάγραμμα 5A και 5B, σχετικά με τον λεξιλογικό ανταγωνισμό.

5.4 . Υπόθεση 4: Η δραστηριότητα της μετωπιαίας γρήγορης ατράκτου στο Στάδιο 2 του ύπνου θα σχετίζεται με την ικανότητα εκμάθησης λέξεων

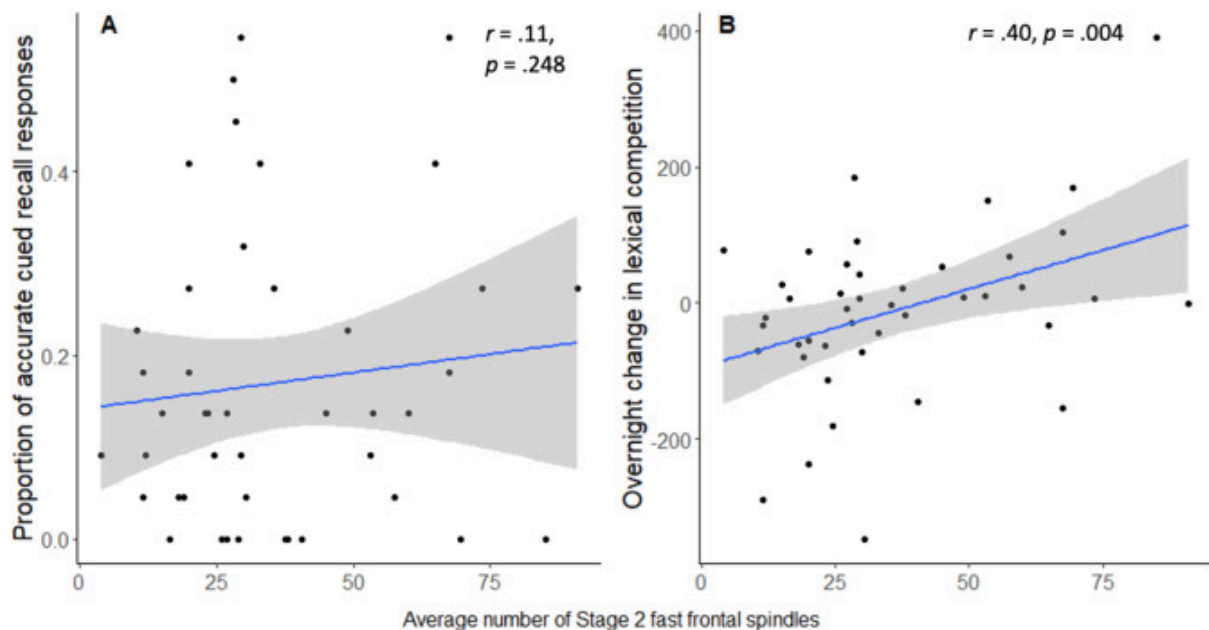
5.4.1 Υπόθεση 4α: άτρακτοι ύπνου και ανάκληση με υπενθύμιση

Το διάγραμμα 6A δείχνει την συσχέτιση των **ατράκτων ύπνου (sleep spindles)** με τις σωστές απαντήσεις στην διαδικασία ανάκλησης λέξεων. Με την ίδια λογική, η τιμή p είναι αρκετά μεγάλη ($p=0,248$) και άρα τα sleep spindles δεν επηρέασαν τις επιδόσεις στο τεστ.

Χρειάζεται μια
εικόνα και μια
μικρή εξήγηση για
τις sleep spindles
και τα
τον ύπνο

5.4.2 . Υπόθεση 4β: άτρακτοι ύπνου και λεξιλογικός ανταγωνισμός

Σε αντίθεση με όλα τα υπόλοιπα αποτελέσματα, στο διάγραμμα 6B έχουμε πολύ μικρή τιμή p ($p=0.004$) η οποία δείχνει ότι οι άτρακτοι ύπνου είχαν σημαντική επίδραση στα αποτελέσματα.



