



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ  
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Σοβαρού Παιχνιδιού για την  
Αντιμετώπιση των Διαταραχών Ομιλίας σε Ασθενείς που Έχουν  
Υποστεί Εγκεφαλικό Επεισόδιο**

Κωνσταντίνα Καραΐσκου

**Επιβλέπων:** Δημήτριος – Διονύσιος Κουτσούρης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

**Συνεπιβλέπων:** Δρ. Ουρανία Πετροπούλου  
Ε.ΔΙ.Π Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2019





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ  
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Σοβαρού Παιχνιδιού για την  
Αντιμετώπιση των Διαταραχών Ομιλίας σε Ασθενείς που Έχουν  
Υποστεί Εγκεφαλικό Επεισόδιο**

Κωνσταντίνα Καραϊσκού

**Επιβλέπων:** Δημήτριος – Διονύσιος Κουτσούρης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

**Συνεπιβλέπων:** Δρ. Ουρανία Πετροπούλου  
Ε.ΔΙ.Π Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή την 25<sup>η</sup> Οκτωβρίου 2019.

.....  
Δ.-Δ. Κουτσούρης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Γιώργος Ματσόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Παναγιώτης Τσανάκας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2019

.....  
Καραΐσκου Κωνσταντίνα

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Copyright © Κωνσταντίνα Καραΐσκου, 2019.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Περίληψη

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός «σοβαρού» παιχνιδιού για την αντιμετώπιση των γλωσσικών διαταραχών σε ασθενείς που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο.

Το εγκεφαλικό επεισόδιο είναι μία από τις κυριότερες αιτίες θανάτου και αναπηρίας παγκοσμίως. Οι επιπλοκές που προκαλεί στους επιζώντες είναι ποικίλες και αυτή η εργασία επικεντρώνεται στην αφασία, που επηρεάζει όλους τους τομείς της γλώσσας. Η λογοθεραπεία αποτελεί τη βασική θεραπεία της αφασίας, η οποία μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση «σοβαρών» παιχνιδιών.

Στα πλαίσια της εργασίας πραγματοποιήθηκε μία βιβλιογραφική ανασκόπηση στα υπάρχοντα «σοβαρά» παιχνίδια για την αποκατάσταση της αφασίας. Με βάση τα αποτελέσματα κρίθηκε σκόπιμη η ανάπτυξη ενός αντίστοιχου «σοβαρού» παιχνιδιού στα ελληνικά. Το παιχνίδι αναπτύχθηκε με τη χρήση του Unity 3D game engine, ώστε να υποστηρίξει φορητές συσκευές με εγκατεστημένο το λειτουργικό σύστημα Android. Ο κύριος σκοπός του παιχνιδιού που υλοποιήθηκε είναι η ανεξάρτητη εκπαίδευση των ασθενών με αφασία από το σπίτι και η χρήση του ως βοηθητικό εργαλείο από τους λογοθεραπευτές.

Τα συμπεράσματα που εξάγονται από τη συγκεκριμένη εργασία αφορούν τη σημασία ύπαρξης ενός τέτοιου εργαλείου. Τέλος, παρατίθενται προτάσεις για τη βελτίωση και την εξέλιξη του παιχνιδιού.

Λέξεις-Κλειδιά: εγκεφαλικό επεισόδιο, αφασία, αποκατάσταση, σοβαρά παιχνίδια, ανεξάρτητη εκπαίδευση



## **Abstract**

The aim of this diploma thesis is to design and develop a serious game for the treatment of language disorders in stroke patients.

Stroke is one of the leading causes of death and disability worldwide. Stroke complications vary among patients and this thesis focuses on aphasia, which affects all domains of language. Speech therapy is the main treatment for aphasia, which can be enhanced by the use of serious games.

In the context of this diploma thesis, a literature review of the available serious games for the rehabilitation of aphasia was conducted. Based on the results, it was considered appropriate to develop a relevant serious game in Greek. The game was developed using the Unity 3D game engine in order to support mobile devices with the Android operating system installed. The main purpose of the game is to allow patients with aphasia to practice independently from home and to be used as an auxiliary tool by speech therapists.

The conclusions derived from this diploma thesis concern the importance of creating such a game. Finally, suggestions for further improvement and development of the game are discussed.

Keywords: stroke, aphasia, rehabilitation, serious games, independent practice





## Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνει την ακαδημαϊκή μου πορεία στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας με διάφορους ανθρώπους που με βοήθησαν καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της.

Καταρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Δημήτριο Κουτσούρη, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και τη βοήθεια που μου προσέφερε σε αυτήν την πολύ ενδιαφέρουσα διπλωματική εργασία που εκπόνησα στο Εργαστήριο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την υποψήφια Διδάκτορα Μαριλένα Ταρούση για την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε όλο αυτό το διάστημα και για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε καθοδηγώντας με σε όλα τα στάδια της εργασίας. Στη συνέχεια, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κα. Ουρανία Πετροπούλου, Ε.Δι.Π. Ε.Μ.Π., για τη βοήθειά της και για όλα όσα συνεισέφερε στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για την οικογένεια και τους φίλους μου, για την υπομονή και τη συμπαράσταση που έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και κυρίως στους γονείς μου που δε σταμάτησαν να με στηρίζουν.

Κωνσταντίνα Καραϊσκού  
Αθήνα, Οκτώβριος 2019



# Περιεχόμενα

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>Κεφάλαιο 2: Το εγκεφαλικό επεισόδιο και οι νοσηρότητες που προκαλεί ....</b>                   | <b>18</b> |
| 2.1 Εισαγωγή .....  | 18        |
| 2.2 Εγκεφαλικό επεισόδιο.....   | 18        |
| 2.2.1 Αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο .....  | 18        |
| 2.2.1.1 Ενδοεγκεφαλική αιμορραγία .....   | 18        |
| 2.2.1.2 Υπαραχνοειδής αιμορραγία .....  | 19        |
| 2.2.2 Ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο.....   | 19        |
| 2.2.2.1 Εμβολικό εγκεφαλικό επεισόδιο .....   | 19        |
| 2.2.2.2 Θρομβωτικό εγκεφαλικό επεισόδιο .....   | 20        |
| 2.2.3 Παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο .....  | 20        |
| 2.3 Συννοσηρότητες του εγκεφαλικού επεισοδίου.....  | 20        |
| 2.4 Παράγοντες που αυξάνουν τον κίνδυνο του εγκεφαλικού επεισοδίου .....                          | 22        |
| 2.5 Αφασία .....  | 25        |
| 2.5.1 Τύποι αφασίας.....  | 25        |
| 2.5.1.1 Αφασία με ρέοντα λόγο .....   | 25        |
| 2.5.1.2 Αφασία με μη ρέοντα λόγο .....  | 26        |
| 2.5.1.3 Ολική αφασία .....  | 27        |
| 2.5.2 Θεραπεία της αφασίας .....  | 27        |
| <b>Κεφάλαιο 3: Τα σοβαρά παιχνίδια που είναι διαθέσιμα για την αποκατάσταση της αφασίας .....</b> | <b>29</b> |
| 3.1 Εισαγωγή .....  | 29        |
| 3.2 AftheraGame.....  | 30        |
| 3.3 VITHEA.....   | 31        |
| 3.4 StepByStep .....  | 33        |
| 3.5 Bern Aphasia App .....  | 35        |
| 3.6 Cognitive Assessment for Aphasia App.....   | 37        |
| 3.7 Constant Therapy.....   | 40        |
| 3.8 Language Therapy .....  | 42        |
| 3.9 Lisling 3D .....  | 43        |
| 3.10 CommFit .....  | 45        |
| 3.11 AphasiaScripts .....   | 47        |
| 3.12 Theraphasia .....  | 49        |
| 3.13 EyeShow .....  | 51        |
| <b>Κεφάλαιο 4: Σχεδιασμός του παιχνιδιού "Brame" .....</b>  | <b>53</b> |
| 4.1 Εισαγωγή .....  | 53        |
| 4.2 Γενικά χαρακτηριστικά .....   | 53        |
| 4.3 Επιλογή λειτουργικού συστήματος και συσκευών .....  | 54        |
| 4.3.1 Λειτουργικό σύστημα Android .....   | 54        |
| 4.3.2 Φορητές συσκευές.....   | 55        |
| 4.4 Εργαλεία σχεδιασμού και ανάπτυξης.....  | 56        |
| 4.4.1 Unity 3D game engine .....  | 56        |
| 4.4.2 Γλώσσα προγραμματισμού C# .....   | 57        |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 4.4.3   | draw.io .....                                   | 58        |
| 4.5   | Δομή παιχνιδιού .....                           | 59        |
| 4.6   | Στοιχεία παιχνιδιού .....                       | 62        |
| 4.6.1   | Εικόνες που επιλέχθηκαν .....                   | 62        |
| 4.6.2   | Προτάσεις που επιλέχθηκαν.....                  | 65        |
| 4.6.3   | Μηχανισμός ελέγχου απάντησης .....              | 66        |
| 4.7   | Οθόνες παιχνιδιού.....                          | 66        |
| 4.7.1   | Αρχική οθόνη.....                               | 67        |
| 4.7.2   | Οθόνη του παιχνιδιού "Αναγνώριση εικόνων" ..... | 68        |
| 4.7.3   | Οθόνη παιχνιδιού "Κατανόηση προτάσεων" .....    | 70        |
| 4.7.4   | Οθόνη ρυθμίσεων.....                            | 71        |
| 4.8   | Προγραμματιστική περιγραφή του παιχνιδιού.....  | 74        |
| <b>Κεφάλαιο 5: Σύνοψη και Μελλοντική Εργασία.....</b> |   | <b>77</b> |
| 5.1   | Σύνοψη .....                                    | 77        |
| 5.2   | Μελλοντική Εργασία .....                        | 77        |
| <b>Βιβλιογραφία.....</b>                              |   | <b>79</b> |

## Ευρετήριο Εικόνων

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Εικόνα 1.  | Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής AftheraGame [19] .....   | 31 |
| Εικόνα 2.  | Στιγμιότυπα οθόνης της διεπαφής χρήστη του συστήματος VITHEA [20] .....   | 33 |
| Εικόνα 3.  | Στιγμιότυπα οθόνης από τους τέσσερις πρώτους τύπους ασκήσεων του προγράμματος StepByStep (αποκόμματα από βίντεο) [23].....                      | 35 |
| Εικόνα 4.  | Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής Bern Aphasia App [22].....   | 37 |
| Εικόνα 5.  | Στιγμιότυπο οθόνης από τη δεύτερη άσκηση της εφαρμογής C3A [25] .....   | 39 |
| Εικόνα 6.  | Στιγμιότυπο οθόνης από την τρίτη άσκηση της εφαρμογής C3A [25] .....  | 39 |
| Εικόνα 7.  | Στιγμιότυπο οθόνης από την τέταρτη άσκηση της εφαρμογής C3A [25] .....  | 40 |
| Εικόνα 8.  | Στιγμιότυπα οθόνης από τις ασκήσεις: κατανόηση κειμένου και ταίριασμα συμβόλων, της εφαρμογής Constant Therapy (αποκόμματα από βίντεο) [26].... | 41 |
| Εικόνα 9.  | Στιγμιότυπα οθόνης για κάθε κατηγορία (ανάγνωση, ονομασία, κατανόηση, γραφή) αντίστοιχα της εφαρμογής Language Therapy [29] .....               | 43 |
| Εικόνα 10. | Στιγμιότυπα οθόνης για τις τέσσερις πρώτες κατηγορίες ασκήσεων αντίστοιχα του παιχνιδιού Lisling 3D [34] .....                                  | 45 |
| Εικόνα 11. | Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής CommFit [35][36] .....   | 47 |
| Εικόνα 12. | Στιγμιότυπα οθόνης του προγράμματος AphasiaScripts [40] .....   | 49 |
| Εικόνα 13. | Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής Theraphasia [41].....  | 51 |
| Εικόνα 14. | Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής EyeShow [42] .....   | 52 |
| Εικόνα 15. | Τα επίπεδα λογισμικού του Android [45] .....  | 55 |
| Εικόνα 16. | Η αρχική οθόνη του προγράμματος Unity 3D για την ανάπτυξη 2D παιχνιδιού ..  | 57 |
| Εικόνα 17. | Στιγμιότυπο οθόνης του προγράμματος Visual Studio 2017 .....  | 58 |
| Εικόνα 18. | Στιγμιότυπο οθόνης από το draw.io μετά τη δημιουργία ενός τετραγώνου .....  | 58 |
| Εικόνα 19. | Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων φαγητά.....  | 63 |
| Εικόνα 20. | Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων αντικείμενα.....   | 63 |
| Εικόνα 21. | Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων ζώα .....  | 64 |
| Εικόνα 22. | Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων ρούχα .....  | 64 |
| Εικόνα 23. | Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων συναισθήματα .....   | 64 |
| Εικόνα 24. | Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων χρώματα .....  | 64 |
| Εικόνα 25. | Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων σχήματα.....   | 64 |
| Εικόνα 26. | Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων αριθμοί.....   | 65 |
| Εικόνα 27. | Στιγμιότυπο οθόνης επιλογής λανθασμένης απάντησης .....   | 66 |
| Εικόνα 28. | Στιγμιότυπο της αρχικής οθόνης .....  | 67 |
| Εικόνα 29. | Στιγμιότυπο της αρχικής οθόνης με το μήνυμα που ενημερώνει τον χρήστη ότι το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" είναι κλειδωμένο.....               | 67 |
| Εικόνα 30. | Στιγμιότυπο της αρχικής οθόνης, όπου το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" έχει ξεκλειδωθεί .....   | 68 |
| Εικόνα 31. | Στιγμιότυπο οθόνης των κατηγοριών του παιχνιδιού "Αναγνώριση εικόνων" .....   | 68 |
| Εικόνα 32. | Στιγμιότυπο οθόνης των κατηγοριών του παιχνιδιού "Αναγνώριση εικόνων" .....   | 69 |

|  |    |
|--|----|
| Εικόνα 33. Στιγμιότυπο οθόνης της κατηγορίας αντικείμενα .....   | 69 |
| Εικόνα 34. Στιγμιότυπο οθόνης μετά την ολοκλήρωση μιας κατηγορίας λέξεων .....                           | 70 |
| Εικόνα 35. Στιγμιότυπο οθόνης των επιπέδων δυσκολίας του παιχνιδιού "Κατανόηση προτάσεων" .....          | 70 |
| Εικόνα 36. Στιγμιότυπο οθόνης του επιπέδου δυσκολίας 1 .....   | 71 |
| Εικόνα 37. Στιγμιότυπο οθόνης μετά την ολοκλήρωση ενός επιπέδου δυσκολίας.....                           | 71 |
| Εικόνα 38. Στιγμιότυπο της οθόνης ρυθμίσεων .....  | 72 |
| Εικόνα 39. Το κουμπί που επηρεάζει τη λειτουργία του ήχου με τις δύο πιθανές προτιμήσεις του χρήστη..... | 72 |
| Εικόνα 40. Στιγμιότυπο της οθόνης περιγραφής του παιχνιδιού "Brame" .....                                | 73 |
| Εικόνα 41. Στιγμιότυπο της οθόνης περιγραφής του παιχνιδιού "Brame" .....                                | 73 |
| Εικόνα 42. Στιγμιότυπο της οθόνης περιγραφής του παιχνιδιού "Brame" .....                                | 73 |
| Εικόνα 43. Ο κώδικας της κλάσης "AnswerButton" .....   | 76 |

## Ευρετήριο Πινάκων

|  |    |
|--|----|
| Πίνακας 1. Οι τύποι ασκήσεων της εφαρμογής Bern Aphasia App [22].....  | 36 |
| Πίνακας 2. Οι κατηγορίες παιχνιδιών της εφαρμογής Theraphasia [41] .....   | 50 |
| Πίνακας 3. Οι κατηγορίες και ο αριθμός ερωτήσεων της κάθε κατηγορίας του παιχνιδιού "Αναγνώριση εικόνων" .....           | 62 |
| Πίνακας 4. Οι τέσσερις πρώτες προτάσεις κάθε επιπέδου δυσκολίας που περιέχονται στο παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" ..... | 65 |





## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός σοβαρού παιχνιδιού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ασθενείς που έχουν βιώσει εγκεφαλικό επεισόδιο για την αντιμετώπιση των διαταραχών ομιλίας τους.

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια, τα οποία θα παρουσιαστούν συνοπτικά σε αυτήν την παράγραφο για την καλύτερη εποπτεία του αναγνώστη.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται μία εισαγωγή στις θεωρητικές έννοιες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη του παιχνιδιού μας. Αρχικά, παρουσιάζονται κάποια στοιχεία θεωρίας που αφορούν το εγκεφαλικό επεισόδιο και τους τύπους εγκεφαλικού επεισοδίου που υπάρχουν. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι συννοσηρότητες του εγκεφαλικού επεισοδίου και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην αφασία, που είναι το ιατρικό πρόβλημα που καλείται να αντιμετωπίσει το παιχνίδι που αναπτύξαμε.

Στο τρίτο κεφάλαιο, αναλύονται τα σοβαρά παιχνίδια που είναι διαθέσιμα για την αποκατάσταση της αφασίας. Αρχικά, γίνεται μία εισαγωγή στα σοβαρά παιχνίδια και στη συνεισφορά τους στη θεραπεία των ασθενών με αφασία. Στη συνέχεια, αναλύονται τα παιχνίδια που δημιουργήθηκαν για την αντιμετώπιση της αφασίας και οι παρεμβάσεις τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, περιγράφεται η σχεδίαση του παιχνιδιού "Brame" και η υλοποίησή του. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά το λειτουργικό σύστημα και οι συσκευές που επιλέχθηκαν για την ανάπτυξη του παιχνιδιού μας, καθώς και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίησή του. Ύστερα, αναλύεται η δομή του παιχνιδιού και περιγράφονται διεξοδικά όλα τα στοιχεία και οι οθόνες που περιέχει.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, εξάγονται τα σχετικά συμπεράσματα με βάση όλα τα προαναφερόμενα στοιχεία και προτείνονται τρόποι βελτίωσης και εξέλιξης του παιχνιδιού "Brame".

## **Κεφάλαιο 2: Το εγκεφαλικό επεισόδιο και οι νοσηρότητες που προκαλεί**

### **2.1 Εισαγωγή**

Το εγκεφαλικό επεισόδιο είναι μία από τις κύριες αιτίες θανάτου και αναπηρίας παγκοσμίως, με ιδιαίτερα μεγάλο αντίκτυπο στις αναπτυσσόμενες χώρες [1]. Παρόλο που τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η θνησιμότητα λόγω εγκεφαλικού επεισοδίου έχει μειωθεί, η παγκόσμια επιβάρυνση της υγείας έχει αυξηθεί σημαντικά. Η βελτίωση στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης, η γήρανση του πληθυσμού και η κυριαρχία των τροποποιήσιμων παραγόντων κινδύνου εγκεφαλικού επεισοδίου είναι οι κύριοι παράγοντες για τον αυξημένο αριθμό επιζώντων και ατόμων που προσβάλλονται από εγκεφαλικό επεισόδιο. Επιπλέον, τα ποσοστά εμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου στους νέους και τους μεσήλικες φαίνεται να έχουν αυξηθεί, πιθανώς λόγω των μεταβολικών παραγόντων κινδύνου, όπως είναι η παχυσαρκία και ο σακχαρώδης διαβήτης. Είναι λογικό, επομένως, η ασθένεια αυτή να μη θεωρείται πλέον ως νόσος των ηλικιωμένων, καθώς τα δύο τρίτα όλων των εγκεφαλικών επεισοδίων εμφανίζονται σε άτομα κάτω των 70 ετών [2].

### **2.2 Εγκεφαλικό επεισόδιο**

Ένα εγκεφαλικό επεισόδιο συμβαίνει όταν η παροχή αίματος σε ένα μέρος του εγκεφάλου διακόπτεται ή μειώνεται. Όταν συμβεί αυτό, ο εγκεφαλικός ιστός δε λαμβάνει αρκετό οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά και τα εγκεφαλικά κύτταρα αρχίζουν να πεθαίνουν [3]. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι εγκεφαλικού επεισοδίου, το αιμορραγικό και το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο. Η πλειοψηφία των εγκεφαλικών επεισοδίων, περίπου το 80%, είναι ισχαιμικά, αν και τα ποσοστά ποικίλουν μεταξύ των διαφόρων πληθυσμών [1]. Μερικοί άνθρωποι μπορεί να βιώσουν μόνο μία προσωρινή διακοπή της ροής του αίματος στον εγκέφαλο, που ονομάζεται παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο και δεν προκαλεί μόνιμες επιπτώσεις [3].

#### **2.2.1 Αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο**

Το αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο προκαλείται από την αιμορραγία ενός αιμοφόρου αγγείου που τροφοδοτεί τον εγκέφαλο. Είναι συνήθως πιο σοβαρό και συνδέεται με υψηλότερη πρόωρη θνησιμότητα. Το αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο οφείλεται πολύ συχνά στην υπέρταση [6]. Ένα αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο χαρακτηρίζεται είτε ως ενδοεγκεφαλική αιμορραγία είτε ως υπαραχνοειδής αιμορραγία [1].