Διάγραμμα 6A και 6B, σχετικά με των ατράκτων ύπνου και του ποσοστού των ακριβών αποκλίσεων ανάκλησης στο λεξιλογικό ανταγωνισμό

5.5 Τρέχουσα υπνηλία

Ο παράγοντας κούραση δεν φαίνεται να έπαιξε κάποιο σημαντικό ρόλο ως μεταβλητή, όπως υποδηλώνουν οι υψηλές τιμές p και στο άμεσο αλλά και στο καθυστερημένο τεστ ($p=0,71$ και $p=0,46$ αντίστοιχα). Άρα, εφόσον ο παράγοντας δεν είναι στατιστικά σημαντικός δεν χρειάστηκε να επαναληφθεί το τεστ ANOVA που αναφέραμε.

6. Διερευνητικές αναλύσεις

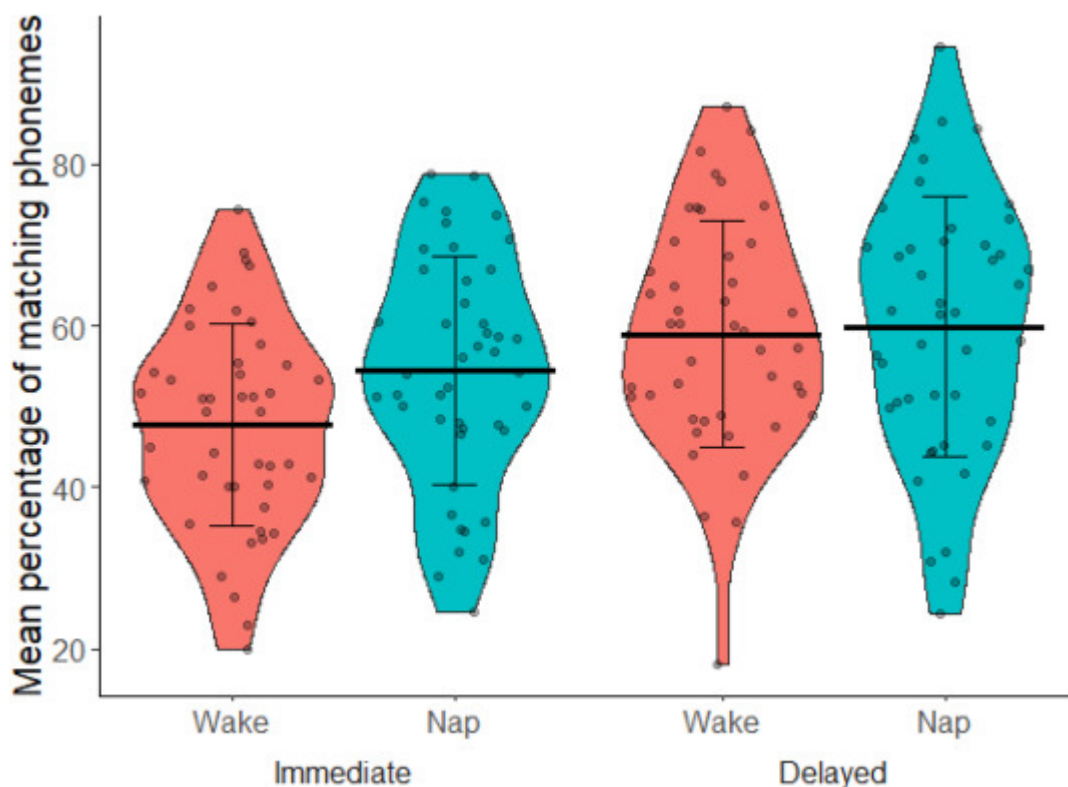
6.1 Ανάκληση με χρήση διαβαθμισμένου μέτρου ακρίβειας

Με βάση τα αποτελέσματα στην ενότητα 5, παρατηρούμε ότι σχεδόν όλες οι υποθέσεις βγήκαν άστοπες. Αυτό πιθανότατα να μην οφείλεται στο ρόλο του ύπνου στη μάθηση, αλλά ίσως στη χρήση αναξιόπιστων τεχνικών εξέτασης. Ενδεχομένως το δυαδικό “σωστού ή λάθους” σύστημα που εφαρμόστηκε να