##### **2.2.1.1 Ενδοεγκεφαλική αιμορραγία**

Η ενδοεγκεφαλική αιμορραγία προκαλείται συνήθως από ρήξη μικρών διεισδυτικών αρτηριών, λόγω υπερτασικών μεταβολών ή άλλων αγγειακών ανωμαλιών. Η ενδοεγκεφαλική αιμορραγία αντιπροσωπεύει περίπου το 10-20% όλων των εγκεφαλικών επεισοδίων. Στις ανεπτυγμένες χώρες, η συχνότητα εμφάνισης της υπερτασικής

ενδοεγκεφαλικής αιμορραγίας έχει μειωθεί, καθώς έχει βελτιωθεί ο έλεγχος της αρτηριακής πίεσης, ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες τα ποσοστά εμφάνισης είναι διπλάσια από τα ποσοστά εμφάνισης στις ανεπτυγμένες χώρες. Επίσης, η συχνότητα εμφάνισης της ενδοεγκεφαλικής αιμορραγίας αυξάνεται με την προχωρημένη ηλικία, ενώ για όλες τις ηλικίες, τα ετήσια ποσοστά εμφάνισης είναι μεγαλύτερα στους άντρες και τους Ασιάτες. Παρόλο που μερικά άτομα εμφανίζουν ενδοεγκεφαλική αιμορραγία κατά τη διάρκεια της άσκησης ή μιας ξαφνικής συναισθηματικής πίεσης, οι περισσότερες ενδοεγκεφαλικές αιμορραγίες εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της καθημερινής ρουτίνας. Τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα της ενδοεγκεφαλικής αιμορραγίας είναι ο πονοκέφαλος, η ναυτία και ο εμετός, ενώ το αποτέλεσμα της εξαρτάται από τον όγκο του αιματώματος, τη θέση και άλλους παράγοντες. Ωστόσο, σε σύγκριση με το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, η ενδοεγκεφαλική αιμορραγία οδηγεί σε υψηλότερη θνησιμότητα και σοβαρότερη αναπηρία [4].

### **2.2.1.2 Υπαραχνοειδής αιμορραγία**

Η υπαραχνοειδής αιμορραγία αντιπροσωπεύει το 5% όλων των εγκεφαλικών επεισοδίων. Η συχνότητα εμφάνισης της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας έχει μειωθεί, ενώ περίπου το 85% των περιστατικών είναι ανευρυσματικά και το 15% είναι μη ανευρυσματικά. Επίσης, η συχνότητα εμφάνισης της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας κορυφώνεται στις ηλικίες μεταξύ 50 και 60 ετών, ενώ αυτό το είδος εγκεφαλικού επεισοδίου εμφανίζεται πιο συχνά στις γυναίκες.

Τα κρανιακά ανευρύσματα είναι κακώσεις που αναπτύσσονται σε περιοχές των μεγάλων αρτηριών του κύκλου Willis [5]. Η ανευρυσματική υπαραχνοειδής αιμορραγία προκαλείται από τη ρήξη ενός ανευρύσματος και στη συνέχεια εισέρχεται αίμα στο χώρο μεταξύ της επιφάνειας του εγκεφάλου και του κρανίου. Μετά την αιμορραγία, τα αιμοφόρα αγγεία στον εγκέφαλο μπορεί να υποστούν σπασμούς, προκαλώντας βλάβη των εγκεφαλικών κυττάρων με περαιτέρω περιορισμό της ροής του αίματος [3]. Το βασικό σύμπτωμα της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας, που στις μισές περιπτώσεις είναι και το μοναδικό, είναι η ξαφνική εμφάνιση ενός πολύ έντονου πονοκεφάλου [5].

## **2.2.2 Ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο**

Το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο εμφανίζεται όταν οι αρτηρίες στον εγκέφαλο στενεύουν ή φράσσονται, προκαλώντας μείωση της ροής του αίματος [3]. Μέσα σε λίγες ώρες, οι ασθενείς συχνά έχουν μία κεντρική ζώνη από μη αναστρέψιμα κατεστραμμένο ιστό που προορίζεται να πεθάνει, που ονομάζεται πυρήνας του εγκεφαλικού επεισοδίου, και μία γύρω περιοχή κατεστραμμένου ιστού που μπορεί να ανανήψει με απότομη αποκατάσταση της εγκεφαλικής ροής αίματος [7]. Τα πιο συνηθισμένα ισχαιμικά εγκεφαλικά επεισόδια είναι τα θρομβωτικά και τα εμβολικά εγκεφαλικά επεισόδια [3].

### **2.2.2.1 Εμβολικό εγκεφαλικό επεισόδιο**

Το εμβολικό εγκεφαλικό επεισόδιο εμφανίζεται όταν θρόμβοι αίματος ή εμβολές σχηματισμένες από άλλα υλικά, όπως βακτήρια ή λίπος, ταξιδεύουν και κατακάθονται σε μία

αρτηρία και εμποδίζουν τη φυσιολογική ροή του αίματος σε μία περιοχή του εγκεφάλου. Αυτές οι εμβολές προέρχονται συνήθως από μία πηγή στην καρδία, την αορτή ή τα μεγάλα αιμοφόρα αγγεία. Το καρδιοεμβολικό εγκεφαλικό επεισόδιο είναι ο πιο κοινός τύπος εμβολικού εγκεφαλικού επεισοδίου και αντιπροσωπεύει το 14-30% όλων των ισχαιμικών εγκεφαλικών επεισοδίων. Ο κίνδυνος για το καρδιοεμβολικό εγκεφαλικό επεισόδιο αυξάνεται με αρκετές καρδιακές παθήσεις, συμπεριλαμβανομένης της κολπικής μαρμαρύγης, του εμφράγματος του μυοκαρδίου και της παρουσίας μηχανικών προσθετικών βαλβίδων [8].

### **2.2.2.2 Θρομβωτικό εγκεφαλικό επεισόδιο**

Τα θρομβωτικά εγκεφαλικά επεισόδια συμβαίνουν συνήθως νύχτα ή νωρίς το πρωί και προκαλούνται από θρόμβο που σχηματίζεται σε μία αρτηρία μέσα στο εγκέφαλο ή που οδηγεί στον εγκέφαλο, κυρίως ως αποτέλεσμα της αθηροσκλήρωσης [9]. Η αθηροσκλήρωση είναι μία χρόνια αρτηριακή νόσος, στην οποία οι λωρίδες από λίπος στα αρτηριακά τοιχώματα αναπτύσσονται βαθμιαία σε αθηρωματικές πλάκες. Η οξεία ρήξη αυτών των αθηρωματικών πλακών προκαλεί τοπική θρόμβωση, που οδηγεί σε μερική ή ολική απόφραξη της πληγείσας αρτηρίας. Οι κλινικές συνέπειες αυτών των πλακών εξαρτώνται από την τοποθεσία τους και την ταχύτητα απόφραξης του αγγείου. Η αθηροσκλήρωση είναι ο βασικός παθοφυσιολογικός μηχανισμός στην απόφραξη των μεσαίων και των μεγάλων αγγείων, ενώ μπορεί επίσης να ευθύνεται για ένα μεγάλο ποσοστό των ισχαιμικών εγκεφαλικών επεισοδίων με απροσδιόριστη αιτία [10].

### **2.2.3 Παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο**

Το παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο είναι μία προσωρινή περίοδος συμπτωμάτων παρόμοια με αυτά που προκαλεί ένα εγκεφαλικό επεισόδιο. Μία προσωρινή μείωση στην παροχή του αίματος σε μία περιοχή του εγκεφάλου προκαλεί ένα παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο, το οποίο διαρκεί μόνο πέντε λεπτά. Όπως το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, το παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο εμφανίζεται όταν ένας θρόμβος ή εμβολές εμποδίζουν τη ροή του αίματος σε ένα μέρος του νευρικού συστήματος, χωρίς όμως να προκαλέσει μόνιμη βλάβη ιστού και μόνιμα συμπτώματα [3].

## **2.3 Συννοσηρότητες του εγκεφαλικού επεισοδίου**

Ένα εγκεφαλικό επεισόδιο μπορεί πολλές φορές να προκαλέσει προσωρινή ή μόνιμη αναπηρία, ανάλογα με το χρονικό διάστημα που ο εγκέφαλος στερείται τη ροή αίματος και με ποιο μέρος του εγκεφάλου έχει επηρεαστεί [3]. Ωστόσο, η έκβαση του εγκεφαλικού επεισοδίου εξαρτάται επίσης από διάφορες περιστάσεις που μπορεί να συμβούν μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο, όπως οίδημα, αυξημένη ενδοκρανιακή πίεση ή λοιμώξεις, ενώ η έγκαιρη θεραπεία αυτών των επιπλοκών μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά βελτιωμένα αποτελέσματα.

Μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο πολλές φορές δημιουργείται φλεγμονή ή ενεργοποιείται η αναμόρφωση του ιστού, που επηρεάζουν τη νευροαγγειακή μονάδα σε δομικό και λειτουργικό επίπεδο. Τέτοιοι μηχανισμοί οδηγούν στην απώλεια της ακεραιότητας του

αιματοεγκεφαλικού φραγμού, αυξάνοντας τη διαπερατότητά του και επιτρέποντας τη διαρροή υγρών, με αποτέλεσμα το αγγειογενετικό οίδημα. Ακτινολογικά και κλινικά συμπτώματα του οιδήματος μπορεί να είναι φανερά από τις πρώτες ώρες μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο. Η εξέλιξη του οιδήματος δημιουργεί αυξημένη ενδοκρανιακή πίεση που οδηγεί σε έμφραγμα της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας και σε υψηλά ποσοστά αναπηρίας στους επιζώντες. Η αυξημένη ενδοκρανιακή πίεση έχει χαρακτηριστεί ως μία από τις σημαντικότερες επιπλοκές που συμβάλλουν στον κίνδυνο ενδοανοσοκομειακής θνησιμότητας.

Μία άλλη σημαντική επιπλοκή που μπορεί να προκαλέσει το εγκεφαλικό επεισόδιο είναι η επιληψία, ενώ αποτελεί την πρώτη αιτία επιληψίας στους ηλικιωμένους. Η συχνότητα εμφάνισης εκτιμάται περίπου στο 8.9% των περιστατικών και είναι συχνότερη μετά από ένα αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο. Η επιληψία μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο σχετίζεται με υψηλότερη θνησιμότητα, μεγαλύτερη νοσηλεία και μεγαλύτερη αναπηρία, ενώ τα αντιεπιληπτικά φάρμακα δεν ενδείκνυνται σε ασθενείς που έχουν προσβληθεί από εγκεφαλικό επεισόδιο.

Η λοίμωξη σε ασθενείς που έχουν προσβληθεί από εγκεφαλικό επεισόδιο είναι μία από τις σημαντικότερες επιπλοκές μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι πιο σημαντικές λοιμώξεις είναι οι λοιμώξεις του ουροποιητικού συστήματος και η πνευμονία, ενώ αποτελούν τα δύο τρίτα του συνόλου των λοιμώξεων. Η σημασία της πνευμονίας μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο οφείλεται στο γεγονός ότι της αντιστοιχεί το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτου στα ισχαιμικά εγκεφαλικά επεισόδια, αντιπροσωπεύοντας το ένα τρίτο όλων των θανάτων. Αρκετοί παράγοντες έχουν συσχετιστεί με την ανάπτυξη λοιμώξεων μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο, όπως είναι η προχωρημένη ηλικία, η σοβαρότητα του εγκεφαλικού επεισοδίου και η δυσφαγία.

Επίσης, η επανεμφάνιση του εγκεφαλικού επεισοδίου έχει σαφώς αρνητικές επιπτώσεις στην αναπηρία και τη θνησιμότητα. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος επανεμφάνισης του εγκεφαλικού επεισοδίου είναι εντός των πρώτων 90 ημερών, ενώ σχεδόν το 50% των επαναλαμβανόμενων εγκεφαλικών επεισοδίων συμβαίνει εντός των πρώτων 14 ημερών. Το είδος του εγκεφαλικού επεισοδίου και το προηγούμενο ιστορικό παροδικού ισχαιμικού επεισοδίου ή άλλου εγκεφαλικού επεισοδίου είναι οι κυριότεροι παράγοντες πρόβλεψης της επανεμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου [11].

Μία άλλη συχνή επιπλοκή μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο είναι η παράλυση ή η απώλεια μυϊκής κίνησης, που μπορεί να περιλαμβάνει παράλυση στη μία πλευρά του σώματος ή απώλεια ελέγχου ορισμένων μυών, όπως εκείνων που βρίσκονται στη μία πλευρά του προσώπου ή στον ένα βραχίονα. Επιπλέον, το εγκεφαλικό επεισόδιο μπορεί να επηρεάσει τον έλεγχο των μυών στο στόμα και το λαιμό, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο για τον ασθενή να μιλήσει καθαρά ή να καταπιεί. Τα φαινόμενα αυτά λέγονται δυσαρθρία και δυσφαγία αντίστοιχα [3]. Η παράλυση των άκρων, η δυσφαγία ή η ακινησία μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη λοιμώξεων, ενώ επίσης προδιαθέτουν σε πτώσεις του ασθενή και σε κατάγματα που μπορεί να απαιτούν χειρουργικές παρεμβάσεις. Τα κατάγματα του ισχίου είναι συνηθισμένες επιπλοκές στους ηλικιωμένους επιζώντες εγκεφαλικού επεισοδίου

και συνδέονται με υψηλή νοσηρότητα και θνησιμότητα. Αυτά τα κατάγματα θα μπορούσαν να συνδέονται και με τη σαρκοπενία, καθώς το εγκεφαλικό επεισόδιο οδηγεί σε ένα συνδυασμό μυϊκών ανωμαλιών, όπως είναι η απονεύρωση, η αχρηστία, η αναδιαμόρφωση και η σπαστικότητα, με αποτέλεσμα τη μυϊκή ατροφία. Έχει βρεθεί ότι οι δομικές αλλαγές στον μυϊκό ιστό αρχίζουν ήδη από τις 4 ώρες μετά την εγκεφαλική βλάβη, ενώ μέσα στην πρώτη εβδομάδα μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο η μυϊκή αδυναμία αναπτύσσεται όχι μόνο στο παραλυμένο άκρο αλλά και στο αντίθετό του.

Μερικές από τις επιπλοκές συνδέονται με την ποιότητα ζωής, όπως είναι ο πόνος που είναι αρκετά συνηθισμένος μετά από ένα εγκεφαλικό επεισόδιο. Εμφανίζεται περίπου στο ένα τρίτο των ασθενών εντός των πρώτων μηνών μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο και μπορεί να προέρχεται από διαφορετικούς παράγοντες, όπως από μία αφύσικη στάση του σώματος, από το βάδισμα ή από την επιδείνωση προϋπάρχων επώδυνων καταστάσεων, [11] ενώ οι ασθενείς μπορεί επίσης να είναι ευαίσθητοι στις μεταβολές της θερμοκρασίας, και ιδιαίτερα στο κρύο [3].

Η κόπωση και η κατάθλιψη έχουν αναφερθεί ως συχνές συνυπάρχουσες καταστάσεις που έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της ποιότητας της ζωής των ασθενών που έχουν προσβληθεί από εγκεφαλικό επεισόδιο. Η εμφάνιση της κόπωσης μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο έχει παρατηρηθεί στο 60% των περιπτώσεων και σχετίζεται με την κατάθλιψη και την αναπηρία. Η συχνότητα εμφάνισης της κατάθλιψης μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο έχει εκτιμηθεί περίπου στο 30% των περιπτώσεων, ενώ μερικοί παράγοντες κινδύνου για την ανάπτυξη της κατάθλιψης είναι το γυναικείο φύλο, η νεαρή ηλικία και η σοβαρή αναπηρία. Η κατάθλιψη στους 3 μήνες μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο έχει συσχετιστεί με αυξημένη θνησιμότητα, αναπηρία, άγχος και χαμηλή ποιότητα ζωής μέχρι και 5 χρόνια.

Τέλος, το εγκεφαλικό επεισόδιο είναι μία από τις κύριες αιτίες την γνωστικής εξασθένησης, που μπορεί να κυμαίνεται από ήπια γνωστικά ελλείμματα έως καθιερωμένη άνοια [11]. Οι ασθενείς μπορεί να εμφανίσουν μερική απώλεια μνήμης, δυσκολία στη σκέψη και δυσκολία στην κατανόηση εννοιών [3]. Η γνωστική εξασθένηση εμφανίζεται περίπου στο ένα τρίτο των περιπτώσεων και σχετίζεται με την αυξημένη ηλικία, τη σοβαρότητα του εγκεφαλικού επεισοδίου, τον καρδιακό ρυθμό και την παρουσία εγκεφαλικής ατροφίας στη νευροαπεικόνιση [11]. Οι ασθενείς μπορεί επίσης να δυσκολεύονται με τη γλώσσα, συμπεριλαμβανομένης της ομιλίας, της κατανόησης του λόγου, της ανάγνωσης και της γραφής, ενώ το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αφασία [3].

#### **2.4 Παράγοντες που αυξάνουν τον κίνδυνο του εγκεφαλικού επεισοδίου**

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που αυξάνουν τον κίνδυνο του εγκεφαλικού επεισοδίου, συμπεριλαμβανομένων των τροποποιήσιμων και των μη τροποποιήσιμων παραγόντων κινδύνου. Επιπλέον, οι παράγοντες κινδύνου για το αιμορραγικό και το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο είναι παρόμοιοι, αλλά υπάρχουν μερικές διαφορές, όπως επίσης υπάρχουν διαφορές στους παράγοντες κινδύνου μεταξύ των υποκατηγοριών του ισχαιμικού

εγκεφαλικού επεισοδίου. Μερικοί σημαντικοί παράγοντες κινδύνου είναι η υπέρταση, ο σακχαρώδης διαβήτης και το κάπνισμα.

Οι μη τροποποιήσιμοι παράγοντες κινδύνου για το εγκεφαλικό επεισόδιο περιλαμβάνουν την ηλικία, το φύλο, τη φυλετική εθνικότητα και την κληρονομικότητα. Η συχνότητα εμφάνισης του εγκεφαλικού επεισοδίου αυξάνεται με την ηλικία, ενώ για κάθε δεκαετία μετά την ηλικία των 55 χρονών διπλασιάζεται. Στο αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο η συχνότητα εμφάνισης αυξάνεται μετά την ηλικία των 45 χρονών. Όσον αφορά το φύλο, σε νεαρή ηλικία, οι γυναίκες έχουν τον ίδιο ή μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου σε σχέση με τους άντρες, ενώ σε μεγαλύτερες ηλικίες ο κίνδυνος είναι ελαφρώς υψηλότερος για τους άντρες. Ο υψηλότερος κίνδυνος εγκεφαλικού επεισοδίου στις γυναίκες σε νεαρή ηλικία πιθανότατα αντικατοπτρίζει τους κινδύνους που σχετίζονται με την εγκυμοσύνη, την κατάσταση μετά τον τοκετό, καθώς και άλλους ορμονικούς παράγοντες. Συνολικά, περισσότερα εγκεφαλικά επεισόδια εμφανίζονται στις γυναίκες, λόγω της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής τους σε σχέση με τους άντρες. Επιπλέον, η μαύρη φυλή έχει διπλάσιο κίνδυνο εμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου σε σχέση με τη λευκή φυλή, καθώς και μεγαλύτερη θνησιμότητα λόγω εγκεφαλικού επεισοδίου, ενώ οι Ισπανόφωνοι και οι Αμερικανοί Ινδοί έχουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου σε σύγκριση με τους μη-Ισπανόφωνους λευκούς.

Η υπέρταση είναι ο σημαντικότερος τροποποιήσιμος παράγοντας κινδύνου για το εγκεφαλικό επεισόδιο, ενώ η επίδραση της πίεσης του αίματος είναι μεγαλύτερη για το αιμορραγικό από το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο. Ακόμη και για τα άτομα που δε χαρακτηρίζονται ως υπερτασικοί, όσο υψηλότερη είναι η αρτηριακή πίεση, τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος εγκεφαλικού επεισοδίου. Η αρτηριακή πίεση αυξάνεται με την αύξηση της ηλικίας, αυξάνοντας συνεπώς τον κίνδυνο για την ανάπτυξη υπέρτασης, ενώ μελέτες έχουν δείξει ότι η μεταβλητότητα στις μετρήσεις της αρτηριακής πίεσης σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου.

Ο σακχαρώδης διαβήτης είναι ένας ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για το εγκεφαλικό επεισόδιο, ενώ το εγκεφαλικό επεισόδιο ευθύνεται για το 20% των θανάτων σε διαβητικούς. Οι διαβητικοί ασθενείς που εμφανίζουν εγκεφαλικό επεισόδιο τείνουν να είναι νεότεροι, ενώ η αύξηση του σακχαρώδη διαβήτη μπορεί να ευθύνεται για την αύξηση του κινδύνου εγκεφαλικού επεισοδίου στους νεότερους πληθυσμούς [1]. Επίσης, ο σακχαρώδης διαβήτης είναι περισσότερο συνδεδεμένος με το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο παρά με το αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο [12].

Ένας άλλος σημαντικός τροποποιήσιμος παράγοντας κινδύνου για το εγκεφαλικό επεισόδιο είναι η σωματική αδράνεια. Οι άνθρωποι που είναι σωματικά δραστήριοι έχουν μικρότερο κίνδυνο να προσβληθούν από εγκεφαλικό επεισόδιο, ενώ η σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και εγκεφαλικού επεισοδίου μπορεί να οφείλεται στη μείωση της αρτηριακής πίεσης, τη μείωση του σακχαρώδη διαβήτη και τη μείωση του σωματικού βάρους [1]. Από την άλλη πλευρά, οι θέσεις εργασίας που απαιτούν εργασία σε όρθια θέση ή με έντονη σωματική δραστηριότητα αυξάνουν σημαντικά τον κίνδυνο για παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο και για εγκεφαλικό επεισόδιο, επιδεικνύοντας την ανάγκη για

ισορροπημένη σωματική δραστηριότητα για την αποτελεσματική πρόληψη του εγκεφαλικού επεισοδίου [12].

Επιπλέον, η διατροφή επηρεάζει σημαντικά τον κίνδυνο για εγκεφαλικό επεισόδιο, καθώς και τον κίνδυνο άλλων παραγόντων κινδύνου για εγκεφαλικό επεισόδιο, όπως είναι ο σακχαρώδης διαβήτης, η υπέρταση και η δυσλιπιδαιμία [1]. Μία μεσογειακή διατροφή, ή μία δίαιτα υψηλή σε φρούτα, λαχανικά, ψάρια, όσπρια, προϊόντα ολικής άλεσης και γαλακτοκομικά προϊόντα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, μειώνει τη χοληστερόλη και την αρτηριακή πίεση, καθώς και τον κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου. Έχει αποδειχθεί ότι μία μερίδα καφέ μειώνει τον κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου κατά 10%, ενώ οι καθημερινές μερίδες σόδας αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου [13]. Επίσης, η πρόσληψη αλατιού συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο υπέρτασης και εγκεφαλικού επεισοδίου, ενώ η αυξημένη πρόληψη καλίου συνδέεται με μειωμένο κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου.

Η παχυσαρκία αποτελεί έναν ακόμη τροποποιήσιμο παράγοντα κινδύνου για το εγκεφαλικό επεισόδιο, καθώς σχετίζεται με την υπέρταση και τον σακχαρώδη διαβήτη. Επίσης, η αυξημένη κοιλιακή λιπαρότητα, που μετράται από το λόγο περιφέρειας της μέσης προς το ισχίο, [1] έχει συσχετιστεί με τον αυξημένο κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι κίνδυνο για εγκεφαλικό επεισόδιο διατρέχουν και τα υπέρβαρα και τα λιποβαρή άτομα με βάση το δείκτη μάζας σώματος, [12] που αποτελεί το σύνηθες μέσω μέτρησης της παχυσαρκίας [1].

Το κάπνισμα παραμένει ένας βασικός παράγοντας κινδύνου για το εγκεφαλικό επεισόδιο, ενώ οι τωρινοί καπνιστές διατρέχουν το διπλάσιο κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου [1][13]. Εκτιμάται ότι το κάπνισμα συμβάλλει περίπου στο 15% όλων των θανάτων από εγκεφαλικό επεισόδιο. Η διακοπή του καπνίσματος μειώνει γρήγορα τον κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου, με το μεγαλύτερο μέρος του κινδύνου να εξαφανίζεται 2 έως 4 χρόνια μετά τη διακοπή [1]. Το παθητικό κάπνισμα έχει αναγνωρισθεί ως ένας ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για το εγκεφαλικό επεισόδιο, με τον κίνδυνο να αυξάνεται κατά 30% για όσους έχουν εκτεθεί σε παθητικό κάπνισμα έναντι εκείνων που δεν έχουν εκτεθεί [1][13]. Επιπλέον, η κατάχρηση παράνομων ουσιών, συμπεριλαμβανομένης της κοκαΐνης, της ηρωΐνης, των αμφεταμινών και της έκστασης, συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο ισχαιμικού και αιμορραγικού εγκεφαλικού επεισοδίου [1][12].

Η υψηλή κατανάλωση αλκοόλ έχει σαφώς συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο για εγκεφαλικό επεισόδιο. Η τακτική υπερβολική πρόσληψη αλκοόλ αυξάνει τον κίνδυνο οξείας κοιλιακής καρδιακής αρρυθμίας και κολπικής μαρμαρυγής, αυξάνει την αρτηριακή πίεση και ενεργοποιεί τα αιμοπετάλια, τα οποία ατομικά και συνεργικά προδιαθέτουν σε ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, [12] ενώ ακόμα και μικρές ποσότητες αλκοόλ φαίνεται πως αυξάνουν τον κίνδυνο αιμορραγικού εγκεφαλικού επεισοδίου [1]. Επίσης, η υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ σχετίζεται με την αύξηση των εγκεφαλικών επεισοδίων σε νεαρή ηλικία.

Τέλος, η ακανόνιστη διάρκεια ύπνου έχει συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο για εγκεφαλικό επεισόδιο. Σε σύγκριση με την 7 ωρών διάρκεια ύπνου, κάθε ώρα μείωσης ή αύξησης της διάρκειας του ύπνου ενισχύει τον κίνδυνο θνησιμότητας λόγω εγκεφαλικού



επεισοδίου, ενώ αυτός ο κίνδυνος είναι ιδιαίτερα εμφανής σε άτομα νεαρής ηλικίας. Επίσης, αν και σπάνια, ορισμένες διαταραχές ύπνου, όπως είναι η αποφρακτική υπνική άπνοια, έχουν συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου [12].

## **2.5 Αφασία**

Η αφασία επηρεάζει περίπου το ένα τρίτο των επιζώντων από εγκεφαλικό επεισόδιο, ενώ επηρεάζει διαφορετικούς τομείς της γλώσσας συμπεριλαμβανομένης της κατανόησης της προφορικής γλώσσας, της ανάγνωσης, της γραφής και της ομιλίας σε διάφορους βαθμούς [14]. Η αφασία όχι μόνο εμποδίζει τις θεμελιώδεις γλωσσικές ικανότητες του ατόμου, αλλά οδηγεί επίσης σε οικονομική πίεση και μειώνει την κοινωνική συμμετοχή, την ανεξαρτησία και τη συνολική ποιότητα ζωής. Η αφασία αναπτύσσεται από βλάβες στις μετωπιαίες, κροταφικές και βρεγματικές περιοχές του εγκεφάλου συνήθως στο αριστερό ημισφαίριο. Οι μηχανισμοί με τους οποίους ο εγκέφαλος επιδιορθώνεται επιτυχώς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό όχι μόνο από την περιοχή και το μέγεθος της βλάβης, αλλά και από την αρχική ηλικία, το φύλο, το επίπεδο εκπαίδευσης και τα περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως η οικογενειακή υποστήριξη. Αυτοί οι πολυπαραγοντικοί δείκτες εξηγούν τα συχνά παρατηρούμενα ετερογενή μοντέλα ατομικής ανάκαμψης από την αφασία [15].

### **2.5.1 Τύποι αφασίας**

Τα άτομα με αφασία μπορεί να παρουσιάσουν στοιχεία βλάβης σε οποιοδήποτε ή σε όλα τα γλωσσικά συστήματα, που κυμαίνονται από σχεδόν πλήρη ανικανότητα επικοινωνίας χρησιμοποιώντας τον κώδικα ομιλίας, αλλά με διατηρημένη την ικανότητα επικοινωνίας μέσω χειρονομιών, εκφράσεων του προσώπου και παντομίμας, έως μία ήπια και ελάχιστα αντιληπτή εξασθένηση της γλώσσας. Υπάρχει μία ομάδα ξεχωριστών συνδρόμων αφασίας που έχουν υψηλή συσχέτιση με τη θέση των ανατομικών βλαβών, αλλά δεν είναι πάντα δυνατόν να ταξινομηθούν οι ασθενείς σύμφωνα με αυτά τα σύνδρομα. Ο προσδιορισμός του συνδρόμου της αφασίας που ταιριάζει καλύτερα στον ασθενή εξαρτάται κυρίως από την αναγνώριση των χαρακτηριστικών της παραγωγής ομιλίας σε συνδυασμό με την ευχέρεια στη γλώσσα. Η ομιλία που είναι διστακτική, αμήχανη, με διακοπές και που παράγεται με δυσκολία αναφέρεται ως αφασία με μη ρέοντα λόγο, ενώ η ομιλία που παράγεται με ευκολία αρθρώσεως, με κανονικό ρυθμό, με διατηρημένη ροή και μελωδία αλλά που δεν είναι συνοχής, αναφέρεται ως αφασία με ρέοντα λόγο. Η κρίση της ευχέρειας προκύπτει συνήθως από εκτεταμένη συνομιλία με τον ασθενή.

#### **2.5.1.1 Αφασία με ρέοντα λόγο**

Η αφασία με ρέοντα λόγο χαρακτηρίζεται από ευχερή ομιλία που παράγεται με κανονικό ρυθμό και μελωδία, συνοδευόμενη από μειωμένη ακουστική κατανόηση. Συνδέεται συνήθως με βλάβη του οπίσθιου τμήματος του κροταφικού λοβού του κυρίαρχου ημισφαιρίου του εγκεφάλου [16]. Η λειτουργία της γλώσσας βρίσκεται στο αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο σχεδόν σε όλους τους δεξιόχειρες ανθρώπους και στο 60% των αριστερόχειρων ατόμων,

άρα το κυρίαρχο ημισφαίριο είναι συνήθως το αριστερό [17]. Όταν η αφασία με ρέοντα λόγο είναι σοβαρή, το άτομο μπορεί να υποκαταστήσει ήχους και λέξεις με τέτοια συχνότητα ώστε ο λόγος να καταστεί άνευ σημασίας. Μερικοί ασθενείς παράγουν λέξεις χωρίς νόημα, που αναφέρονται ως νεολογισμοί, ενώ τείνουν να έχουν μεγαλύτερη δυσκολία στην ανάκτηση των ουσιαστικών τμημάτων του λόγου, δηλαδή ουσιαστικά και ρήματα. Επίσης παρουσιάζουν μειωμένη αντίληψη και συνήθως δεν εμφανίζουν παράλυση ή αδυναμία του δεξιού βραχίονα και ποδιού.

Η πιο συνηθισμένη αφασία με ρέοντα λόγο είναι η αφασία τύπου Wernicke, που χαρακτηρίζεται από ομαλό και αρθρωτό λόγο με αντικαταστάσεις λέξεων και συνοδεύεται από μειωμένη ακουστική κατανόηση. Τα άτομα με την αφασία τύπου Wernicke χρησιμοποιούν σύνθετες μορφές ρημάτων και μιλάνε με ρυθμό γρηγορότερο από το κανονικό [16]. Οι ασθενείς με αφασία τύπου Wernicke έχουν μειωμένη κατανόηση της ομιλίας τους και έτσι δεν αναγνωρίζουν τα σφάλματα που κάνουν. Επίσης, η ανάγνωση περιλαμβάνει την κατανόηση γραπτών λέξεων και έτσι η ικανότητα ανάγνωσης είναι συχνά εξασθενημένη, ενώ τα προβλήματα στις ικανότητες υπολογισμού και γραφής εξαρτώνται από το μέγεθος και τη θέση της βλάβης. Η πιο συνηθισμένη αιτία της αφασίας τύπου Wernicke είναι ένα ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο που επηρεάζει τον οπίσθιο κροταφικό λοβό του κυρίαρχου ημισφαιρίου [17].

Ένας άλλος σημαντικός τύπος αφασίας είναι η ανομική αφασία, που το κύριο χαρακτηριστικό της είναι η δυσκολία στην ανάκτηση λέξεων με την παρουσία ομαλής, αρθρωμένης και γραμματικά ορθής παραγωγής λόγου και άθικτης ακουστικής κατανόησης. Η ανομική αφασία είναι συχνά η πιο ήπια μορφή αφασίας και μερικές φορές αποτελεί το τελικό στάδιο θεραπείας άλλων μορφών αφασίας.

### **2.5.1.2 Αφασία με μη ρέοντα λόγο**

Η αφασία με μη ρέοντα λόγο χαρακτηρίζεται από περιορισμένο λεξιλόγιο, αργή και διστακτική παραγωγή λόγου, αμήχανη άρθρωση και περιορισμένη χρήση της γραμματικής με σχεδόν κανονική ακουστική κατανόηση. Η αφασία με μη ρέοντα λόγο συνδέεται συνήθως με υψηλό βαθμό έλλειψης αντίληψης και με μειωμένη κινητική λειτουργία στη δεξιά πλευρά του σώματος [16].

Ο πιο συνηθισμένος τύπος αφασίας με μη ρέοντα λόγο είναι η αφασία τύπου Broca και οφείλεται συνήθως σε βλάβη του μετωπιαίου λοβού του κυρίαρχου ημισφαιρίου του εγκεφάλου λόγω θρόμβου ή εμβολών στη μεσαία παρεγκεφαλιδική αρτηρία ή στην εσωτερική καρωτιδική αρτηρία. Το αποτέλεσμα είναι να υπάρχει βλάβη μεταξύ των σκέψεων και των γλωσσικών ικανοτήτων του ασθενή και συνεπώς οι ασθενείς συχνά αισθάνονται ότι ξέρουν τι θέλουν να πουν, αλλά δεν μπορούν να παράγουν τις αντίστοιχες λέξεις. Αυτό επηρεάζει τη φυσιολογική ευχέρεια της ομιλίας, ενώ υπάρχει απώλεια κανονικής γραμματικής δομής και συγκεκριμένα υπάρχει απουσία συζεύξεων και προθέσεων. Παρά όμως αυτές τις δυσλειτουργίες, οι λέξεις που παράγονται είναι συχνά κατανοητές και σωστές από πλευράς συμφραζομένων, ενώ η κατανόηση της προφορικής γλώσσας είναι συνήθως άθικτη. Επίσης, οι ασθενείς με αφασία τύπου Broca είναι πιθανό να μπορούν να διαβάσουν,

αλλά η ικανότητα γραφής τους είναι συνήθως περιορισμένη. Επιπλέον, ένα μεγάλο μέρος των ασθενών είναι συχνά πολύ αναστατωμένοι για τη δυσκολία επικοινωνίας τους και εμφανίζουν κατάθλιψη [18].

### **2.5.1.3 Ολική αφασία**

Η ολική αφασία είναι ο πιο σοβαρός τύπος αφασίας και χαρακτηρίζεται από γλωσσικές δυσκολίες σε όλους τους τρόπους επικοινωνίας, καθιστώντας τη συμμετοχή του ασθενή σε λεκτικές αλληλεπιδράσεις πολύ περιοριστική. Άτομα που εκδηλώνουν ολική αφασία είναι συχνά σε θέση να παράγουν αυτόματο λόγο, όπως είναι το μέτρημα αριθμών στη σειρά, η απαγγελία των ημερών της εβδομάδας, η απαγγελία προσευχών, το τραγούδι τραγουδιών και η χρήση κοινών καθημερινών χαιρετισμών. Η ολική αφασία συνδέεται συνήθως με εκτεταμένη εγκεφαλική βλάβη, συχνά και στα δύο ημισφαίρια [16].

### **2.5.2 Θεραπεία της αφασίας**

Η λογοθεραπεία αποτελεί τη βασική θεραπεία για την αφασία. Είναι γενικώς αποδεκτό ότι η λογοθεραπεία βελτιώνει τη γλώσσα και τη λειτουργική επικοινωνία, και συγκεκριμένα η πιο εντατική θεραπεία για σύντομο χρονικό διάστημα είναι πιο αποτελεσματική από τη λιγότερο εντατική θεραπεία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η λογοθεραπεία βελτιώνει τις γλωσσικές δεξιότητες σε άτομα με όλες τις βαρύτητες της αφασίας και σε όλα τα στάδια μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο, αλλά πολλά άτομα παραμένουν με γλωσσικά ελλείμματα. Επιπλέον, έρευνες έχουν δείξει ότι οι ασθενείς με αφασία χρειάζονται περίπου 100 ώρες λογοθεραπείας για να βελτιώσουν τη λειτουργική τους επικοινωνία, αλλά η πλειοψηφία των ασθενών δε λαμβάνουν το σωστό τύπο ή τη σωστή δόση θεραπείας για τα γλωσσικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν. Σε άτομα με ήπια ή μέτρια αφασία, το 70% της μέγιστης δυνατής ανάκαμψης επιτυγχάνεται σε 3 μήνες μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο και η ανάκαμψη είναι ταχύτερη εκείνη την περίοδο. Στη συνέχεια, η ανάκαμψη σταδιακά μειώνεται στην υποξεία (3 - 6 μήνες) και στη χρόνια (>6 μήνες) φάση της αφασίας. Επομένως, ο συγχρονισμός της χορήγησης λογοθεραπείας μπορεί να έχει κρίσιμες επιπτώσεις στην ανάκαμψη του ασθενή [15].

Οι προσεγγίσεις θεραπείας για την ανάκτηση μεμονωμένων λέξεων συχνά υποδιαιρούνται σε φωνολογικές και σημασιολογικές θεραπείες. Οι φωνολογικές θεραπείες μπορεί να χρησιμοποιούν επαναλήψεις λέξεων, φωνητικά ή ορθογραφικά (μία ολόκληρη γραμμένη λέξη ή ένα γράμμα) ερεθίσματα. Οι τεχνικές σημασιολογικής θεραπείας συνήθως επικεντρώνονται στην αντιστοίχιση λέξεων με εικόνα ή στην περιγραφή των ιδιοτήτων μιας λέξης-στόχου, όπως για παράδειγμα που χρησιμοποιείται. Τα ερεθίσματα και οι περιγραφές μπορούν να παρασχεθούν από τον θεραπευτή για να προωθήσουν την ανάκτηση λέξεων ή το άτομο μπορεί να ενθαρρυνθεί να βρίσκει μόνο του ερεθίσματα. Τα ερεθίσματα παρουσιάζονται συχνά σε μία ιεραρχία δυσκολίας μέχρι ο συμμετέχων να ανακτήσει τη λέξη με επιτυχία, αρχίζοντας με ένα άφωνο ερέθισμα και καταλήγοντας στην παρουσίαση ολόκληρης της λέξης που είναι να επαναληφθεί. Η ανάκτηση λέξεων γίνεται κατά τη διάρκεια συνεδριών θεραπείας πρόσωπο με πρόσωπο με έναν λογοθεραπευτή που χρησιμοποιεί

επιτραπέζια ή χάρτινα υλικά θεραπείας και εξειδικευμένα προγράμματα θεραπείας με ηλεκτρονικό υπολογιστή ή εφαρμογές . Κοινή σε όλες τις τεχνικές θεραπείας είναι η χρήση εικόνων και γραπτών λέξεων ή γραμμάτων ως ερεθίσματα για την ανάκτηση λέξεων.

Οι λογοθεραπευτές παρέχουν θεραπεία με σκοπό να έχει κάποιο αντίκτυπο στην καθημερινή επικοινωνία του ατόμου. Αυτό προϋποθέτει γενίκευση των βελτιώσεων στην ανάκτηση λέξεων που παρατηρείται στη θεραπεία. Η γενίκευση περιλαμβάνει δύο βασικές ιδέες. Η πρώτη είναι ότι οι λέξεις που μαθαίνονται στη θεραπεία να χρησιμοποιούνται σε καθημερινές λειτουργικές επικοινωνιακές καταστάσεις και ότι μετά από τη θεραπεία η επικοινωνία βελτιώνεται. Η δεύτερη ιδέα της γενίκευσης είναι ότι η βελτίωση της ανάκτησης λέξεων που παρατηρείται για τις λέξεις που περιλαμβάνονται στη θεραπεία να παρατηρείται επίσης για τις λέξεις που δεν περιλαμβάνονται στη θεραπεία. Είναι ιδιαίτερα σημαντική η χρήση λειτουργικά σχετικών λέξεων στη θεραπεία για άτομα με αφασία για τα οποία η θεραπεία δεν οδηγεί σε γενικευμένη ανάκτηση λέξεων. Ωστόσο, η προετοιμασία ενός συνόλου από εικόνες για κάθε άτομο είναι χρονοβόρα διαδικασία και γι' αυτό συχνά οι λογοθεραπευτές βασίζονται σε έτοιμες κάρτες ή βιβλιοθήκες εικόνων σε προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών ή σε εφαρμογές. Προκειμένου αυτές οι έτοιμες πηγές εικόνων να είναι χρήσιμες για τους λογοθεραπευτές, πρέπει να περιέχουν εικόνες από λέξεις που τα άτομα με αφασία αναγνωρίζουν ότι έχουν προσωπική σημασία για να τις μάθουν. Σύμφωνα με έρευνα όπου ζητήθηκε από 100 ασθενείς με αφασία να ονομάσουν, με τη βοήθεια εικόνων και λογοθεραπευτών, 100 λέξεις που είναι χρήσιμες για εκείνους, οι κατηγορίες στις οποίες άνηκαν οι περισσότερες λέξεις που διάλεξαν οι ασθενείς είναι : φαγητά και ποτά, φύση και κηπουρική, που περιλαμβάνει κυρίως ζώα, φυτά και εργαλεία κηπουρικής, διασκέδαση, που περιλαμβάνει κυρίως αθλήματα, μουσική, ταινίες και τέχνη, άνθρωποι, που περιέχει γνωστές προσωπικότητες, σπίτι, που περιλαμβάνει κυρίως έπιπλα, δωμάτια και δουλειές του σπιτιού, ρούχα και ταξίδια, που περιέχει οχήματα και μέρη. Άλλες κατηγορίες ήταν ρήματα, συναισθήματα, καιρός, περιγραφικοί όροι, όπως χρώματα και σχήματα, χρήματα και αριθμοί, χρόνος και τεχνολογία [14].

## **Κεφάλαιο 3: Τα σοβαρά παιχνίδια που είναι διαθέσιμα για την αποκατάσταση της αφασίας**

### **3.1 Εισαγωγή**

Τα σοβαρά παιχνίδια είναι η χρήση παιχνιδιών σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ή σε φορητή συσκευή χωρίς ο κύριος σκοπός να είναι η ψυχαγωγία. Αντιθέτως, τα σοβαρά παιχνίδια εστιάζουν στην εκπαίδευση των χρηστών σε ένα τομέα ή στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους. Μέσω της συμμετοχής σε ένα παιχνίδι και της ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων και των επιπέδων του παιχνιδιού, ο χρήστης μπορεί να εκπαιδεύσει συγκεκριμένες δεξιότητες, να λάβει σημαντικές πληροφορίες και να εκτελέσει ενέργειες, ανάλογα με τον σκοπό του παιχνιδιού, οι οποίες δε γίνονται αντιληπτές, όπως είναι οι επαναλαμβανόμενες ασκήσεις αποκατάστασης. Συνεπώς, τα σοβαρά παιχνίδια προσφέρουν ενεργή μάθηση και επανεκπαίδευση σε ελεγχόμενα εικονικά περιβάλλοντα, διατηρώντας ταυτόχρονα το ενδιαφέρον των ασθενών και λαμβάνοντας υπόψη τα κίνητρα, τους στόχους και τις δυνατότητες τους.