ήταν υπερβολικά απόλυτο και να μην λήφθηκαν υπόψη παράγοντες που επηρέασαν τις απαντήσεις των ατόμων. Παρόλο που η πλειοψηφία των απαντήσεων ήταν λανθασμένη, στο εκπαιδευτικό τεστ με τα φωνόγραμμα συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ένα μοτίβο στις απαντήσεις των συμμετεχόντων. Για να γίνουν πιο αξιόπιστα τα αποτελέσματα, οι τιμές του πειράματος μετατράπηκαν σε αποστάσεις Levenshtein. Η μέθοδος αυτή μετράει πόσο διαφέρουν δύο λέξεις μεταξύ τους (πχ cat και hat). Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα εκφράζουν πόσο κοντά ήταν ο συμμετέχων στο να επιλέξει σωστά τη λέξη με το ζητούμενο φωνόγραμμα, χωρίς να αποκλείεται κάποια απάντηση. Οι τιμές βαθμολογούνται με ποσοστά, όπου:

- α) 0% => ο συμμετέχοντας δεν έπιασε καθόλου τα όρια της σωστής απάντησης
- β) 100% => ο συμμετέχοντας απάντησε τη ζητούμενη λέξη

Στο πείραμα, ως σωστή απάντηση επιλέχθηκε η λέξη με τη μικρότερη απόσταση Levenshtein, δηλαδή αυτή που δεν είχε μεγάλη απόκλιση από το 100%.



Στο παραπάνω διάγραμμα καταγράφονται τα βελτιωμένα αποτελέσματα του τεστ των φωνονύμων, με τις τιμές Levenshtein. Παρατηρούμε, ότι στο άμεσο τεστ δεν υπήρξε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών, ενώ

βλέπουμε μια θετική διαφορά στη συνθήκη του ύπνου στο καθυστερημένο τεστ.

Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε και η διόρθωση Bonferroni για πιο αξιόπιστα αποτελέσματα, δηλαδή με κατώφλι εμπιστοσύνης $p \leq 0,005$.

Η ίδια διαδικασία εφαρμόστηκε και για το τεστ ανάκλησης λέξεων, με τη μόνη διαφορά ότι ως κατώφλι εμπιστοσύνης ορίστηκε η τιμή $p \leq 0,007$.

6.2 Μνήμη αναγνώρισης

Όσον αφορά το τεστ κατηγοριοποίησης παλιού- νέου, οι τιμές μετατράπηκαν σε αποστάσεις Levenshtein, αλλά μόνο για ερευνητικούς σκοπούς, καθώς δεν υπάρχουν μέχρι στιγμής βάσιμες αποδείξεις ότι ο ύπνος επηρεάζει θετικά τη διαδικασία αυτή.

Σε αυτό το σκέλος χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης d' , ο οποίος ουσιαστικά μπορεί να διακρίνει κατά πόσο τα άτομα ήταν σε θέση να διαχωρίσουν τις ήδη γνωστές λέξεις από τις καινούριες (trained). Για να υπολογιστεί αφαιρείται το σύνολο των σωστών απαντήσεων από τις λάθος. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή d' τόσο καλύτερα μπορούν και τα άτομα να διαχωρίζουν το λεξιλόγιό τους. Το αποτέλεσμα εδώ ήταν πως πάλι ο ύπνος δεν φάνηκε να βελτίωσε την απόδοση των ατόμων γενικά ($p=0,558$), αλλά παρόλα αυτά η συνολική εικόνα ήταν πολύ καλύτερη στο άμεσο τεστ παρά στο καθυστερημένο ($p < 0,001$). Οι τιμές αυτές υπολογίστηκαν μέσω του τεστ ANOVA των δύο συνθηκών, δηλαδή της συνθήκης του ύπνου (nap και no nap) και του χρόνου εξέτασης (άμεσα και καθυστερημένα).

Για πιο ακριβείς μετρήσεις περιορίστηκε το εύρος του χρόνου απάντησης για κάθε λέξη (reaction time), με αποτέλεσμα να αφαιρεθεί περίπου το 20% των δεδομένων επιπλέον. Σε δεύτερη μοίρα εφαρμόστηκε ξανά το τεστ ANOVA, όπου είχε τα ίδια αποτελέσματα, με τη μόνη διαφορά ότι καλύτερες επιδόσεις είχαν τα άτομα στο καθυστερημένο τεστ και όχι στο άμεσο όπως πριν.