Δεν υπάρχουν περιορισμοί στην ανάπτυξη σοβαρών παιχνιδιών, καθώς μπορεί να είναι οποιοδήποτε κατάλληλου είδους, να χρησιμοποιούν οποιαδήποτε τεχνολογία ή να αναπτυχθούν σε οποιαδήποτε πλατφόρμα. Τα σοβαρά παιχνίδια μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα ευρύ φάσμα τομέων, όπως είναι η εκπαίδευση, η στρατιωτική εκπαίδευση, το μάρκετινγκ και η πολιτική. Επίσης, η εξέλιξη της τεχνολογίας προσφέρει τη δυνατότητα ανάπτυξης σοβαρών παιχνιδιών που συνδυάζουν τα ψηφιακά περιβάλλοντα με στοιχεία του πραγματικού κόσμου. Αυτός ο συνδυασμός μπορεί να συνεισφέρει στην ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών παιχνιδιών, ως βοηθητικών μέσων για τη διάγνωση και την παρακολούθηση της θεραπείας στον τομέα που χρειάζεται αποκατάσταση. Ωστόσο, καθώς τα σοβαρά παιχνίδια εξαρτώνται ουσιαστικά από την αποδοχή των χρηστών, θα πρέπει να ανταποκρίνονται στις ειδικές ανάγκες και στις επιθυμίες των χρηστών, προκειμένου να ενταχθούν στην καθημερινή τους ζωή [19].

Η χρήση των υπολογιστών για τη θεραπεία της αφασίας έχει εξερευνηθεί από τις αρχές της δεκαετίας του 1980, λόγω της σημασίας της υπέρβασης των περιορισμών που προκύπτουν στην παροχή υπηρεσιών αποκατάστασης [20]. Τα προγράμματα υπολογιστών που αναπτύσσονται για τη θεραπεία της αφασίας παρέχουν ασκήσεις που μπορούν να διεξαχθούν σε τακτική βάση, με στόχο τη βελτίωση του προσωπικού λεξιλογίου και την κάλυψη των επικοινωνιακών αναγκών των ασθενών. Αυτά τα λογισμικά έχουν αναφερθεί ότι είναι χρήσιμα στην παροχή εντατικής και ανεξάρτητης γλωσσικής εξάσκησης, ενώ υπάρχουν όλο και περισσότερα στοιχεία που δείχνουν ότι η χρήση τέτοιων λογισμικών μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση σε τομείς της γλώσσας, συμπεριλαμβανομένης της ανάγνωσης, της γραφής και της εκφραστικής γλώσσας [21]. Επίσης, η δυνατότητα θεραπείας πρόσωπο με πρόσωπο στις κλινικές είναι περιορισμένη, καθώς απαιτεί επαρκή αριθμό εξειδικευμένων λογοθεραπευτών και είναι αρκετά δαπανηρή. Επομένως, οι εφαρμογές που παρέχουν

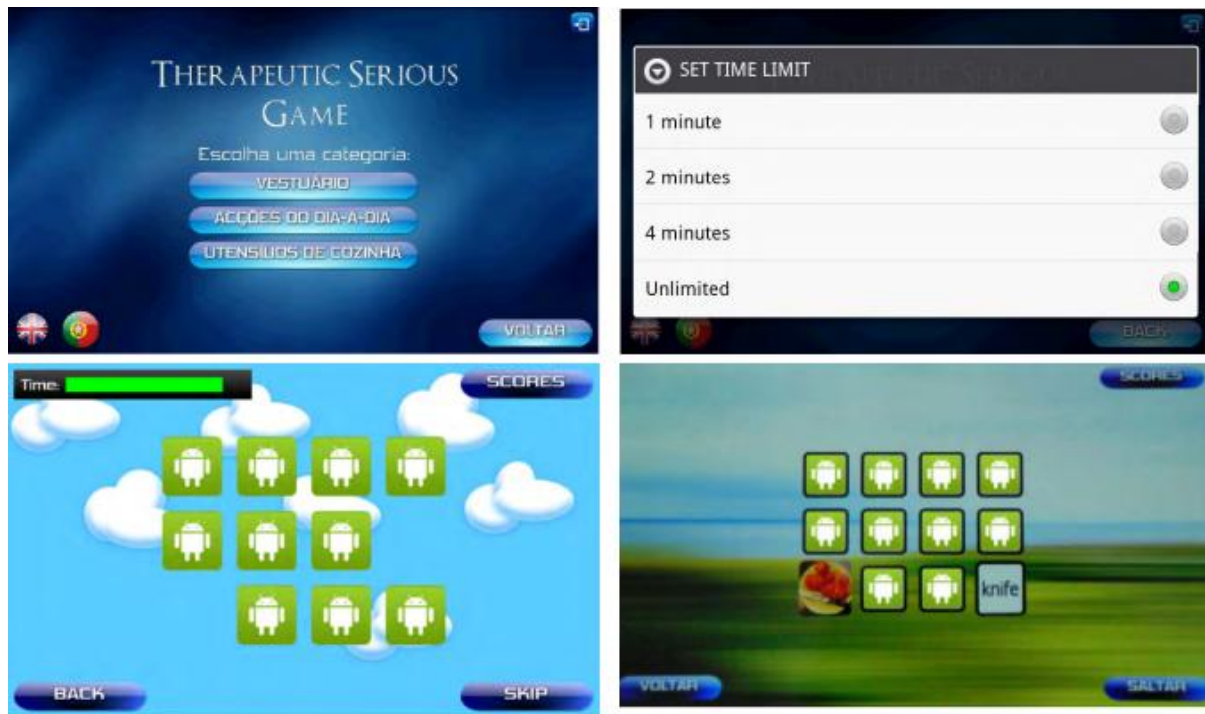
θεραπεία σε ασθενείς με αφασία αυξάνονται, καθώς μειώνουν τον φόρτο των λογοθεραπευτών, ενώ παράλληλα διατηρούν και ενισχύουν τη θεραπεία [22] και είναι χαμηλού κόστους [21]. Συγκεκριμένα, η χρήση των tablet έχει ανοίξει νέες πόρτες στη θεραπεία της αφασίας, καθώς είναι πιο διαισθητικά στη χρήση και εξαιρετικά εύκολα στη μεταφορά. Επιπλέον, οι εφαρμογές τήλε-αποκατάστασης επιτρέπουν στους λογοθεραπευτές να παρέχουν απομακρυσμένη υποστήριξη και ανατροφοδότηση [22]. Παρακάτω, αναφέρονται αναλυτικά κάποια προγράμματα και κάποιες εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί για την αποκατάσταση της αφασίας.

### **3.2 AftheraGame**

Το AftheraGame είναι ένα σοβαρό παιχνίδι που προορίζεται για ασθενείς με αφασία και που σχεδιάστηκε για tablet με λειτουργικό σύστημα Android προσαρτημένο σε αναπηρική καρέκλα, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και χωρίς την αναπηρική καρέκλα. Ο σκοπός αυτού του παιχνιδιού είναι ο χρήστης να κάνει τη συσχέτιση μεταξύ εικόνων και κειμένου μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό όριο, ενώ επιτρέπει τη βελτίωση της προσοχής, της μνήμης, της ταχύτητας και της αποτελεσματικότητας της επεξεργασίας των ακουστικών και των οπτικών πληροφοριών. Επίσης, το AftheraGame συνδυάζει στοιχεία από παιχνίδια μνήμης και από παιχνίδια τύπου mahjong.

Το πρωτότυπο του παιχνιδιού αποτελείται κυρίως από δύο οθόνες: μία αρχική οθόνη όπου υπάρχει ένα μενού επιλογών και μία άλλη οθόνη όπου είναι ουσιαστικά το παιχνίδι. Στην αρχική οθόνη, ο χρήστης μπορεί να διαλέξει να ξεκινήσει ένα νέο παιχνίδι, να δει τα πρώτα δέκα υψηλότερα σκορ που έχει κάνει ή να χρησιμοποιήσει τις ρυθμίσεις του παιχνιδιού. Είναι δυνατή η επιλογή μεταξύ αγγλικής και πορτογαλικής γλώσσας για το παιχνίδι. Εάν ο χρήστης αποφασίσει να ξεκινήσει ένα νέο παιχνίδι, εμφανίζεται ένα νέο μενού που επιτρέπει την επιλογή μιας προκαθορισμένης κατηγορίας εικόνων για να χρησιμοποιηθεί στο παιχνίδι. Οι προκαθορισμένες κατηγορίες είναι: ένδυση, μαγειρικά σκεύη και καθημερινές ενέργειες. Στο μενού ρυθμίσεων ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει να προσθέσει μία νέα κατηγορία με εικόνες, να επεξεργαστεί μία υπάρχουσα κατηγορία ή να ορίσει το χρονικό όριο για το παιχνίδι.

Στην οθόνη του παιχνιδιού, αρχικά, όλα τα κομμάτια ξεκινούν ανάποδα και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μόνο τα κομμάτια των συνόρων για να τα αναστρέψει. Εάν ο χρήστης γυρίσει δύο κομμάτια με τις ίδιες λέξεις-κλειδιά τότε αυτά απομακρύνονται από το παιχνίδι, διαφορετικά επιστρέφουν στην αρχική τους θέση. Ο χρήστης πρέπει να ταιριάζει το μέγιστο αριθμό τεμαχίων μέσα στο χρονικό όριο, που βρίσκεται στην πάνω αριστερή γωνία της οθόνης, και του ανατίθεται πάντοτε ένα σκορ μόλις τελειώσει το παιχνίδι. Το σκορ μπορεί να αποθηκευτεί στο tablet αν το επιθυμεί ο χρήστης, ενώ κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ο χρήστης μπορεί να δει τα αποθηκευμένα σκορ ή να παραλείψει ένα βήμα στο παιχνίδι, εξαλείφοντας ένα ζευγάρι που ταιριάζει [19].



Εικόνα 1. Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής AftheraGame [19]

### 3.3 VITHEA

Το VITHEA είναι ένα on-line σύστημα για τη θεραπεία της αφασίας. Αποτελείται από μία διαδικτυακή πλατφόρμα που επιτρέπει στους λογοθεραπευτές να δημιουργούν εύκολα ασκήσεις που μπορούν αργότερα να προσεγγιστούν από ασθενείς με αφασία με τη χρήση ενός προγράμματος περιήγησης. Συγκεκριμένα, το σύστημα VITHEA εστιάζει στην ανάκτηση της ικανότητας ονομασίας λέξεων στους ασθενείς με αφασία. Τα προβλήματα της ικανότητας ονομασίας λέξεων συνήθως αντιμετωπίζονται με σημασιολογικές ασκήσεις όπως είναι η ονομασία αντικειμένων ή η ονομασία ενεργειών. Η προσέγγιση που ακολουθείται συνήθως είναι να υποβληθεί ο ασθενής σε ένα σύνολο ασκήσεων που περιλαμβάνουν ένα σύνολο ερεθισμάτων. Τα ερεθίσματα διαλέγονται με βάση το σημασιολογικό περιεχόμενο τους και ο ασθενής καλείται να ονομάσει το θέμα που του παρουσιάστηκε. Το σύστημα VITHEA έχει σχεδιαστεί για να παρέχει αυτό το είδος ασκήσεων σε ασθενείς με αφασία που μιλάνε την πορτογαλική γλώσσα.

Κατά τη διάρκεια της εξάσκησης του ασθενή, ο ρόλος του λογοθεραπευτή εκτελείται από έναν εικονικό λογοθεραπευτή που παρουσιάζει τις ασκήσεις και επικυρώνει τις απαντήσεις των ασθενών. Αρχικά, ο εικονικός λογοθεραπευτής δείχνει στον ασθενή μία σειρά οπτικών ή ακουστικών ερεθισμάτων. Τότε ο ασθενής καλείται να απαντήσει προφορικά σε αυτά τα ερεθίσματα ονομάζοντας το αντικείμενο ή την ενέργεια που παρουσιάζεται. Η παραγόμενη φράση καταγράφεται, κωδικοποιείται και αποστέλλεται μέσω δικτύου στον διακομιστή. Στη συνέχεια, ο διακομιστής λαμβάνει το αρχείο ήχου και το επεξεργάζεται με μία μονάδα ASR, η οποία παράγει μία αναπαράσταση κειμένου. Αυτό το αποτέλεσμα στη συνέχεια συγκρίνεται με ένα σύνολο προκαθορισμένων απαντήσεων προκειμένου να επαληθευτεί η ορθότητα της απάντησης του ασθενή. Τέλος, η ανατροφοδότηση αποστέλλεται πίσω στον ασθενή. Η

πλατφόρμα προορίζεται να χρησιμεύει όχι μόνο ως μία εναλλακτική λύση θεραπείας, αλλά κυρίως ως συμπλήρωμα στις συμβατικές λογοθεραπευτικές συνεδρίες, επιτρέποντας την εντατική και φθηνή θεραπεία στους ασθενείς, εκτός από την παροχή στους λογοθεραπευτές ενός εργαλείου για την αξιολόγηση και την παρακολούθηση των ασθενών τους.

Με βάση την κοινή θεραπευτική προσέγγιση για τη θεραπεία της δυσκολίας ανάκλησης λέξεων, μία άσκηση αποτελείται από διάφορα σημασιολογικά ερεθίσματα. Τα ερεθίσματα μπορεί να είναι διαφόρων τύπων, όπως κείμενο, ήχος, εικόνα και βίντεο, και ταξινομούνται σε κατηγορίες, προκειμένου να δοθεί στον χρήστη ένα ρεαλιστικό και οικείο περιβάλλον. Όπως και στις συνήθεις λογοθεραπευτικές συνεδρίες, μόλις ο ασθενής καταγραφεί στο σύστημα, ο εικονικός λογοθεραπευτής τον καθοδηγεί στην πραγματοποίηση των εκπαιδευτικών συνεδριών, παρέχοντας μία λίστα με τις πιθανές ασκήσεις που πρέπει να εκτελεστούν. Όταν ο ασθενής επιλέξει να ξεκινήσει μία άσκηση, το σύστημα παρουσιάζει ερεθίσματα, ένα τη φορά και με τυχαίο τρόπο, και ο ασθενής καλείται να απαντήσει σε κάθε ερέθισμα προφορικά. Μετά την αξιολόγηση της απάντησης του χρήστη από το σύστημα, ο ασθενής μπορεί να ακούσει ξανά την απάντηση του και στην περίπτωση μη έγκυρης απάντησης μπορεί να καταγράψει καινούρια απάντηση ή να μεταβεί στην επόμενη άσκηση. Επίσης, η διεπαφή του χρήστη έχει σχεδιαστεί για να μεγιστοποιεί την απλότητα και την προσβασιμότητα, ενώ χρησιμοποιούνται μεγάλα εικονίδια, καθώς οι χρήστες είναι κυρίως ηλικιωμένοι.

Όσον αφορά τη διεπαφή του λογοθεραπευτή, ο λογοθεραπευτής μπορεί να επεξεργαστεί τα δεδομένα των ασθενών, όπως είναι τα προσωπικά δεδομένα, ο τύπος της αφασίας και η σοβαρότητα της αφασίας των ασθενών. Επίσης, ο λογοθεραπευτής μπορεί να δημιουργεί, να αναβαθμίζει και να διαγράφει τα ερεθίσματα μιας άσκησης, ενώ διαχειρίζεται τη λίστα λέξεων που λαμβάνει ως έγκυρες το σύστημα. Επιπλέον, ο λογοθεραπευτής μπορεί να παρακολουθεί την πρόοδο του χρήστη και τη συχνότητα χρήσης του συστήματος, καθώς και να έχει πρόσβαση στις καταγραφόμενες φράσεις που παράγει ο ασθενής. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της πλατφόρμας και του αντίκτυπού της στην πρόοδο των ασθενών, καθώς και για τον εντοπισμό πιθανών αδυναμιών ή σφαλμάτων του συστήματος [20].





Εικόνα 2. Στιγμιότυπα οθόνης της διεπαφής χρήσης του συστήματος VITHEA [20]

### 3.4 StepByStep

Το StepByStep είναι ένα πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή που περιλαμβάνει μία βιβλιοθήκη με πάνω από 13000 γλωσσικές ασκήσεις. Στο πρόγραμμα μπορούν να προστεθούν φωτογραφίες για την εξάσκηση προσωπικών λέξεων, ενώ κάθε άσκηση ακολουθεί προοδευτικά βήματα στην ανάκληση λέξεων, ξεκινώντας από την ακρόαση λέξεων, συνεχίζοντας με την παραγωγή λέξεων με οπτικά, σημασιολογικά, ακουστικά ή γραπτά ερεθίσματα και καταλήγοντας στη χρήση των λέξεων σε προτάσεις [21]. Το StepByStep περιλαμβάνει πέντε τύπους ασκήσεων. Ο πρώτος τύπος ασκήσεων είναι η λεκτική παραγωγή από τους χρήστες των λέξεων που απεικονίζονται σε εικόνες με τη βοήθεια οπτικών ερεθισμάτων. Ο δεύτερος τύπος ασκήσεων είναι ταίριασμα λέξεων, όπου οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις μπορεί να είναι οποιοσδήποτε συνδυασμός από εικόνες, γραπτές λέξεις και ηχογραφημένες λέξεις. Η τρίτη κατηγορία ασκήσεων αφορά την ορθογραφία μιας λέξης και περιλαμβάνει ασκήσεις όπως είναι η εύρεση του πρώτου γράμματος της λέξης, ο αναγραμματισμός και η γραφή ολόκληρης της λέξης με βάση μία εικόνα ή μία ηχογράφηση. Η τέταρτη κατηγορία περιλαμβάνει ασκήσεις μνήμης, όπου ο χρήστης πρέπει να πει τα ονόματα των εικόνων που εμφανίζονται στην οθόνη, ενώ στην πιο δύσκολη εκδοχή της άσκησης οι εικόνες εξαφανίζονται. Ο τελευταίος τύπος ασκήσεων είναι η επανάληψη λέξεων, που προορίζεται για χρήστες που δυσκολεύονται να προφέρουν μία λέξη βγάζοντας τους σωστούς ήχους [23].

Πραγματοποιήθηκαν δύο έρευνες με τη χρήση του StepByStep. Στην πρώτη έρευνα συμμετείχαν 34 άτομα με αφασία που έκαναν τη συνήθη θεραπεία, από τα οποία τα 17 εξασκήθηκαν επίσης με το πρόγραμμα ηλεκτρονικής θεραπείας με τη βοήθεια εθελοντή για τουλάχιστον 20 λεπτά, τρεις φορές τη βδομάδα. Η περίοδος θεραπείας κράτησε πέντε μήνες και ακολουθήθηκε από μία τρίμηνη περίοδο χωρίς καθόλου εξάσκηση για τη διερεύνηση της συντήρησης της θεραπείας. Η έρευνα έδειξε ότι η ομάδα των συμμετεχόντων που εξασκήθηκε με το StepByStep βελτίωσε την ικανότητα ονομασίας σημαντικά περισσότερο

από τους υπόλοιπους συμμετέχοντες μετά τους πέντε μήνες θεραπείας, με τάση προς διατήρηση του αποτελέσματος της θεραπείας τρεις μήνες μετά το τέλος της θεραπείας. Ωστόσο, οι συμμετέχοντες που μπορούσαν να ονομάσουν μόνο το 10% των λέξεων στην αρχή της θεραπείας δεν παρουσίασαν βελτίωση, ενώ ορισμένες θεραπείες πρόσωπο με πρόσωπο έχουν οδηγήσει σε βελτιώσεις σε άτομα με σοβαρή αφασία. Συνολικά, η έρευνα δείχνει ότι η αυτό-διαχειριζόμενη θεραπεία για τη συνεχή βελτίωση της αφασίας με τη χρήση λογισμικού ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι εφικτή όταν συνδυαστεί με έναν λογοθεραπευτή, για να προσαρμόσει τις ασκήσεις με βάση τις ανάγκες του ασθενή, και έναν εθελοντή, που προσφέρει συνεχή υποστήριξη με τη χρήση των υπολογιστών [21].

Η δεύτερη έρευνα ήταν προέκταση της πρώτης και συμμετείχαν 278 άτομα με αφασία. Οι ασθενείς λάμβαναν όλοι τη συνήθη θεραπεία και χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες. Στην πρώτη ομάδα συμμετείχαν 101 άτομα, τα οποία λάμβαναν μόνο τη συνήθη θεραπεία. Στη δεύτερη ομάδα συμμετείχαν 97 άτομα, που εξασκούσαν επιπλέον σε ασκήσεις εύρεσης λέξεων σε υπολογιστή στο σπίτι, με τη χρήση του StepByStep, ενώ οι ασκήσεις προσαρμόστηκαν στις ανάγκες κάθε ατόμου ξεχωριστά από έναν εξειδικευμένο λογοθεραπευτή με εμπειρία στους ασθενείς που έχουν προσβληθεί από εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι συμμετέχοντες είχαν τη βοήθεια εθελοντών υπό την επίβλεψη του λογοθεραπευτή. Στην τρίτη ομάδα συμμετείχαν 80 άτομα, που κλήθηκαν να ολοκληρώσουν δραστηριότητες από ένα βιβλίο με γρίφους, όπως για παράδειγμα είναι το sudoku, ο εντοπισμός διαφορών σε εικόνες, η αναζήτηση λέξεων κτλ., σε καθημερινή βάση και λάμβαναν τηλεφωνικές κλήσης υποστήριξης από την ερευνητική ομάδα μία φορά τον μήνα. Ο τύπος και η δυσκολία του βιβλίου με γρίφους καθορίστηκε από τον λογοθεραπευτή και η ερευνητική ομάδα έστελνε νέα βιβλία κάθε μήνα. Η περίοδος θεραπείας κράτησε 6 μήνες και ακολουθήθηκε από δύο επιπλέον αξιολογήσεις στους 9 και στους 12 μήνες, από την έναρξη της θεραπείας, για τη διερεύνηση της συντήρησης της θεραπείας. Η έρευνα έδειξε ότι η ομάδα που εξασκήθηκε με το StepByStep παρουσίασε τη μεγαλύτερη βελτίωση, ενώ η ομάδα που λάμβανε μόνο τη συνήθη θεραπεία είχε τη λιγότερη βελτίωση. Επίσης, η βελτίωση διατηρήθηκε και στις επόμενες δύο αξιολογήσεις. Τέλος, η έρευνα έδειξε ότι η χρονική περίοδος μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο δε σχετίζεται με την ικανότητα βελτίωσης και συνεπώς οι άνθρωποι μπορούν να συνεχίσουν να μαθαίνουν νέες λέξεις ακόμα και πολύ καιρό μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο [24].



**Εικόνα 3.** Στιγμιότυπα οθόνης από τους τέσσερις πρώτους τύπους ασκήσεων του προγράμματος StepByStep (αποκόμματα από βίντεο) [23]

### 3.5 Bern Aphasia App

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο της Βέρνης μαζί με τον λογοθεραπευτή του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου της Βέρνης. Το σύστημα περιλαμβάνει τη διεπαφή ασθενούς που επιτρέπει στον ασθενή να εξασκείται σύμφωνα με το σχέδιο θεραπείας και τη διεπαφή θεραπευτή που επιτρέπει στον λογοθεραπευτή να αναθέτει νέες ασκήσεις στον ασθενή, να δημιουργεί νέους λογαριασμούς ασθενών και να εποπτεύει την πρόοδο του ασθενούς. Οι διεπαφές ασθενούς και θεραπευτή τρέχουν σε tablet (iPad) προγραμματισμένες σε Object-C. Το σύστημα επίσης περιλαμβάνει μία ιστοσελίδα για την δημιουργία νέων ασκήσεων ανεξάρτητα της εφαρμογής, μία βάση δεδομένων NoSQL για την αποθήκευση των δεδομένων του ασθενούς και των ασκήσεων και ένα BLOB (Binary Large Objects storage) για την αποθήκευση όλων των εικόνων και των βίντεο των ασκήσεων.

Στόχος αυτής της εφαρμογής είναι να επιτρέπει στους ασθενείς με αφασία να εκπαιδεύονται στο σπίτι, να επιτρέπει στους λογοθεραπευτές να αναθέτουν εξ αποστάσεως ασκήσεις στους ασθενείς με έναν εύκολο και χρονικά αποδοτικό τρόπο και να παρακολουθεί την πρόοδο των ασθενών. Με τη βοήθεια λογοθεραπευτών καθορίστηκαν 10 διαφορετικοί τύποι ασκήσεων που ικανοποιούν όλες τις γλωσσικές λειτουργίες. Η εφαρμογή περιέχει περισσότερες από 30.000 ασκήσεις στα γερμανικά, ενώ νέες ασκήσεις μπορούν να προστεθούν μέσω της αντίστοιχης ιστοσελίδας. Με βάση το ευρύ φάσμα των διαταραχών των γλωσσικών λειτουργιών, η δυσκολία μιας άσκησης διαφέρει μεταξύ των ασθενών και, ως αποτέλεσμα, η κατηγοριοποίηση σε ένα μέτρο δυσκολίας δεν είναι δυνατή και πρέπει να προσαρμοστεί μεμονωμένα. Αρχικά ο λογοθεραπευτής δημιουργεί έναν λογαριασμό για τον ασθενή. Ανάλογα με τον τύπο και τη σοβαρότητα της γλωσσικής δυσλειτουργίας, ο λογοθεραπευτής αναθέτει κατηγορίες με τις αντίστοιχες ασκήσεις στον ασθενή. Οι ασκήσεις

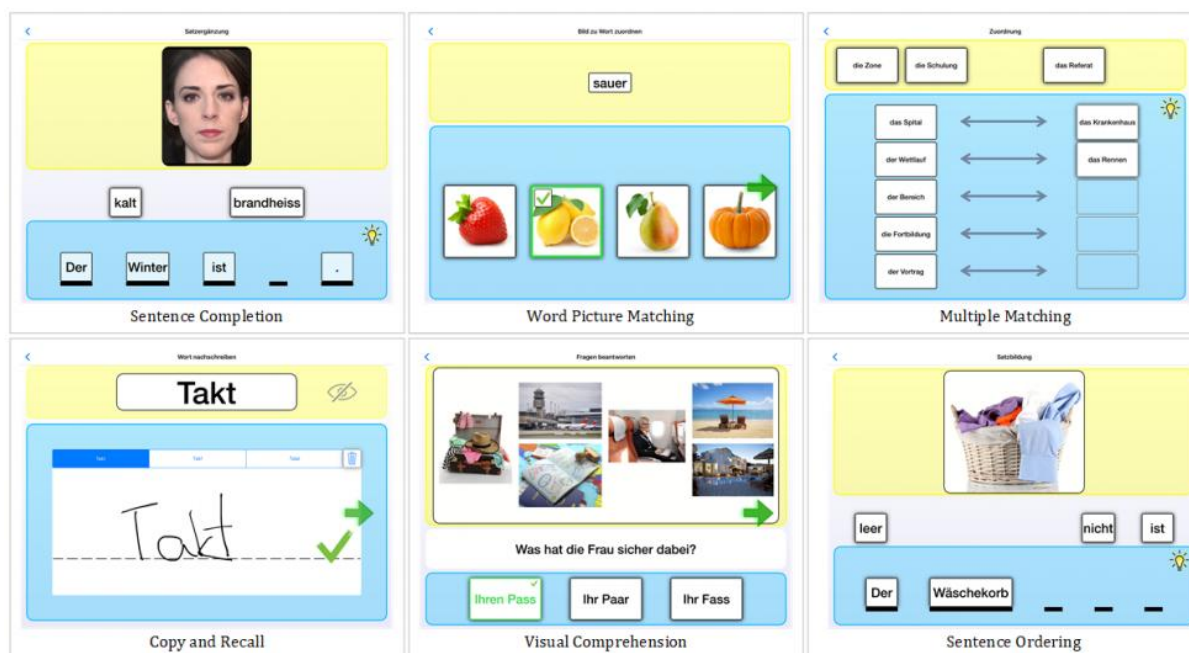
φορτώνονται αυτόματα στο tablet του ασθενή και κάθε φορά που ο ασθενής εξασκείται τα αποτελέσματα αποστέλλονται στη βάση δεδομένων του ασθενούς. Τα αποτελέσματα σχετικά με την ορθότητα της απάντησης στέλνονται αυτόματα μετά την ολοκλήρωση της άσκησης. Παράλληλα, ο λογοθεραπευτής μπορεί να αλλάξει τους τύπους των ασκήσεων εξ αποστάσεως, ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενούς, ενώ μπορεί και να παρακολουθεί την πρόοδο του ασθενούς σε πραγματικό χρόνο. Ακολουθεί ένας πίνακας με τις ασκήσεις που περιλαμβάνονται στην εφαρμογή.

**Πίνακας 1. Οι τύποι ασκήσεων της εφαρμογής Bern Aphasia App [22]**

| <b>Κατηγορία</b> | <b>Τύπος άσκησης</b>              | <b>Περιγραφή</b>   |
|------------------|-----------------------------------|--|
| Αντιστοίχιση     | Αντιστοίχιση μιας εικόνας με λέξη | Επιλογή της σωστής λέξης   |
|                  | Αντιστοίχιση μιας λέξης με εικόνα | Επιλογή της σωστής εικόνας   |
|                  | Πολλαπλή αντιστοίχιση             | Αντιστοίχιση εικόνας με λέξη, αντιστοίχιση εικόνας με εικόνα, αντιστοίχιση λέξης με λέξη   |
| Εισαγωγή         | Ολοκλήρωση λέξεων                 | Επιλογή του σωστού γράμματος και εισαγωγή του στη σωστή θέση της λέξης   |
|                  | Ολοκλήρωση προτάσεων              | Επιλογή της σωστής λέξης και εισαγωγή της στη σωστή θέση της πρότασης  |
| Ταξινόμηση       | Αναγραμματισμός                   | Τοποθέτηση των γραμμάτων στη σωστή σειρά για τη δημιουργία λέξης   |
|                  | Ταξινόμηση λέξεων                 | Τοποθέτηση των λέξεων στη σωστή σειρά για τη δημιουργία πρότασης   |
| Μίμηση           | Επανάληψη λέξεων                  | Επανάληψη της λέξης που έχει ηχογραφηθεί από λογοθεραπευτή   |
| Γραφή            | Αντιγραφή και ανάκληση            | Αντιγραφή και ανάκληση των λέξεων που παρουσιάζονται πληκτρολογώντας ή γράφοντας   |
| Κατανόηση        | Απάντηση σε ερώτηση               | Επιλογή της σωστής απάντησης σε ερώτηση που αφορά μία ηχογραφημένη πληροφορία, μία οπτικοακουστική πληροφορία, μία γραπτή πληροφορία ή μία πληροφορία βασισμένη σε εικόνες |

Στην έρευνα που διεξάχθηκε, συμμετείχαν 15 ασθενείς με αφασία, με μέτρια έως σοβαρή αφασία, και 11 λογοθεραπευτές. Η χρησιμότητα της εφαρμογής αξιολογήθηκε από τους ασθενείς ως εξαιρετική, ενώ η εκπαίδευση μέσω της εφαρμογής αξιολογήθηκε ως ευχάριστη, γεγονός που δείχνει ότι το εξατομικευμένο περιεχόμενο και η δυσκολία των ασκήσεων μπορούν να προσαρμοστούν από του λογοθεραπευτές στις ανάγκες των

ασθενών. Η ελαφρώς αυξημένη πίεση και ένταση που ένιωθαν οι ασθενείς δείχνει ότι οι ασκήσεις ήταν προκλητικές και δεν προκαλούσαν αγανάκτηση. Η χρησιμότητα για τη διεπαφή θεραπευτή βαθμολογήθηκε χαμηλότερα από τη διεπαφή ασθενούς, αλλά θεωρήθηκε καλή. Συνολικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο σχεδιασμός της διεπαφής ασθενούς είναι σαφής και συνεπής και επομένως προσφέρει τη δυνατότητα ανεξάρτητης εκπαίδευσης [22].



Εικόνα 4. Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής Bern Aphasia App [22]

### 3.6 Cognitive Assessment for Aphasia App

Το Cognitive Assessment for Aphasia App (C3A) σχεδιάστηκε για να τρέχει σε ένα Android Samsung Galaxy NotePro tablet και σχεδιάστηκε με τη χρήση του Unity game engine (έκδοση 4.6). Το tablet επιλέχθηκε με βάση το μειωμένο κόστος και την εύκολη φορητότητα, ενώ η χρήση οθόνης αφής θεωρήθηκε ευκολότερη για πλοήγηση και εφικτή για χρήστες με παράλυση σε άνω άκρο. Επίσης, το μέγεθος του tablet (12 ίντσες) επιλέχθηκε με σκοπό τη μεγαλύτερη οπτική απεικόνιση και τη διευκόλυνση στην όραση.

Το C3A σχεδιάστηκε για να ανιχνεύει γνωστικές διαταραχές, με στόχο να περιλαμβάνει ασκήσεις που είναι εφικτό να ολοκληρωθούν από άτομα με σοβαρές γνωστικές διαταραχές και που περιέχουν κάποια περίπλοκα στοιχεία για την ανίχνευση ήπιων γνωστικών διαταραχών. Χωρίζεται σε τέσσερις ξεχωριστές ασκήσεις: απλή άσκηση χρόνου αντίδρασης για την αξιολόγηση της ψυχοκινητικής ταχύτητας, άσκηση οπτικής αναζήτησης για την αξιολόγηση της αμέλειας και της προσοχής, άσκηση εκτέλεσης μιας σειράς από εντολές για την αξιολόγηση της οπτικής μνήμης και άσκηση για την αξιολόγηση της εκτελεστικής λειτουργίας. Οι στόχοι των τριών πρώτων ασκήσεων είναι να καταγραφούν συγκεκριμένες μετρήσεις και να εξοικειωθούν οι χρήστες με το tablet και την πλοήγηση σε αυτό. Η τέταρτη άσκηση είναι ένα διαδραστικό παιχνίδι σε μία κουζίνα, όπου οι χρήστες εφαρμόζουν τις

ικανότητες πλοήγησης που έμαθαν για να φτιάξουν ένα φλιτζάνι τσάι και να βάλουν ένα γλυκό σε ένα πιάτο. Οι οδηγίες για τις ασκήσεις είναι σύντομες και απλές, ενώ η κατανόηση των ασκήσεων υποστηρίζεται περαιτέρω από μία οπτική επίδειξη. Επίσης, χρησιμοποιείται μία ποικιλία από ακουστικές και οπτικές τεχνικές σε κάθε άσκηση για τη διευκόλυνση της μάθησης.

Η πρώτη άσκηση έχει ως σκοπό την εκτίμηση των βλαβών της ταχύτητας γνωστικής επεξεργασίας και της προσοχής στους επιζώντες εγκεφαλικού επεισοδίου, καθώς και την εξοικείωση των χρηστών με μία οθόνη αφής και τη μείωση του άγχους για τα άτομα χωρίς εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικού υπολογιστή ή tablet. Οι χρήστες πρέπει να αγγίξουν το χαρτοκιβώτιο γάλακτος στο κέντρο της οθόνης όσο πιο γρήγορα μπορούν, ενώ άμα η προσπάθεια είναι επιτυχημένη ακούγεται ένας ήχος "κλικ". Η άσκηση περιέχει 5 δοκιμές για εξάσκηση και 15 που αξιολογούνται.

Η δεύτερη άσκηση έχει ως σκοπό την ανίχνευση προβλημάτων στην οπτική αντίληψη που σχετίζεται με την αναγνώριση των αντικειμένων με βάση τη μορφή, το σχήμα και το χρώμα τους, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάγνωση γνωστικών ελλειμμάτων. Η άσκηση περιλαμβάνει έναν πίνακα τέσσερα επί τέσσερα που περιέχει τέσσερα αντικείμενα στόχους, που είναι τα χαρτοκιβώτια γάλακτος, με άλλα τρία είδη σημασιολογικά και οπτικά σχετιζόμενων αντικειμένων. Οι χρήστες πρέπει να επιλέξουν όλα τα χαρτοκιβώτια γάλακτος, ενώ υπάρχει ακουστική και οπτική ανατροφοδότηση κατά την επιλογή σωστής απάντησης. Αν οι χρήστες δεν είναι σε θέση να αναγνωρίσουν όλα τα χαρτοκιβώτια γάλακτος μέσα σε 12 δευτερόλεπτα, τότε ένας νέος πίνακας εμφανίζεται. Η άσκηση περιέχει 5 δοκιμές για εξάσκηση και 10 που αξιολογούνται.

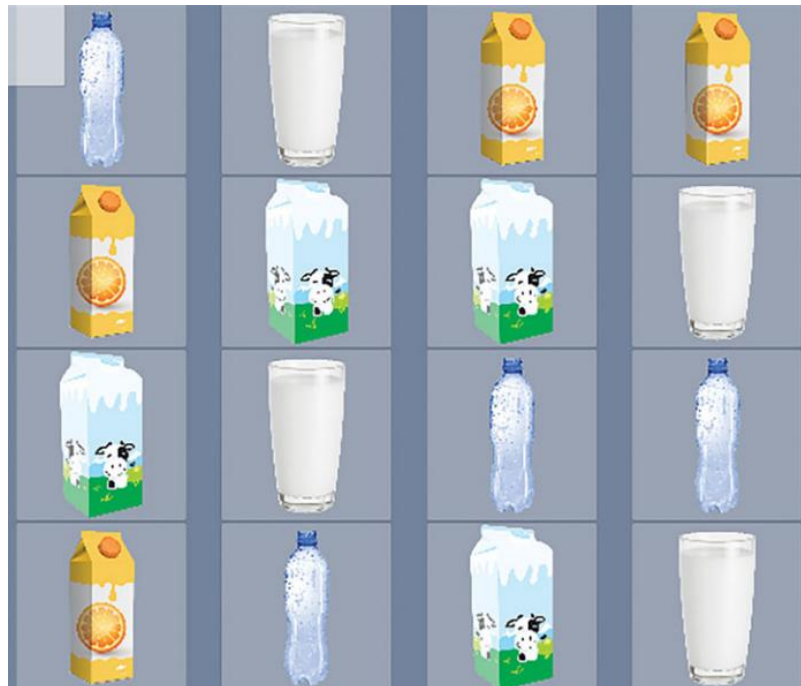
Η τρίτη άσκηση έχει ως σκοπό την εκτίμηση της οπτικής μνήμης με τη χρήση λειτουργικών οπτικών ακολουθιών σε μία διαδραστική 3D κουζίνα. Ένα παράδειγμα ακολουθίας είναι: Άνοιξε την πόρτα του ψυγείου, βγάλε έξω το γάλα, κλείσε την πόρτα του ψυγείου. Οι χρήστες βλέπουν μία λειτουργική ακολουθία, και στη συνέχεια τους ζητείται να αντιγράψουν την ακολουθία ακριβώς όπως την είδαν. Μέχρι και τρεις δοκιμές για εξάσκηση μπορεί να κάνει ο χρήστης χρησιμοποιώντας την ίδια ακολουθία, ενώ στη συνέχεια η άσκηση περιέχει πέντε ακολουθίες που αξιολογούνται, όπου η πολυπλοκότητα αυξάνεται με βάση των αριθμών των βημάτων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της ακολουθίας. Οι ακολουθίες είναι λειτουργικές εργασίες, που έχουν ως σκοπό να βοηθήσουν την ανάκληση μνήμης μέσω της διαίσθησης, ενώ ένας επιπλέον σκοπός της άσκησης είναι να μάθουν οι χρήστες πως να περιηγηθούν στην προσομοιωμένη κουζίνα.

Η τελευταία άσκηση σχεδιάστηκε για να εκτιμηθεί η εκτελεστική λειτουργία, όπου οι χρήστες χρησιμοποιούν τις δεξιότητες πλοήγησης που έμαθαν για να φτιάξουν ένα φλιτζάνι τσάι με γάλα και να βάλουν ένα γλυκό σε ένα πιάτο μόνοι τους. Αυτή η άσκηση για την ολοκλήρωσή της απαιτεί σχεδιασμό και ικανότητες επίλυσης προβλημάτων, ενώ για την ενίσχυση των λεκτικών οδηγιών, εμφανίζεται μία εικόνα των τελικών αντικειμένων και περαιτέρω γραπτή περιγραφή των αντικειμένων. Σε αντίθεση με την προηγούμενη άσκηση, οι χρήστες δεν είναι υποχρεωμένοι να αναπαράγουν ακολουθίες ενεργειών που είχαν δει



προηγουμένως, αλλά πρέπει να ολοκληρώσουν το έργο με μία σειρά που είναι λογική και ασφαλής για την πραγματική ζωή.

Από έρευνα που διεξάχθηκε, όπου συμμετείχαν 64 άτομα που έχουν βιώσει εγκεφαλικό επεισόδιο, παρατηρήθηκε ότι το C3A αποτελεί εφικτό τρόπο γνωστικής εκτίμησης για τους επιζώντες εγκεφαλικού επεισοδίου με ή χωρίς αφασία. Επίσης, οι περισσότεροι συμμετέχοντες έδειξαν προτίμηση στο C3A, σε σχέση με την κλασική μέθοδο εκτίμησης "στυλό και χαρτί", καθώς θεωρήθηκε πιο εύκολο, πιο ξεκούραστο και υπήρχε η δυνατότητα ολοκλήρωσης όλων των ασκήσεων μέσα σε διάστημα είκοσι λεπτών, ενώ οι μετρήσεις αποδοχής των χρηστών συνδέθηκαν αρνητικά με την αύξηση της ηλικίας [25].



Εικόνα 5. Στιγμιότυπο οθόνης από τη δεύτερη άσκηση της εφαρμογής C3A [25]



Εικόνα 6. Στιγμιότυπο οθόνης από την τρίτη άσκηση της εφαρμογής C3A [25]



Εικόνα 7. Στιγμιότυπο οθόνης από την τέταρτη άσκηση της εφαρμογής C3A [25]

### 3.7 Constant Therapy

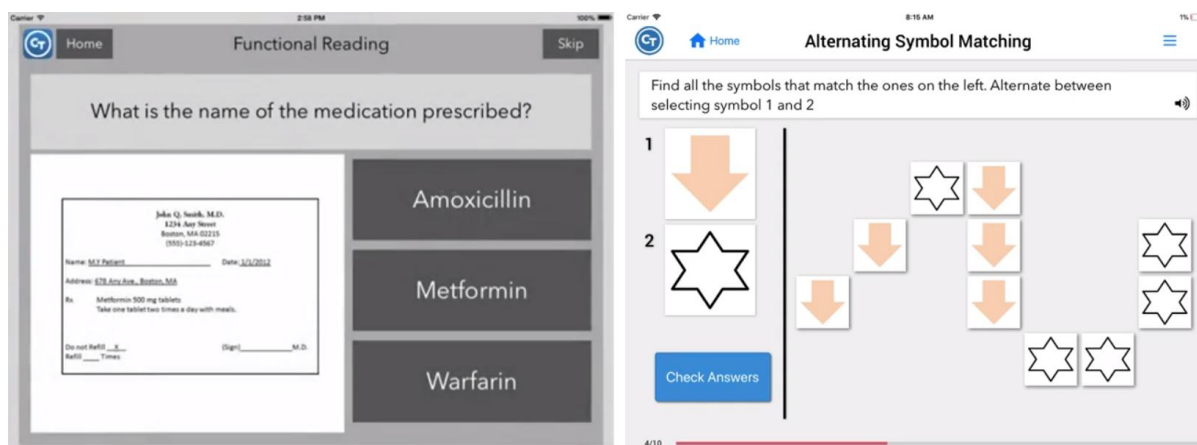
Το Constant Therapy είναι μία κλινικά αποδεδειγμένη εφαρμογή αποκατάστασης του εγκεφάλου, που τρέχει σε κινητό ή tablet, που περιλαμβάνει ασκήσεις που έχουν σχεδιαστεί για να βοηθήσουν ανθρώπους να αποκτήσουν ξανά τις γνωστικές, τις γλωσσικές και τις λειτουργίες ομιλίας τους, όπως είναι οι δεξιότητες μνήμης, γραφής, ομιλίας και επίλυσης προβλημάτων. Η εφαρμογή απευθύνεται σε άτομα που έχουν βιώσει εγκεφαλικό επεισόδιο, που έχουν υποστεί τραυματισμό στον εγκέφαλο, που έχουν αφασία ή κάποια άλλη νευρολογική πάθηση [26].