6.3 Βαθμολογίες λεξιλογίου WASI

Επειδή το πείραμα μας περιλάμβανε άτομα συγκεκριμένου εύρους ηλικίας (18-24 ετών) χρησιμοποιήσαμε και το αντιστοιχο λεξιλόγιο που προτείνει το WASI για το συγκεκριμένο ηλικιακό παράθυρο. Ωστόσο, στις αναλύσεις λεξιλογικού ανταγωνισμού, συμπεριλήφθηκαν μόνο τα δεδομένα των καθυστερημένων εξετάσεων, καθώς τα φαινόμενα λεξιλογικού ανταγωνισμού συνήθως εμφανίζονται μόνο μετά από μια περίοδο εμπέδωσης. Αυτό στη συνέχεια συσχετίστηκε με τις βαθμολογίες λεξιλογίου WASI όπως ορίστηκε και στην αρχή του πειράματος για να εξεταστεί εάν οι συμμετέχοντες με καλύτερο λεξιλόγιο έχουν υψηλότερη ικανότητα να μαθαίνουν τις νέες λέξεις.

Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε η μέθοδος Bonferroni για να υπολογιστεί αν το γλωσσικό επίπεδο καθενός ήταν στατιστικά σημαντικό στο τεστ μάθησης λέξεων. Σαν κατώφλι εμπιστοσύνης τέθηκε το 0,005, όμως οι τιμές p που προέκυψαν για κάθε σκέλος του τεστ ήταν πολύ μεγάλες άρα ο συγκεκριμένος παράγοντας δεν έπαιξε κάποιο ρόλο στα αποτελέσματα.

Η ίδια λογική ακολουθήθηκε και στα άτομα με χαμηλό λεξιλογικό επίπεδο για να διαπιστωθεί αν η μάθηση νέων λέξεων θα μπορούσε να ευνοηθεί από τον ύπνο. Καταλήξαμε όμως πάλι ότι και αυτός ο παράγοντας δεν ήταν στατιστικά σημαντικός.

6.4 Μετωπικές αργές άτρακτοι

Υπάρχουν 2 είδη ατράκτων ύπνου, οι αργές και οι γρήγορες. Η διαφοροποίησή τους γίνεται με βάση τις συχνότητες που απαντώνται η κάθε μια. Πιο συγκεκριμένα οι αργές βρίσκονται στο εύρος 11-13,5 Hz.

Προηγούμενες μελέτες δείχνουν θετική συσχέτιση των γρήγορων ατράκτων με το φαινόμενο του λεξιλογικού ανταγωνισμού αλλά παραμένει άγνωστη η συμβολή των αργών ατράκτων στην μάθηση. Στο πείραμα μας εφαρμόσαμε πάλι μέθοδο Bonferroni για να διασταυρώσουμε αν οι αργές άτρακτοι είναι στατιστικά σημαντικές σαν μεταβλητές. Τα αποτελέσματα δεν δείχνουν κάποιο ιδιαίτερο ρόλο των αργών ατράκτων σε σχέση με τις γρήγορες όπως εκφράζεται και από τις μεγάλες τιμές p .

6.5 Αναδρομικό ημερολόγιο ύπνου SASS-Y

Με βάση το ημερολόγιο που καταγράφει την διάρκεια και την ποιότητα του ύπνου των συμμετεχόντων, υποθέσαμε ότι τα άτομα με περιορισμένο ωράριο ύπνου θα είχαν και μειωμένη ικανότητα μάθησης νέων λέξεων. Παρόλα αυτά η μέθοδος Bonferroni και στις δύο συνθήκες ύπνου έδειξε ότι δεν υπήρξε συσχέτιση ούτε αυτού του παράγοντα με τα αποτελέσματα του πειράματος.

6.6 Συνήθης υπνάκος

Εξετάζοντας τα στάδια του ύπνου των συστηματικών nappers και μη nappers όσον αφορά το αργό μήκος κύματος (SWS) και των ατράκτων ύπνου, καταλήξαμε στην μοναδική διαφορά ότι οι μη nappers είχαν περισσότερες ατράκτους ύπνου από τους nappers και αυτό θα μπορούσε να ευνοήσει τον λεξιλογικό τους ανταγωνισμό.