Οι ασκήσεις σχεδιάστηκαν με απλούς οπτικούς σχηματισμούς και χρησιμοποιούν παρόμοιους σχηματισμούς για τις απαντήσεις. Για κάθε άσκηση, οι οδηγίες δίνονται τόσο οπτικά και ακουστικά, ενώ οι ακουστικές οδηγίες και τα ερεθίσματα μπορούν να επαναληφθούν πολλές φορές. Για τις ασκήσεις που περιέχουν εικόνες, οι εικόνες μπορούν να διευρυνθούν σε ολόκληρη την οθόνη του κινητού ή του tablet, ενώ πολλές ασκήσεις περιλαμβάνουν επίσης κουμπιά που αποκαλύπτουν μία υπόδειξη για τη λύση. Κατά την ολοκλήρωση κάθε άσκησης, υπάρχει οπτική και ακουστική ενημέρωση εάν η απάντηση είναι σωστή ή λανθασμένη και η σωστή απάντηση είναι διαθέσιμη για επανεξέταση. Υπάρχουν 37 τύποι θεραπευτικών ασκήσεων που χωρίζονται σε γλωσσικούς ή γνωστικούς τύπους ασκήσεων. Οι ασκήσεις γλωσσικής θεραπείας χωρίζονται σε: 1) Ονομαστική θεραπεία, που περιλαμβάνει ασκήσεις με ομοιοκαταληξία, αναγνώριση συλλαβών, αναγνώριση ήχου, ταίριασμα κατηγοριών και αναγνώριση εικόνων, 2) Θεραπεία ανάγνωσης, που περιλαμβάνει ασκήσεις με αναγνώριση λέξεων, ταυτοποίηση κατηγοριών, ανάγνωση παραγράφου, κατανόηση ανάγνωσης μεγάλου κειμένου και ανάγνωση χάρτη, 3) Θεραπεία γραφής, που περιλαμβάνει ασκήσεις με συμπλήρωση λέξεων, αντιγραφή λέξεων, συμπλήρωση ορθογραφίας λέξεων, ορθογραφία λέξεων, συμπλήρωση λέξης από εικόνα, γραφή λέξης από εικόνα, αντιστοίχιση γράμματος σε ήχο και αντιστοίχιση ήχου σε γράμμα, και 4) Ασκήσεις με προτάσεις, που περιλαμβάνουν συμπλήρωση ενεργητικής φωνής προτάσεων



και συμπλήρωση παθητικής φωνής προτάσεων. Οι ασκήσεις γνωστικής θεραπείας χωρίζονται σε: 1) Οπτική αντίληψη αντικειμένων, που περιλαμβάνει ταίριασμα συμβόλων και ανάγνωση ρολογιού, 2) Ασκήσεις μνήμης, που περιλαμβάνει αντιστοίχιση εικόνων, αντιστοίχιση λέξεων, αντιστοίχιση ήχων και απάντηση ερωτήσεων σε ηχογραφημένο κείμενο, 3) Ασκήσεις προσοχής, που περιλαμβάνει ασκήσεις με σύμβολα, 4) Ασκήσεις επίλυσης προβλημάτων, που περιλαμβάνει ασκήσεις με ταξινόμηση λέξεων ή εικόνων, αριθμητικές ασκήσεις με πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμό ή διαίρεση και ασκήσεις με ποσοτική λογική, που περιλαμβάνει προβλήματα με ρολόι και με λέξεις, και 5) Άσκηση με τοποθέτηση οδηγίων στη σωστή σειρά.

Διεξάχθηκε μία έρευνα χρησιμοποιώντας την εφαρμογή Constant Therapy, με στόχο τον προσδιορισμό της αποτελεσματικότητας της χρήσης tablet για την παροχή θεραπείας σε άτομα με αφασία, των οφελών της εξάσκησης στη συνολική επικοινωνία των χρηστών και της συσχέτισης της σοβαρότητας της αφασίας των χρηστών με τα αποτελέσματα της θεραπείας. Στην έρευνα συμμετείχαν 64 άτομα με γλωσσικά και γνωστικά ελλείμματα, από τα οποία τα 51 ολοκλήρωσαν την έρευνα, που κράτησε δέκα εβδομάδες. Όλοι οι συμμετέχοντες έκαναν μία συνεδρία μιας ώρας τη βδομάδα με λογοθεραπευτή με τη χρήση της εφαρμογής, ενώ οι 42 συμμετέχοντες εξασκούσαν επιπλέον στο σπίτι άλλες τέσσερις περίπου ώρες τη βδομάδα. Και οι δύο ομάδες παρουσίασαν βελτίωση, αλλά η ομάδα που εξασκούσαν και στο σπίτι παρουσίασε μεγαλύτερες αλλαγές. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι περισσότερη θεραπεία συνεπάγεται σε μεγαλύτερες βελτιώσεις στην αποκατάσταση της αφασίας. Οι πιο αποτελεσματικοί τύποι ασκήσεων ήταν οι ασκήσεις για ονομαστική θεραπεία και οι ασκήσεις μνήμης, ενώ σε κάποιους τύπους ασκήσεων δε σημειώθηκε βελτίωση σε καμιά από τις δύο ομάδες. Επίσης, οι συμμετέχοντες με λιγότερες γλωσσικές δεξιότητες και οι συμμετέχοντες με περισσότερες γνωστικές δεξιότητες παρουσίασαν βελτίωση όσον αφορά την ακρίβεια των απαντήσεών τους, ενώ οι συμμετέχοντες με λιγότερες γνωστικές δεξιότητες και οι συμμετέχοντες με περισσότερες γλωσσικές δεξιότητες παρουσίασαν βελτίωση όσον αφορά την ταχύτητα απάντησης μιας ερώτησης [27].



**Εικόνα 8. Στιγμιότυπα οθόνης από τις ασκήσεις: κατανόηση κειμένου και ταίριασμα συμβόλων, της εφαρμογής Constant Therapy (αποκόμματα από βίντεο) [26]**

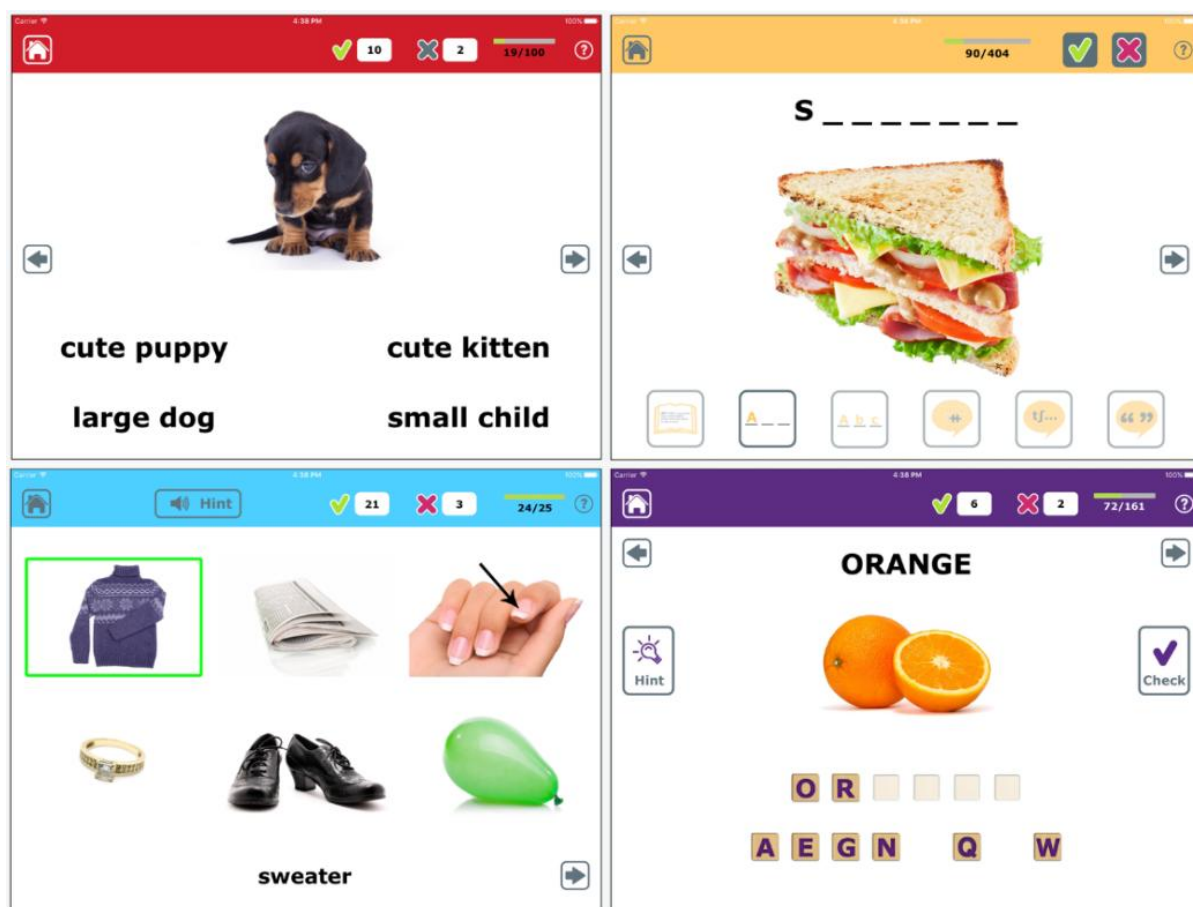
### 3.8 Language Therapy

Το Language Therapy είναι μία εφαρμογή της Tactus Therapy Solutions και δημιουργήθηκε από έναν λογοθεραπευτή [28]. Προορίζεται για να τρέχει σε iPad, iPhone και σε Android συσκευές, κινητά ή tablet. Η εφαρμογή περιέχει τέσσερις κατηγορίες για μελέτη: ανάγνωση, ονομασία, κατανόηση και γραφή, ενώ περιέχει πάνω από 700 ουσιαστικά, ρήματα και επίθετα. Το Language Therapy αποτελεί μία ολοκληρωμένη προσέγγιση γλωσσικής θεραπείας για άτομα που αναρρώνουν από εγκεφαλικό επεισόδιο, που έχουν υποστεί τραυματισμό στον εγκέφαλο ή που μαθαίνουν τη γλώσσα για πρώτη φορά [29]. Η κατηγορία ανάγνωσης προορίζεται για τη βελτίωση των δεξιοτήτων ανάγνωσης και περιέχει τις ασκήσεις: ταίριασμα φράσεων με εικόνα, ταίριασμα προτάσεων με εικόνα, συμπλήρωση φράσεων και συμπλήρωση προτάσεων [30]. Η κατηγορία ονομασίας έχει σκοπό να βοηθήσει τους χρήστες να ανακαλούν αντικείμενα, καθώς και να αναπτύξουν τις δεξιότητες περιγραφής μιας ιδέας όταν το όνομα δε μπορεί να ανακτηθεί αμέσως. Περιλαμβάνει τις ασκήσεις: ονομασία λέξης από εικόνα και περιγραφή εικόνων [31]. Η κατηγορία κατανόησης βοηθάει τα άτομα με γλωσσικά ελλείμματα να κατανοήσουν ουσιαστικά, ρήματα και επίθετα που ακούν ή διαβάζουν και αποτελείται από τρεις τύπους ασκήσεων: ταίριασμα εικόνας σε ηχογραφημένη λέξη, ταίριασμα εικόνας σε γραπτή λέξη και ταίριασμα γραπτής λέξης σε ηχογραφημένη λέξη [32]. Τέλος, η κατηγορία γραφής βοηθάει άτομα με αφασία και άλλες γλωσσικές δυσκολίες με την εξάσκηση της ορθογραφίας λέξεων που ακούν ή βλέπουν. Περιλαμβάνει τις ασκήσεις: συμπλήρωση λέξεων, αντιγραφή λέξεων, γραφή λέξεων από εικόνα και γραφή λέξεων από ηχογράφιση [33].

Η εφαρμογή παρέχει ανατροφοδότηση για την ορθότητα των απαντήσεων που δίνει ο χρήστης και προσαρμόζει τη δυσκολία ανάλογα με τα ποσοστά επιτυχίας του. Επίσης, το Language Therapy έχει τη δυνατότητα αποστολής των δεδομένων των χρηστών, συμπεριλαμβανομένων του τύπου της άσκησης που χρησιμοποιήθηκε και του αριθμού των σφαλμάτων στην άσκηση, μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σε λογοθεραπευτή, επιτρέποντας συνεπώς την απομακρυσμένη παρακολούθηση της προόδου των χρηστών. Η εφαρμογή είναι επιπλέον προσαρμόσιμη, καθώς οι ασθενείς μπορούν να εισάγουν δικές τους εικόνες ή λέξεις που θέλουν να μάθουν.

Πραγματοποιήθηκε μία έρευνα με τη χρήση του Language Therapy μαζί με ένα μη γλωσσικό παιχνίδι μυαλού, το Bejeweled, που η διεπαφή του είναι ένα πλέγμα 8x8 από πολύτιμους λίθους διαφορετικών σχημάτων και ο στόχος του είναι η ανταλλαγή γειτονικών πολύτιμων λίθων για τη δημιουργία γραμμών με τουλάχιστον τρεις ίδιους λίθους. Το δεύτερο παιχνίδι επιλέχθηκε ως άσκηση σύγκρισης με το πρώτο παιχνίδι. Στην έρευνα συμμετείχαν 10 άτομα με αφασία, από τα οποία τα τρία συμμετείχαν σε μία προκαταρκτική μελέτη και υποβλήθηκαν σε αξιολόγηση μόνο πριν και μετά τη θεραπεία. Τα υπόλοιπα άτομα χωρίστηκαν σε δύο ομάδες και κάθε ομάδα χρησιμοποίησε το Language Therapy ή το Bejeweled για τέσσερις εβδομάδες για 20 λεπτά την ημέρα. Στην πρώτη ομάδα συμμετείχαν τα 4 άτομα, τα οποία άρχισαν με τη χρήση του Language Therapy για τέσσερις εβδομάδες και κατέληξαν με τη χρήση του Bejeweled για άλλες τέσσερις εβδομάδες, ενώ η άλλη ομάδα χρησιμοποίησε τα παιχνίδια αντίστροφα. Στο τέλος της χρήσης κάθε παιχνιδιού οι ασθενείς

υποβάλλονταν σε αξιολόγηση. Υπήρξε σημαντική βελτίωση των ασθενών μετά τη χρήση του Language Therapy, ενώ δεν υπήρξε σημαντική βελτίωση μετά τη χρήση του δεύτερου παιχνιδιού, υποδηλώνοντας ότι το Language Therapy είχε γλωσσικές επιδράσεις στους ασθενείς. Επίσης, παρατηρήθηκαν βελτιώσεις στην αυθόρμητη ομιλία και τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια και για τις δύο ομάδες στο τέλος της θεραπείας, ενώ η αυθόρμητη ομιλία διατηρήθηκε στην αξιολόγηση που έγινε έξι μήνες μετά το τέλος της θεραπείας. Η έρευνα, επιπλέον, έδειξε μία αντίστροφη σχέση μεταξύ της σοβαρότητας της αφασίας και της βελτίωσης που παρατηρήθηκε, που μπορεί να σημαίνει ότι η θεραπεία είναι καλύτερη για ασθενείς με σοβαρότερη μορφή αφασίας και όχι αρκετά δύσκολη για να επιφέρει βελτιώσεις σε ασθενείς με ήπια μορφή αφασίας. Τέλος, η έρευνα υποδηλώνει ότι η ανεξάρτητη θεραπεία μέσω μιας εφαρμογής είναι ευεργετική για τα άτομα που πάσχουν από χρόνια αφασία [28].



Εικόνα 9. Στιγμιότυπα οθόνης για κάθε κατηγορία (ανάγνωση, ονομασία, κατανόηση, γραφή) αντίστοιχα της εφαρμογής Language Therapy [29]

### 3.9 Lisling 3D

Το Lisling 3D, που δημιουργήθηκε με τη χρήση του Blender game engine και τρέχει σε υπολογιστή, είναι ένα σοβαρό παιχνίδι 3D για άτομα με αφασία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σπίτι, υπό την επίβλεψη ενός συγγενή ή αυτόνομα. Οι ασκήσεις πραγματοποιούνται σε ένα περιβάλλον που προσομοιώνει μία ρεαλιστική κατοικία,

διαμορφωμένη σε 3D. Το παιχνίδι περιέχει πέντε κατηγορίες ασκήσεων που αναπτύχθηκαν από μια ομάδα λογοθεραπευτών, ενώ μία βάση δεδομένων XML χρησιμοποιείται για να επιτρέψει την ενσωμάτωση νέων ασκήσεων και να αποθηκεύσει τα δεδομένα των ασθενών. Επίσης, παρουσιάζεται το σκορ του ασθενούς στο τέλος κάθε άσκησης και διατίθεται το ιστορικό των επιδόσεων του.

Η πρώτη κατηγορία ασκήσεων περιλαμβάνει ασκήσεις γραφής, στις οποίες ο ασθενής καλείται να γράψει σωστά ένα ουσιαστικό, μία πρόταση ή να συμπληρώσει τα κενά μιας παραγράφου. Ο δεύτερος τύπος ασκήσεων είναι επιλογή λέξεων, όπου ο χρήστης πρέπει να επιλέξει μία λέξη από μία λίστα διαφορετικών λέξεων, προκειμένου να συμπληρώσει μία πρόταση. Η τρίτη κατηγορία είναι αναγνώριση αντικειμένων, στην οποία ο χρήστης πρέπει να εξερευνήσει το εικονικό περιβάλλον με σκοπό την εύρεση του αντικειμένου που ταιριάζει με τη λέξη που εμφανίζεται γραπτά ή που ακούγεται από τον υπολογιστή. Η τέταρτη κατηγορία είναι ερωτήσεις ναι ή όχι και είναι παρόμοια με την προηγούμενη. Οι χρήστες καλούνται να κινηθούν μέσα στο εικονικό περιβάλλον για να αναζητήσουν της πληροφορίες που θα τους επιτρέψουν να απαντήσουν στην ερώτηση. Η τελευταία κατηγορία είναι εκτέλεση ενεργειών και έχουν ως σκοπό την εκπαίδευση των ικανοτήτων κατανόησης των ατόμων με αφασία μέσα από την ολοκλήρωση απλών ενεργειών. Οι ασκήσεις σχετίζονται με καθημερινές ενέργειες, όπως είναι η μεταφορά ενός αντικειμένου, το άνοιγμα και κλείσιμο μιας μηχανής κτλ. Τέλος, όλες οι ασκήσεις είναι στην πορτογαλική γλώσσα.

Μετά την ολοκλήρωση του παιχνιδιού, διεξάχθηκε μία έρευνα όπου ζητήθηκε από 19 λογοθεραπευτές να αξιολογήσουν τη συνάφεια του Lisling 3D με τη θεραπεία της αφασίας, μέσω ερωτηματολογίου. Οι λογοθεραπευτές που συμμετείχαν αξιολόγησαν το παιχνίδι ως αρκετά ευχάριστο, σχετικά εύκολο στη χρήση, χρήσιμο και κατάλληλο για τη θεραπεία των ασθενών με αφασία, ενώ το μόνο χαρακτηριστικό του παιχνιδιού που βαθμολογήθηκε αρνητικά ήταν η ποιότητα του ήχου [34].



Εικόνα 10. Στιγμιότυπα οθόνης για τις τέσσερις πρώτες κατηγορίες ασκήσεων αντίστοιχα του παιχνιδιού Lisling 3D [34]

### 3.10 CommFit

Το CommFit, που προκύπτει από το Communicative Fitness, είναι μία εφαρμογή για iPhone που σχεδιάστηκε για να μετράει το χρόνο ομιλίας των ανθρώπων με αφασία με μη ρέοντα λόγο και να τους ενθαρρύνει να πετυχαίνουν στόχους χρόνου ομιλίας [35]. Σχεδιάστηκε από μία ομάδα ερευνητών αφασίας χωρίς προηγούμενη εμπειρία στην ανάπτυξη εφαρμογών και από μία ομάδα από web developers και σχεδιαστές γραφικών, που δεν είχαν καμία γνώση σχετικά με την αφασία [36]. Η εφαρμογή συνδυάζεται με ακουστικό Bluetooth, που έχουν συνδεδεμένο μικρόφωνο, τα οποία καταγράφουν ήχο, χωρίς όμως να ηχογραφείται, ώστε να προστατεύεται το απόρρητο του χρήστη [35].

Όταν ανοίγει η εφαρμογή εμφανίζεται η σελίδα του χρονοδιακόπτη, στην οποία βρίσκεται ένα μεγάλο πράσινο κουμπί στο κέντρο, που ξεκινάει τη χρονομέτρηση. Κατά τη διάρκεια της χρονομέτρησης, δεν εμφανίζεται ο χρόνος ομιλίας έτσι ώστε να μην επηρεαστεί η συμπεριφορά του χρήστη, ενώ όταν σταματήσει η χρονομέτρηση εμφανίζεται ένα παράθυρο στην οθόνη, που επιτρέπει στον χρήστη να στείλει δεδομένα, να συνεχίσει τη χρονομέτρηση ή να απορρίψει τα δεδομένα. Τα δεδομένα αποστέλλονται στην ιστοσελίδα της εφαρμογής ή αποθηκεύονται στο τηλέφωνο, εάν δεν είναι δυνατή η πρόσβαση στο διαδίκτυο. Η εφαρμογή, επίσης, διαθέτει τη σελίδα των ρυθμίσεων που έχει σχεδιαστεί ώστε να χρησιμοποιείται από τον λογοθεραπευτή, συνεπώς η διεπαφή δεν είναι φιλική προς τα

άτομα με αφασία. Στη σελίδα αυτή υπάρχει η επιλογή εμφάνισης του χρονομέτρου κατά τη διάρκεια της χρονομέτρησης, η ρύθμιση ελαχίστου ή μέγιστου ορίου για τη χρονομέτρηση και το κουμπί επαναφοράς του μετρητή στο μηδέν.

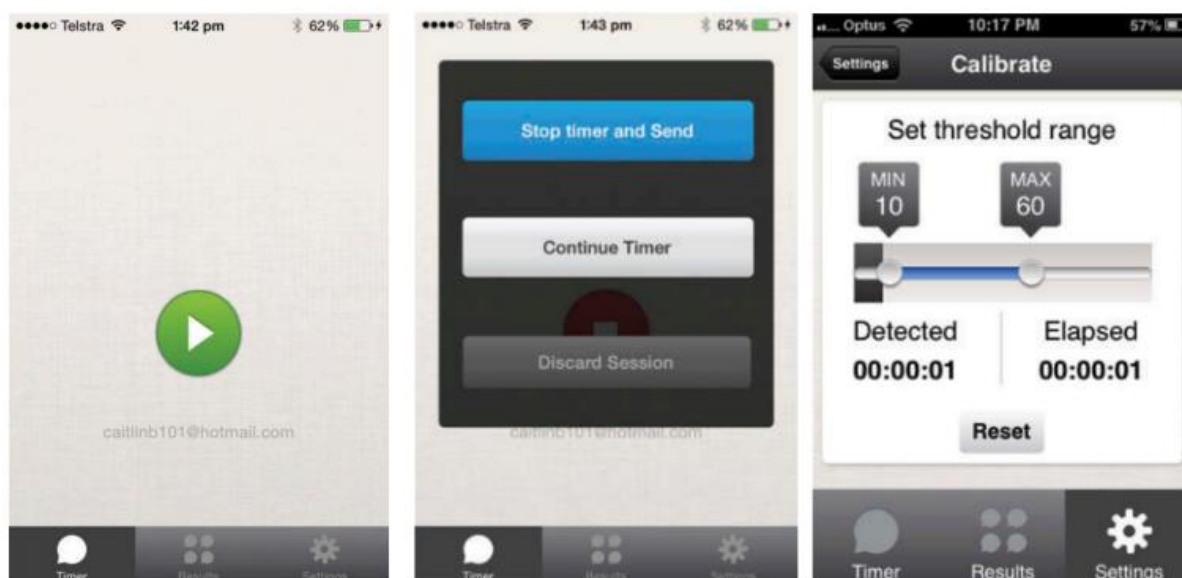
Όταν ολοκληρώθηκε η εφαρμογή έγινε μία έρευνα όπου συμμετείχαν τρεις υγιείς γυναίκες με σκοπό τη διερεύνηση της ακρίβειας του CommFit όταν χρησιμοποιείται σε καθημερινά περιβάλλοντα. Οι συμμετέχουσες φορούσαν το ακουστικό Bluetooth και μία συνεχή συσκευή ηχογράφησης για συνολικά δέκα ώρες στην καθημερινότητά τους. Ο χρόνος ομιλίας που καταγράφηκε από την εφαρμογή συγκρίθηκε με το χρόνο ομιλίας που υπολογίστηκε χειροκίνητα από τη συσκευή ηχογράφησης για να ληφθεί η σχετική ακρίβεια. Ο χρόνος ομιλίας που μετρήθηκε από το CommFit είχε  $\pm 4\%$  απόκλιση του πραγματικού χρόνου ομιλίας σε ένα ιδανικό περιβάλλον χωρίς θόρυβο στο παρασκήνιο και  $13\%$  απόκλιση σε καθημερινό περιβάλλον. Επομένως, τα αποτελέσματα της ακρίβειας έδειξαν ότι η εφαρμογή είναι ένας έγκυρος δείκτης του χρόνου ομιλίας για άτομα με αφασία [36].

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν άλλες δύο έρευνες. Στην πρώτη έρευνα συμμετείχαν 12 άτομα με αφασία με μη ρέοντα λόγο, που χρησιμοποίησαν την εφαρμογή καθημερινά για 6 ώρες για δυο εβδομάδες. Ο στόχος της μελέτης ήταν ο εντοπισμός των φραγμών και των διευκολυντών της χρήσης του CommFit. Συνολικά εντοπίστηκαν οκτώ φραγμοί που περιλάμβαναν φυσικές και γλωσσικές διαταραχές που σχετίζονται με το εγκεφαλικό επεισόδιο, δυσκολία χρήσης ή κούραση λόγω του ακουστικού, μη οικειότητα με την τεχνολογία, απροσδόκητες δυσλειτουργίες της εφαρμογής, κοινωνικές συμπεριφορές, καθώς οι συμμετέχοντες έπρεπε να φοράνε και εκτός σπιτιού το ακουστικό, και χρονικούς περιορισμούς, καθώς η διαδικασία θεωρήθηκε από κάποιους ασθενείς χρονοβόρα, ενώ μερικοί ξέχασαν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή κάποιες μέρες. Οι διευκολυντές περιλάμβαναν την υποστήριξη από τους ερευνητές, την υποστήριξη από συγγενείς, τη χρήση του εγχειριδίου που δόθηκε στους συμμετέχοντες πριν την έναρξη της έρευνας και τη διεπαφή της εφαρμογής, που χαρακτηρίστηκε ως απλή από τους ασθενείς. Επίσης, όλα τα βήματα χρήσης της εφαρμογής θεωρήθηκαν εύκολα από τους χρήστες, εκτός από τη χρήση του ακουστικού. Τέλος, δεν υπήρχε σχέση μεταξύ της σοβαρότητας της αφασίας και της αξιολόγησης της ευκολίας χρήσης της εφαρμογής, αλλά υπήρχε σημαντική αρνητική συσχέτιση της ηλικίας με τη βαθμολόγηση της ευκολίας χρήσης του ακουστικού [35].

Στη δεύτερη έρευνα συμμετείχαν 12 άτομα με αφασία με μη ρέοντα λόγο και 7 άτομα χωρίς γλωσσικές διαταραχές. Ο σκοπός της μελέτης ήταν η σύγκριση του χρόνου ομιλίας των ατόμων με αφασία με του χρόνου ομιλίας των υγιών ατόμων, καθώς και η μέτρηση της κοινωνικής συμμετοχής των ατόμων με αφασία. Όλοι οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν το CommFit για έξι συνεχόμενες ώρες την ημέρα, για δύο εβδομάδες, ενώ συνέχιζαν κανονικά την καθημερινή τους ζωή. Η έρευνα έδειξε ότι τα άτομα με αφασία μίλησαν κατά μέσο όρο 4.5 λεπτά/ώρα και τα υγιή άτομα 7.2 λεπτά/ώρα, που δεν είναι σημαντική διαφορά. Επίσης, ο χρόνος ομιλίας δε διέφερε μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης εβδομάδας χρήσης του CommFit, καθώς και μεταξύ των ημερών της εβδομάδας, εκτός από τα Σάββατα, όπου ο χρόνος ομιλίας ήταν υψηλότερος. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κοινωνική συμμετοχή των ατόμων με αφασία εξαρτάται περισσότερο από τη συνολική



υγεία τους και τη στήριξη που λαμβάνουν παρά από τη σοβαρότητα της αφασίας. Τέλος, η έρευνα υποδηλώνει ότι το CommFit έχει προοπτικές να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο έκβασης της αποκατάστασης της αφασίας [37].



Εικόνα 11. Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής CommFit [35][36]

### 3.11 AphasiaScripts

Το AphasiaScripts είναι ένα πρόγραμμα λογισμικού που τρέχει σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και που χρησιμοποιεί έναν χαρακτήρα καρτούν που λειτουργεί ως εικονικός λογοθεραπευτής για την εξάσκηση σεναρίου για άτομα με αφασία. Ο εικονικός λογοθεραπευτής είναι προγραμματισμένος να παράγει φυσική ομιλία με σωστές κινήσεις των αρθρώσεων. Αρχικά, το άτομο με αφασία και ο λογοθεραπευτής συνεργάζονται για να αναπτύξουν εξατομικευμένα σενάρια πάνω σε ένα θέμα που είναι σχετικό και έχει νόημα για τον ασθενή. Μόλις δημιουργηθεί ένα σενάριο, εισάγεται στο πρόγραμμα και ηχογραφείται από τον λογοθεραπευτή. Τα σενάρια μπορεί να περιέχουν μέχρι 20 ανταλλαγές φράσεων μεταξύ του ασθενή και του λογοθεραπευτή, ενώ μπορούν επίσης να είναι μονόλογοι, όπως για παράδειγμα είναι μία περιγραφή των γεγονότων που περιβάλλουν το εγκεφαλικό επεισόδιο του ασθενούς ή μία σύντομη διάλεξη [38][39]. Ο χρόνος παύσης μεταξύ των προτάσεων και ο χρόνος που κατανέμεται για κάθε έκφραση μπορούν να προσαρμοστούν ώστε να παρέχεται ο βέλτιστος χρόνος ομιλίας για τον κάθε χρήστη [38].

Με τη χρήση του AphasiaScripts, το άτομο με αφασία έχει επανειλημμένες ευκαιρίες να εξασκήσει τις ηχογραφημένες συνομιλίες. Η εξάσκηση σεναρίου έχει τρεις φάσεις. Αρχικά, ο ασθενής ακούει ολόκληρο το σενάριο, ενώ εμφανίζεται στην οθόνη. Στη συνέχεια κάθε πρόταση της συνομιλίας εξασκείται επανειλημμένα με την ακόλουθη σειρά:

- Το άτομο με την αφασία διαβάζει την πρόταση δύο φορές μαζί με τον εικονικό λογοθεραπευτή. Αν υπάρχουν προβλήματα με συγκεκριμένες λέξεις, αυτές οι λέξεις μπορούν να εξασκηθούν επανειλημμένα επιλέγοντάς τες.

- Ολόκληρη η πρόταση διαβάζεται φωναχτά από τον ασθενή και η απόκριση καταγράφεται από τον υπολογιστή.
- Το άτομο με την αφασία έχει την επιλογή να ακούσει την καταγεγραμμένη πρόταση. Άμα ο χρήστης δεν είναι ικανοποιημένος, μπορεί να εξασκηθεί με την ίδια πρόταση και να την καταγράψει ξανά.

Τελικά, ολόκληρη η συνομιλία εξασκείται μαζί με τον εικονικό λογοθεραπευτή. Η εξάσκηση μπορεί να συμβεί με τη χρήση διαφόρων μορφών βοήθειας, ανάλογα με τις ανάγκες του ατόμου, οι οποίες περιλαμβάνουν την επισήμανση μιας γραπτής λέξης, την ακρόαση της φωνής του εικονικού λογοθεραπευτή και την παρακολούθηση των κινήσεων των αρθρώσεων του εικονικού λογοθεραπευτή. Ο στόχος είναι ο ασθενής να εξασκήσει την συνομιλία χωρίς καμία βοήθεια, όπως γίνεται σε μία κανονική συζήτηση [38][39]. Το πρόγραμμα επιτρέπει στους χρήστες να διατηρούν τον έλεγχο της θεραπείας τους, δηλαδή μπορούν να επιλέξουν να εξασκήσουν μεμονωμένες λέξεις, προτάσεις ή ολόκληρο το σενάριο όσες φορές θελήσουν.

Πραγματοποιήθηκαν τρεις μελέτες με τη χρήση του AphasiaScripts. Στην πρώτη έρευνα συμμετείχαν τρία άτομα με αφασία, για τα οποία ετοιμάστηκαν τρία διαφορετικά σενάρια για το κάθε άτομο από έναν λογοθεραπευτή. Οι ασθενείς εξασκούσαν με τα σενάρια στο σπίτι για τουλάχιστον 30 λεπτά την ημέρα, ενώ η χρήση των βοηθειών που παρέχονται από το πρόγραμμα έπρεπε σταδιακά να μειώνεται. Τα άτομα με αφασία εξασκούσαν στο κάθε σενάριο για τρεις εβδομάδες και πραγματοποιούσαν εβδομαδιαίες επισκέψεις στον λογοθεραπευτή, ο οποίος παρακολουθούσε τους ασθενείς να εξασκούνται για 30 λεπτά για να διασφαλίσει ότι η μελέτη προχωράει σωστά. Στο τέλος της έρευνας, τα άτομα με αφασία είχαν αυξημένη λεκτική επικοινωνία, ενώ οι αλλαγές δεν είχαν γενικευτεί μόνο σε παρόμοιες καταστάσεις, όπως είναι η ομιλία στο τηλέφωνο, αλλά και στην ανάγνωση και τη γραφή. Επίσης, οι ασθενείς απέκτησαν μεγαλύτερη σιγουριά για τον εαυτό τους και όλοι δήλωσαν ότι διασκέδασαν την αλληλεπίδραση με τον εικονικό θεραπευτή, ο οποίος παρείχε υποστήριξη χωρίς να κρίνει [38].

Στη δεύτερη έρευνα, συμμετείχαν τρεις ασθενείς με αφασία και η διαδικασία ήταν ακριβώς ίδια με την προηγούμενη έρευνα με τη διαφορά ότι ακολούθησε μία επιπλέον αξιολόγηση των ατόμων 6 εβδομάδες μετά το τέλος της θεραπείας. Οι συμμετέχοντες 1 και 2 βελτιώθηκαν μόνο στα δύο από τα τρία σενάρια, ενώ ο συμμετέχων 3 δεν παρουσίασε καμία αξιοσημείωτη βελτίωση σε κανένα από τα σενάρια. Δύο παράγοντες που μπορεί να ευθύνονται για αυτά τα αποτελέσματα είναι ότι οι συμμετέχοντες δεν εξασκούσαν πάντα τον χρόνο που έπρεπε και ότι τα σενάρια ήταν πολύπλοκα για τους ασθενείς. Ωστόσο, όλοι οι ασθενείς εμφάνισαν βελτιώσεις στην καθημερινή τους ζωή και όλοι έμειναν ικανοποιημένοι με το λογισμικό [39].

Τέλος, στην τρίτη έρευνα συμμετείχαν 23 άτομα με αφασία και η διαδικασία ήταν ίδια με τις προηγούμενες δύο μελέτες. Είκοσι από τους 23 συμμετέχοντες δήλωσαν ότι παρουσίασαν βελτιώσεις στην προφορική επικοινωνία, ενώ οι υπόλοιποι τρεις ανέφεραν ότι δεν υπήρχε καμία αλλαγή. Οι 14 ασθενείς έδειξαν επίσης βελτιώσεις στην ανάγνωση, την ακρόαση, τη γραφή και τη μη λεκτική επικοινωνία, που οφείλονται στο γεγονός ότι το



πρόγραμμα παρέχει εξάσκηση στην ακρόαση και την ανάγνωση. Σε πολλούς από τους συμμετέχοντες η θετικές αλλαγές έγιναν αισθητές και σε άλλα άτομα, εκτός των μελών της οικογένειας, ενώ πολλοί ασθενείς δήλωσαν ότι ένιωθαν πιο χαρούμενοι, πιο ανεξάρτητοι και πιο σίγουροι για τις ικανότητες επικοινωνίας τους. Η έρευνα, επομένως, δείχνει ότι το AphasiaScripts μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση της αφασίας [40].



Εικόνα 12. Στιγμιότυπα οθόνης του προγράμματος AphasiaScripts [40]

### 3.12 Theraphasia

Το Theraphasia είναι ένα διαδραστικό θεραπευτικό παιχνίδι που επικεντρώνεται στη νευροπλαστικότητα των γλωσσικών περιοχών του εγκεφάλου των ασθενών με αφασία, μετά από βλάβη στις γλωσσικές περιοχές του εγκεφάλου. Είναι ένα παιχνίδι σχεδιασμένο για κινητά τηλέφωνα με στόχο να επιτρέπει στους ασθενείς να εκπαιδεύονται ανεξάρτητα στο σπίτι και στους λογοθεραπευτές να αναθέτουν ασκήσεις στους ασθενείς και να παρακολουθούν, μέσω διαδικτύου, τα αποτελέσματά τους. Το σύστημα αποτελείται από τη διεπαφή του χρήστη και τη διεπαφή του λογοθεραπευτή. Η διεπαφή του ασθενή επιτρέπει στους ασθενείς να εκτελούν ασκήσεις που χρησιμοποιούνται συχνά στις παραδοσιακές συνεδρίες θεραπειάς, ενώ η διεπαφή του λογοθεραπευτή επιτρέπει στους λογοθεραπευτές να αξιολογούν τις συνεδρίες θεραπειάς των ασθενών για την παρακολούθηση της προόδου τους. Ωστόσο, οι λογοθεραπευτές δεν έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζουν τις ασκήσεις

ανάλογα με τις ειδικές ανάγκες του κάθε ασθενή. Επίσης, το σύστημα περιλαμβάνει έναν server, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι οι δύο διεπαφές θα μπορούν να λειτουργούν απομακρυσμένα. Ακολουθεί ένα πίνακας με τις κατηγορίες παιχνιδιών που υπάρχουν στο Theraphasia, μαζί με τις περιγραφές τους.

**Πίνακας 2. Οι κατηγορίες παιχνιδιών της εφαρμογής Theraphasia [41]**

| <b>Κατηγορία</b>    | <b>Περιγραφή</b>  |
|---------------------|---|
| Θεραπεία συζήτησης  | Συζήτηση με ένα παράθυρο συνομιλίας, με τη χρήση ενός ή περισσότερων προκαθορισμένων θεμάτων συζήτησης            |
| Θεραπεία λέξεων     | Αναγνώριση αντικειμένων με τη χρήση σημασιολογικών ή φωνολογικών ερεθισμάτων                                      |
| Θεραπεία προτάσεων  | Απάντηση σε προκαθορισμένες ερωτήσεις με τη χρήση κουμπιών που υποδηλώνουν συμφωνία ή διαφωνία                    |
| Θεραπεία εικόνων    | Αναγνώριση ενός συνόλου από εικόνες και προσδιορισμός της σωστής λέξης  |
| Θεραπεία επανάληψης | Επανάληψη προκαθορισμένων λέξεων, που καταγράφονται με τη χρήση ενός ενσωματωμένου συστήματος αναγνώρισης ομιλίας |
| Θεραπεία ανάγνωσης  | Ανάγνωση ενός κειμένου  |
| Θεραπεία ομιλίας    | Παραγωγή λέξεων από τον χρήστη και αυτόματη καταγραφή τους από το σύστημα   |

Διεξάχθηκε μία έρευνα που διήρκεσε 8 συνεχόμενες εβδομάδες και στην οποία συμμετείχαν πέντε ασθενείς με αφασία με μη ρέοντα λόγο. Οι ασθενείς έπρεπε να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή για περίπου 10 με 15 λεπτά την ημέρα, μία φορά τη βδομάδα, για 8 συνεχόμενες εβδομάδες. Τα αποτελέσματα των ασκήσεων αποθηκεύονταν αυτόματα σε μία βάση δεδομένων, στην οποία είχαν πρόσβαση οι λογοθεραπευτές των ασθενών. Επίσης, υπήρχε αξιολόγηση των ασθενών πριν και μετά των 8 εβδομάδων. Το σύστημα χαρακτηρίστηκε ως χρήσιμο από τους ασθενείς και τους λογοθεραπευτές που συμμετείχαν στην ερευνά, ενώ όλοι οι ασθενείς παρουσίασαν βελτίωση σε όλες τις κατηγορίες παιχνιδιών, μετά το τέλος της θεραπείας. Τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν ότι το Theraphasia μπορεί να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό εργαλείο στην αποκατάσταση ασθενών με αφασία [41].



Εικόνα 13. Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής Theraphasia [41]

### 3.13 EyeShow

Το EyeShow είναι μία εφαρμογή, που τρέχει σε κινητά τηλέφωνα, με σκοπό να επιτρέψει στους ασθενείς με αφασία να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν με ταχύτητες που πλησιάζουν τον πραγματικό χρόνο. Η εφαρμογή στηρίχτηκε σε μελέτες που έχουν δείξει ότι η χρήση μόνο εικόνων, αντί ακουστικών ή γραπτών οδηγιών, έχει μεγάλες πιθανότητες να παρακάμπτει τα γλωσσικά ελλείμματα των ασθενών με αφασία και να επιτρέπει τη σχεδόν κανονική επικοινωνία.