6.7 Παράγοντες Bayes

Οι παράγοντες Bayes είναι ένας τρόπος να ερμηνεύσουμε τα αποτελέσματα μεταξύ δύο υποθέσεων που έχουμε θέσει οι ίδιοι, μια μηδενική υπόθεση (ο ύπνος δεν θα επηρεάσει την μάθηση) και μια εναλλακτική υπόθεση (οι υποθέσεις που θέσαμε στην ενότητα 2). Αυτή η μέθοδος είναι πιο αξιόπιστη από την Bonferroni καθώς δεν χρησιμοποιεί p value αλλά εστιάζει σε δύο συγκεκριμένες υποθέσεις. Στη μέθοδο αυτή ισχύουν τα εξής:

- $BF > 1$ = τα δεδομένα υποστηρίζουν περισσότερο την εναλλακτική υπόθεση
- $BF < 1$ = τα δεδομένα υποστηρίζουν περισσότερο τη μηδενική υπόθεση
- $BF = 1$ = τα δεδομένα δεν προτιμούν καμία από τις δύο

6.7.1 . Υπόθεση 1: ο μεσημεριανός ύπνος σε σύγκριση με την εγρήγορση πριν από την κωδικοποίηση θα οδηγήσει σε καλύτερη επεισοδιακή μνήμη των νεοαποκτηθέντων λέξεων

Εφαρμόστηκε η μέθοδος Bayes για τις υποθέσεις 1 και 2. Τα αποτελέσματα που πήραμε ήταν μεταξύ $\frac{1}{3}$ με 3 και αυτό υποστηρίζει περισσότερο τις εναλλακτικές υποθέσεις που είχαμε θέσει.

6.7.2 . Υπόθεση 2: ο υπνάκος σε σύγκριση με την αφύπνιση πριν από την κωδικοποίηση θα οδηγήσει σε μεγαλύτερα φαινόμενα ενοποίησης στην ενσωμάτωση των νεοαποκτηθέντων λέξεων με τις υπάρχουσες γνωστές λέξεις

Τα BF που σχετίζονται με τις κύριες επιδράσεις είναι κάτω από το 1/3 και επομένως παρουσιάζουν μέτρια στοιχεία υπέρ της μηδενικής υπόθεσης, και το BF που σχετίζεται με την αλληλεπίδραση είναι κάτω από το 1/10 και επομένως παρέχει ισχυρά στοιχεία υπέρ της μηδενικής υπόθεσης.

6.7.3 Αναλύσεις συσχέτισης

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι συσχετίσεις Pearson εκφράζουν την σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών (ισχυρή ή ασθενής) Όσον αφορά τις υποθέσεις 3 και 4 που έχουμε θέσει σχετικά με τις αργές ταλαντώσεις και τις ατράκτους ύπνου, οι τιμές BF που προέκυψαν είναι πάνω από 3 επομένως οι υποθέσεις μας (εναλλακτικές) επιβεβαιώνονται.

7. Συζήτηση

Στην τελευταία ενότητα περιγράφεται συνοπτικά το πείραμα και ο σκοπός του, δηλαδή να αποκαλυφθεί ο ρόλος του ύπνου στην μάθηση. Στην παρούσα μελέτη, τέθηκαν 4 υποθέσεις οι οποίες προέβλεπαν την θετική επίδραση του ύπνου στην εκμάθηση νέων λέξεων. Το πείραμα έλαβε υπόψη 2 διαφορετικές συνθήκες : την συνθήκη του ύπνου (nap or no nap) καθώς και τον χρόνο εξέτασης (άμεσα ή καθυστερημένα). Οι αναλύσεις στην ενότητα 4 δεν βρήκαν σημαντική επίδραση του ύπνου σε σύγκριση με την αφύπνιση στην απόδοση του τεστ σε οποιαδήποτε σκέλος, αν και οι διερευνητικές αναλύσεις στην ενότητα 6 υπέδειξαν καλύτερη άμεση ανάκληση με υπνάκο στη συνθήκη του ύπνου όταν χρησιμοποιήσαμε ένα πιο ευαίσθητο μέτρο ακρίβειας(αποστάσεις Levenshtein).

1. Όσον αφορά την 1η υπόθεση, είχαμε προβλέψει ότι οι συμμετέχοντες που είχαν κοιμηθεί πριν την κωδικοποίηση θα είχαν καλύτερες επιδόσεις στην ανάκληση των νέων λέξεων. Η προ εγγεγραμμένη ανάλυσή(ενότητα 4) δεν υποστήριξε αυτήν την υπόθεση, δηλαδή δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του αριθμού των λέξεων που ανακλήθηκαν σωστά στη συνθήκη του ύπνου και στη συνθήκη χωρίς ύπνο. Παρόλα αυτά η μέθοδος σωστού ή λάθους που

χρησιμοποιήσαμε αρχικά δεν ήταν αξιόπιστη καπώς δεν ήταν τόσο ευαίσθητη όπως η μέθοδος που χρησιμοποιήσαμε στην ενότητα 6, δηλαδή τις αποστάσεις Levenshtein.

Γενικότερα, παρατηρήθηκε μια πολύ καλύτερη εικόνα επιδόσεων στο τεστ της επόμενης μέρας(καθυστερημένο) και για τις δύο συνθήκες ύπνου. Αυτό μπορεί να ήταν αποτέλεσμα της διαμεσολάβησης του νυχτερινού ύπνου, ο οποίος επέτρεψε την εδραίωση του νέου λεξιλογίου μέσω του διαλόγου ιπποκάμπου-νεοφλοιού που παρατηρείται στο στάδιο δύο του ύπνου.

2. Σχετικά με την 2η υπόθεση, το πείραμα προέβλεπε μια θετική εικόνα όσον αφορά τον λεξιλογικό ανταγωνισμό στο καθυστερημένο τεστ και ειδικότερα στα άτομα που κοιμήθηκαν. Παρόλα αυτά οι χρόνοι αντίδρασης ήταν κοντά στο 0 που αυτό σημαίνει ότι δεν ενεργοποιήθηκε το φαινόμενο του λεξιλογικού ανταγωνισμού, καθώς οι νέες λέξεις δεν μπόρεσαν να ενσωματωθούν σωστά με τις ήδη γνωστές. Επομένως, δεν μπορέσαμε να παρατηρήσουμε την διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών ύπνου λόγω απουσίας του φαινομένου.
3. Αναλογικά με την 3η υπόθεση, η οποία περιλαμβάνει την υπόθεση της συναπτικής ομοιόστασης, προτείνεται ότι ο ύπνος αργού κύματος λειτουργεί για να “φιλτραριστεί” ο εγκέφαλος καταστρέφοντας τις αδύναμες συνάψεις επιτρέποντας έτσι την αποκατάσταση της ικανότητας κωδικοποίησης μετά τον ύπνο. Με βάση αυτά θα περιμέναμε μια καλύτερη εικόνα όσον αφορά τον λεξιλογικό ανταγωνισμό και την ανάκληση λέξεων στα άτομα που κοιμήθηκαν. Δεν βρήκαμε σημαντική σχέση μεταξύ των μετρήσεων ύπνου αργού κύματος και των δοκιμαστικών εργασιών. Αυτό θα μπορούσε να υποδηλώνει ότι ο ύπνος αργού κύματος δεν είναι ο βασικός νευρωνικός μηχανισμός που σχετίζεται με την αποκατάσταση της ικανότητας κωδικοποίησης. Τα αποτελέσματα που πήραμε μπορεί να ήταν παραπλανητικά, καθώς η υπόθεση της συναπτικής ομοιόστασης προϋποθέτει την εγρήγορση του εγκεφάλου πριν τον ύπνο κάτι που δεν ίσχυε στο πείραμά μας.
4. Στην υπόθεση 4, προτείνεται ότι οι άτρακτοι ύπνου θα ευνοήσουν και την ανάκληση των νέων λέξεων καθώς και το φαινόμενο του λεξιλογικού ανταγωνισμού. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν κάποια σημαντική συσχέτιση των ατράκτων ύπνου με την ανάκληση των λέξεων αλλά φαίνεται ότι ευνόησαν τον λεξιλογικό ανταγωνισμό. Δεν γνωρίζουμε ακριβώς γιατί ευνοήθηκε μόνο ο λεξιλογικός ανταγωνισμός παρόλα αυτά υποθέτουμε ότι υπάρχει μια θετική συσχέτιση μεταξύ της μάθησης και του αριθμού των ατράκτων. Με την ίδια οπτική, δεν βρήκαμε κάποια ιδιαίτερη διαφορά στην επίδραση των αργών ατράκτων σε σχέση με τις γρήγορες. Διαπιστώθηκε επίσης ότι σημαντικό ρόλο διαδραμάτισε και το ατομικό στοιχείο όσον αφορά την ποιότητα του ύπνου καθώς τα άτομα με περισσότερες αργές ταλαντώσεις έδειξαν καλύτερα αποτελέσματα στα τεστ.

Ένας ακόμη παράγοντας που ενδεχομένως επηρέασε τα αποτελέσματα ήταν η μειωμένη διάρκεια ύπνου όπως αναδείχθηκε από το στάδιο REM. Αυτό ίσως να είχε ως αποτέλεσμα τον μειωμένο αριθμό ατράκτων ύπνου και αργών ταλαντώσεων.

Επιπλέον, πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι οι συστηματικοί nappers(που στο πείραμά μας ήταν η πλειοψηφία) παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια στα στάδια 1 και 2 του ύπνου. Παρόλα αυτά αυτό δεν συνεπάγεται με μεγαλύτερο αριθμό **ατράτων** ύπνου. Άρα οι συστηματικοί nappers δεν ευνοήθηκαν περισσότερο από τους μη συστηματικούς στην συνθήκη του ύπνου.

Στο τεστ της κατηγοριοποίησης παλιών και νέων λέξεων, παρατηρήθηκε ότι στο άμεσο τεστ μπορεί να είχαμε αργό χρόνο αντίδρασης αλλά οι απαντήσεις ήταν σωστές, σε αντίθεση με το καθυστερημένο τεστ που παρατηρήθηκε το ακριβώς αντίθετο. Αυτό ίσως να συνέβει καθώς στο άμεσο τεστ ήταν σε καλύτερη θέση να ξεχωρίσουν τις νέες λέξεις που έμαθαν προσφάτως, ενώ στο καθυστερημένο τεστ δεν υπήρχε σαφής διάκριση μεταξύ των λέξεων. Συμπερασματικά, στο άμεσο τεστ βασίστηκαν στην μνήμη τους κάτι που είχε ξεθωριάσει μια μέρα μετά.

Έπειτα, λάβαμε υπόψη το φαινόμενο Matthew σύμφωνα με το οποίο τα άτομα με υψηλότερο λεξιλογικό επίπεδο θα είχαν και καλύτερη ικανότητα μάθησης νέων λέξεων. Αυτό σαν θεωρία δεν φαίνεται να ισχύει τουλάχιστον στο χρονικό παράθυρο που έλαβε χώρα η πειραματική διαδικασία, αλλά δεν αποκλείουμε την πιθανότητα να ισχύει λίγους μήνες ή χρόνια μετά.

Τέλος, υποθέσαμε ότι ο περιορισμένος ύπνος στις καθημερινές ίσως σχετίζεται με μειωμένη ικανότητα μάθησης νέων λέξεων, δεδομένου ότι ο εγκέφαλος δεν είχε την χρονική άνεση να συντονίσει τις απαραίτητες συνάψεις ώστε να είναι σε θέση να δεχτεί τις νέες πληροφορίες κατά την διάρκεια του τεστ.

Συμπεραίνοντας, το πείραμά μας, δεν έδειξε ισχυρή συσχέτιση του ύπνου κατά την διάρκεια της ημέρας με την βελτιωμένη μάθηση νέων πληροφοριών. Παρόλα αυτά φαίνεται να υπάρχει μια θετική επίδραση των ατράκτων ύπνου, ως νευρωνικός μηχανισμός, στην διαδικασία μάθησης νέων λέξεων και της κατηγοριοποίησής τους με τις ήδη υπάρχουσες. Επομένως, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ένας σύντομος ύπνος κατά την διάρκεια της ημέρας θα μπορούσε να έχει ευεργετικές ιδιότητες στις ακαδημαϊκές επιδόσεις των φοιτητών.