Στην κύρια οθόνη της εφαρμογής εμφανίζονται ως εικονίδια όλες οι λειτουργίες της εφαρμογής. Τα εικονίδια που αντιστοιχούν στο φαγητό και στα ψώνια καλούν τις Εικόνες Google για να επιτρέψουν ένα σχεδόν άπειρο αριθμό επιλογών και για να ελαχιστοποιήσουν τον αριθμό των πρωτότυπων εικονιδίων που χρειάζονται. Οι επιλογές που πραγματοποιούνται από έναν ασθενή μπορούν να αποθηκευτούν σε ένα φάκελο με μία μικρογραφία του κουτιού προέλευσης. Ένα άλλο σημαντικό εικονίδιο είναι η κάμερα που έχει ως σκοπό να διευκολύνει τους χρήστες να εντοπίσουν αντικείμενα σε ένα σύνθετο περιβάλλον. Αυτό το πετυχαίνει με τη χρήση ενός κινητού δείκτη βέλους, ενώ αυτή η λειτουργία επιτρέπει στους χρήστες να αποθηκεύσουν σε φακέλους εικόνες σημαντικών ανθρώπων, τοπίων ή πραγμάτων. Επίσης, με το εικονίδιο ψυχαγωγίας οι χρήστες μπορούν να εκφράσουν την επιθυμία να συμμετέχουν σε μία δραστηριότητα, ενώ το εικονίδιο συναισθημάτων παρέχει ένα πλήρες εικονογραφημένο, μη λεκτικό σύστημα που δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να εκφράσουν τα συναισθήματά τους. Επιπλέον, υπάρχει το εικονίδιο συνομιλίας που χρησιμοποιεί εικονίδια και βίντεο κινουμένων σχεδίων για την έκφραση φράσεων, που χρησιμοποιούνται συχνά σε μία συνομιλία.

Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της εφαρμογής υπάρχουν για πολύ εξειδικευμένους σκοπούς. Ένα από αυτά είναι το εικονίδιο "ιατρικό κουτί" που μπορεί να διευκολύνει μία συνομιλία μεταξύ του ασθενή και ενός γιατρού με θέμα το ιστορικό της παρούσας ασθένειας, που μπορεί να είναι γνωστό μόνο στον ασθενή. Άλλα στοιχεία του ιατρικού ιστορικού, όπως είναι τα τρέχοντα φάρμακα, οι αλλεργίες και οι προηγούμενες χειρουργικές επεμβάσεις,

μπορούν να εισαχθούν στην εφαρμογή από τα μέλη της οικογένειας. Επίσης, υπάρχει το εικονίδιο του ημερολογίου, που παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να εκφράζουν τον χρόνο και την ημερομηνία χωρίς τη χρήση λέξεων. Οι χρήστες μπορούν να προσθέσουν τις ώρες που παίρνουν τα φάρμακα τους, τα ραντεβού τους και άλλα γεγονότα μέσω της λειτουργίας της κάμερας στο εικονογραφημένο ημερολόγιο της εφαρμογής. Ωστόσο, σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, η έλλειψη φωνολογίας μπορεί να δημιουργήσει σοβαρό πρόβλημα και γι αυτό υπάρχει και το εικονίδιο βοήθειας. Σε αυτό οι χρήστες μπορούν να προγραμματίσουν το τηλέφωνο να φωνάζει "Βοήθεια" ή το όνομα του ατόμου που τους φροντίζει, καθώς και να παίρνει τηλέφωνο μία επαφή που έχουν επιλέξει.

Η χρήση της εφαρμογής μελετήθηκε σε έναν ασθενή με αφασία τύπου Broca. Μετά από ελάχιστες οδηγίες, ο ασθενής μπορούσε εύκολα να πλοηγηθεί και να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή, ενώ εκτιμήθηκαν κυρίως οι λειτουργίες για το φαγητό και τα ψώνια. Ο ασθενής, καθώς και η οικογένειά του, αξιολόγησαν την εφαρμογή ως πολύ χρήσιμη, ενώ η νοσοκόμα του ασθενή θεώρησε επίσης χρήσιμη την εφαρμογή για την επικοινωνία της με τον ασθενή. Τέλος, η εφαρμογή έχει μεγάλες προοπτικές στο να αποφέρει μεγάλο όφελος στους ασθενείς με αφασία ή με άλλες διαταραχές της επικοινωνίας [42].



Εικόνα 14. Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής EyeShow [42]

## **Κεφάλαιο 4: Σχεδιασμός του παιχνιδιού "Brame"**

### **4.1 Εισαγωγή**

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε μία βιβλιογραφική ανασκόπηση σοβαρών παιχνιδιών για την αντιμετώπιση της αφασίας και των παρεμβάσεών τους. Τα αποτελέσματα από την ανασκόπηση έδειξαν ότι δεν υπάρχει κάποιο λογισμικό στα ελληνικά με σκοπό την αποκατάσταση γλωσσικών διαταραχών. Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη του δικού μας παιχνιδιού.

### **4.2 Γενικά χαρακτηριστικά**

Το "Brame" προορίζεται για άτομα που έχουν βιώσει εγκεφαλικό επεισόδιο και έχουν γλωσσικές διαταραχές. Ο στόχος του δικού μας σοβαρού παιχνιδιού είναι κυρίως να επιτρέπει στα άτομα με αφασία να εκπαιδεύονται ανεξάρτητα στο σπίτι, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τους λογοθεραπευτές ως βοηθητικό εργαλείο κατά τη διάρκεια των συνεδριών θεραπείας με τους ασθενείς τους. Ειδικότερα, το παιχνίδι έχει στόχο να βοηθήσει τα άτομα με αφασία να βελτιώσουν την ικανότητα ανάκλησης λέξεων, την ικανότητα ανάγνωσης, την ικανότητα κατανόησης μιας γραπτής ή ακουστικής πληροφορίας και τελικά την ποιότητα ζωής τους. Βασικό στοιχείο του παιχνιδιού είναι ότι η υλοποίηση του βασίζεται στη χρήση λέξεων και προτάσεων που είναι σχετικές με το λεξιλόγιο που θέλουν να χρησιμοποιούν οι ασθενείς με αφασία, ώστε να μεγιστοποιηθεί η επίδραση της θεραπείας στην καθημερινή τους ζωή. Όπως αναφέρεται στη θεωρία (βλ. Κεφάλαιο 2) η προετοιμασία υλικού για κάθε άτομο είναι χρονοβόρα διαδικασία και γι' αυτό οι εφαρμογές που προορίζονται για την αποκατάσταση της αφασίας πρέπει να περιέχουν υλικό που οι ασθενείς αναγνωρίζουν ότι έχει προσωπική σημασία για εκείνους. Στο συγκεκριμένο παιχνίδι χρησιμοποιούνται οι κατηγορίες λέξεων που προτείνονται από μία έρευνα [14]. Επίσης, ένας έμμεσος στόχος του παιχνιδιού είναι τα άτομα με αφασία να νιώσουν μεγαλύτερη σιγουριά για τον εαυτό τους στην καθημερινότητά τους, μέσω της βελτίωσης των σκορ που κάνουν στα δύο παιχνίδια που περιέχει η εφαρμογή. Τέλος, το "Brame" προορίζεται για άτομα από όλες τις ηλικίες που έχουν βιώσει εγκεφαλικό επεισόδιο.

Η διεπαφή χρήστη σχεδιάστηκε ώστε να είναι φιλική προς τους ασθενείς με αφασία. Συγκεκριμένα, στις ασκήσεις που περιέχει το παιχνίδι μας οι οδηγίες δίνονται και ακουστικά ώστε ένας ασθενής που δυσκολεύεται να διαβάσει τις οδηγίες, να μπορεί να χρησιμοποιήσει το παιχνίδι. Επίσης, στα κείμενα που περιέχει η εφαρμογή εφαρμόστηκαν αρχές φιλικές ως προς τα άτομα με αφασία, όπως είναι η χρήση μεγάλης και απλής γραμματοσειράς, η χρήση απλών λέξεων και μικρών προτάσεων. Επιπλέον, για να είναι ευανάγνωστα τα κείμενα, χρησιμοποιήθηκε σκοτεινή γραμματοσειρά σε ένα απλό ανοιχτόχρωμο φόντο, χωρίς γραφικά, ενώ τα κουμπιά σχεδιάστηκαν αρκετά μεγάλα. Τέλος, η ιεραρχία της εφαρμογής είναι απλή και ομοιόμορφη, ώστε να είναι πιο εύκολη στη χρήση, καθώς οι περισσότεροι ασθενείς με αφασία είναι ηλικιωμένοι και χωρίς γνώσεις χρήσης

κινητού τηλεφώνου ή tablet [43]. Το παιχνίδι σχεδιάστηκε ώστε να υποστηρίζει φορητές συσκευές και συγκεκριμένα συσκευές με εγκατεστημένο το λειτουργικό σύστημα Android.

### 4.3 Επιλογή λειτουργικού συστήματος και συσκευών

Το παιχνίδι αναπτύχθηκε για φορητές συσκευές με εγκατεστημένο το λειτουργικό σύστημα Android. Παρακάτω δίνεται μία περιγραφή του λειτουργικού συστήματος Android, καθώς και οι λόγοι που επιλέχθηκαν οι φορητές συσκευές.

#### 4.3.1 Λειτουργικό σύστημα Android

Στις μέρες μας, το λειτουργικό σύστημα Android, που είναι ανοιχτού κώδικα, είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο λειτουργικό σύστημα για κινητά τηλέφωνα και tablet. Το λειτουργικό σύστημα Android είναι βασισμένο στον πυρήνα Linux και έχει αναπτυχθεί από την Google. Τα κύρια στοιχεία του λειτουργικού συστήματος Android είναι ο πυρήνας Linux, οι βιβλιοθήκες γραμμένες σε C/C++, το Android Runtime, τα API και οι εφαρμογές.

Ο πυρήνας Linux βρίσκεται στο κάτω επίπεδο της στοίβας λογισμικού και ολόκληρο το λειτουργικό σύστημα Android είναι χτισμένο σε αυτό το επίπεδο, με μερικές αλλαγές που έκανε η Google. Ο πυρήνας Linux προσφέρει διαχείριση των διαδικασιών, διαχείριση της μνήμης και διαχείριση των συσκευών, ενώ μέσω του πυρήνα, το λειτουργικό σύστημα Android αλληλεπιδρά με το hardware της συσκευής. Επίσης, ο πυρήνας Linux είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση της εικονικής μνήμης, της δικτύωσης και της διαχείρισης της ενέργειας.

Πάνω από το στρώμα του πυρήνα Linux βρίσκονται οι βιβλιοθήκες του Android. Αυτό το επίπεδο επιτρέπει στη συσκευή να διαχειρίζεται διαφορετικούς τύπους δεδομένων. Όλες οι βιβλιοθήκες είναι γραμμένες στη γλώσσα C ή C++ και καλούνται μέσω της διεπαφής Java. Κάποιες σημαντικές βιβλιοθήκες είναι:

- Surface Manager: που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της εμφάνισης της συσκευής.
- SQLite: που είναι η βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση δεδομένων. Είναι σχεσιακή βάση δεδομένων και είναι διαθέσιμη σε όλες τις εφαρμογές.
- WebKit: που είναι ο μηχανισμός του προγράμματος περιήγησης που χρησιμοποιείται για την εμφάνιση περιεχομένου HTML.
- Media Framework: που παρέχει την αναπαραγωγή και καταγραφή διάφορων μορφών ήχου, εικόνας και βίντεο, όπως για παράδειγμα MP3, JPG, AAC, AMR και PNG.
- Open GL | ES: που χρησιμοποιείται για την απόδοση των 2D ή 3D γραφικών στην οθόνη.
- libc: που περιλαμβάνει βιβλιοθήκες C, σχετικές με το σύστημα.

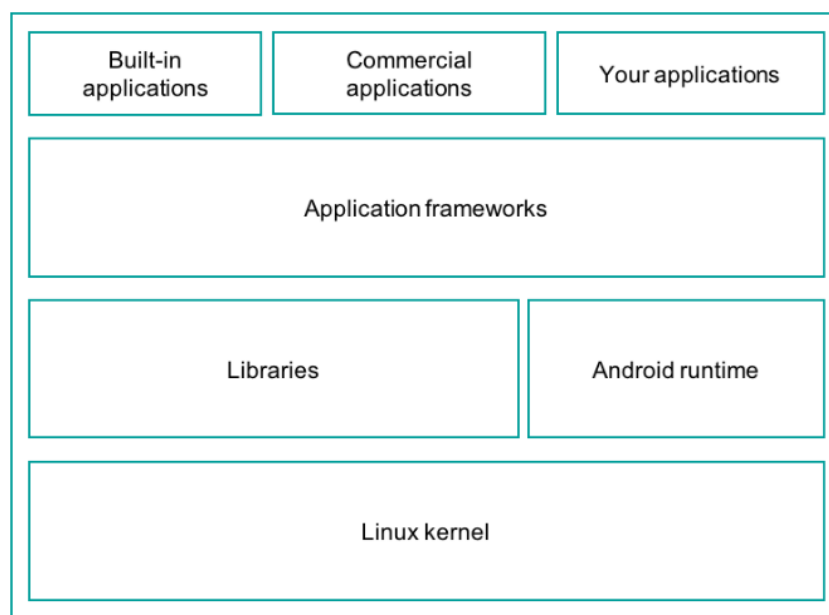
Το Android Runtime αποτελείται από την εικονική μηχανή Dalvik και από βιβλιοθήκες Java και βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο μαζί με της βιβλιοθήκες του Android. Η εικονική μηχανή Dalvik είναι ένας τύπος εικονικής μηχανής Java που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση εφαρμογών στη συσκευή Android, ενώ επιτρέπει την ταυτόχρονη δημιουργία πολλαπλών

στιγμιότυπων εικονικών μηχανών, παρέχοντας ασφάλεια, απομόνωση, διαχείριση μνήμης και υποστήριξη νημάτων.

Το επίπεδο Application Framework παρέχει πολλές υπηρεσίες υψηλού επιπέδου ή σημαντικά APIs (Application Programming Interfaces) σε εφαρμογές με τη μορφή κλάσεων Java. Οι προγραμματιστές εφαρμογών μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις υπηρεσίες στις εφαρμογές τους, ενώ τα APIs αλληλεπιδρούν άμεσα με τις εφαρμογές. Σημαντικές υπηρεσίες του Application Framework είναι:

- Activity Manager: που διαχειρίζεται τον κύκλο ζωής των εφαρμογών.
- Content Providers: που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των εφαρμογών.
- Telephony Manager: που διαχειρίζεται όλες τις λειτουργίες που σχετίζονται με την τηλεφωνική κλήση.
- Location Manager: που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της τοποθεσίας, χρησιμοποιώντας το GPS.
- Resource Manager: που διαχειρίζεται διάφορους τύπους πόρων που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές.

Τέλος, στην κορυφή βρίσκεται το επίπεδο εφαρμογών, όπου κάποιες εφαρμογές είναι προ-εγκατεστημένες σε κάθε συσκευή, όπως είναι το πρόγραμμα περιήγησης, ο διαχειριστής επαφών, η κάμερα και το ημερολόγιο [44]. Στην εικόνα 15 φαίνονται τα επίπεδα λογισμικού του Android.



Εικόνα 15. Τα επίπεδα λογισμικού του Android [45]

#### 4.3.2 Φορητές συσκευές

Οι φορητές συσκευές, όπως είναι τα smartphones και τα tablet, συνδυάζουν τις υπολογιστικές με τις επικοινωνιακές λειτουργίες σε μία συσκευή η οποία μπορεί να μεταφερθεί εύκολα. Επίσης, παρέχουν προηγμένες λειτουργίες, όπως είναι η αναζήτηση στο

διαδίκτυο, τα παγκόσμια συστήματα εντοπισμού θέσης, οι κάμερες υψηλής ποιότητας και η δυνατότητα εγγραφής ήχου. Με αυτά τα χαρακτηριστικά, καθώς και τους ισχυρούς επεξεργαστές, τις μεγάλες μνήμες και τις οθόνες υψηλής ανάλυσης, οι φορητές συσκευές έχουν γίνει ουσιαστικά σαν φορητοί υπολογιστές. Επιπλέον, προσφέρουν το πλεονέκτημα της άμεσης απομακρυσμένης πρόσβασης των δεδομένων, με αποτέλεσμα οι φορητές συσκευές να βοηθούν στην επιτήρηση της υγείας ή της τοποθεσίας των ασθενών με χρόνιες παθήσεις [46].

Το Android είναι το πιο δημοφιλές λειτουργικό σύστημα αυτή τη στιγμή και, σε αντίθεση με τις συσκευές με λειτουργικό iOS, υπάρχουν διαθέσιμα κινητά τηλέφωνα και tablet σε σχετικά χαμηλό κόστος [45].

Για τους παραπάνω λόγους, μαζί με το γεγονός ότι η πλειοψηφία των σοβαρών παιχνιδιών που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο αναπτύχθηκαν για φορητές συσκευές, επιλέχθηκε το δικό μας παιχνίδι να αναπτυχθεί για φορητές συσκευές λειτουργικού συστήματος Android.

#### **4.4 Εργαλεία σχεδιασμού και ανάπτυξης**

Το παιχνίδι αναπτύχθηκε με τη χρήση του προγράμματος Unity 3D για φορητές συσκευές με εγκατεστημένο το λειτουργικό σύστημα Android. Ως γλώσσα προγραμματισμού χρησιμοποιήθηκε η C# και για τη μορφοποίηση όλων των εικόνων στο παιχνίδι χρησιμοποιήθηκε το draw.io.

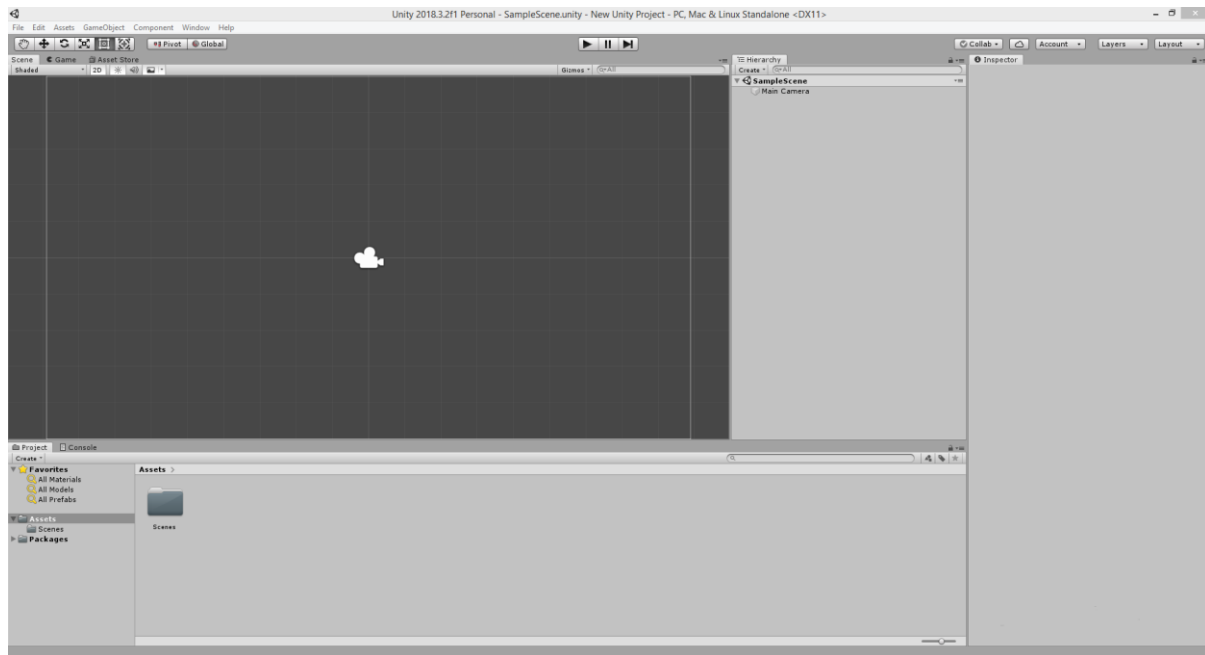
##### **4.4.1 Unity 3D game engine**

Για την ανάπτυξη του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Unity 3D, που αποτελεί ένα λογισμικό ανάπτυξης παιχνιδιών (game engine). Το Unity 3D είναι ένα λογισμικό που παρέχει στους δημιουργούς παιχνιδιών το απαραίτητο σύνολο δυνατοτήτων για τη γρήγορη και αποτελεσματική κατασκευή παιχνιδιών [47]. Είναι διαθέσιμο για τα λειτουργικά συστήματα Windows, Mac και Linux και διατίθεται μία δωρεάν έκδοση που παρέχει ένα μεγάλο σύνολο των δυνατοτήτων του προγράμματος, που δεν περιλαμβάνει όμως υπηρεσίες, όπως είναι η εκπαίδευση και η υποστήριξη από ειδικούς. Αντιθέτως, υπάρχει μία έκδοση του προγράμματος που είναι επί πληρωμή και προσφέρει όλες τις δυνατότητες του Unity [48].

Το Unity υποστηρίζει την ανάπτυξη παιχνιδιών σε δισδιάστατο (2D) και σε τρισδιάστατο (3D) περιβάλλον, ενώ προσφέρει τη δυνατότητα εισαγωγής στοιχείων από άλλα λογισμικά, όπως είναι τα Maya, 3s Max και Photoshop. Επίσης, προσφέρει δυνατότητες όπως είναι η προσθήκη ήχου, φωτισμού, ειδικών εφέ και κινουμένων σχεδίων, η εφαρμογή κανόνων της φυσικής και η διαδραστικότητα, ενώ ο χρήστης μπορεί να αναπτύξει το παιχνίδι ανάλογα με τις πλατφόρμες για τις οποίες προορίζεται. Επιπλέον, μέσω προγραμματιστικού κώδικα, ο χρήστης μπορεί να ορίσει τη λογική των στοιχείων του παιχνιδιού προσθέτοντας συμπεριφορές, ενώ το Unity παρέχει κάποιους έτοιμους κώδικες, ενσωματωμένους στο πρόγραμμα, για τον εύκολο έλεγχο κάποιων στοιχείων, όπως είναι η κάμερα [46]. Στην



εικόνα 16 φαίνεται η αρχική οθόνη του προγράμματος Unity για την ανάπτυξη ενός δισδιάστατου παιχνιδιού.

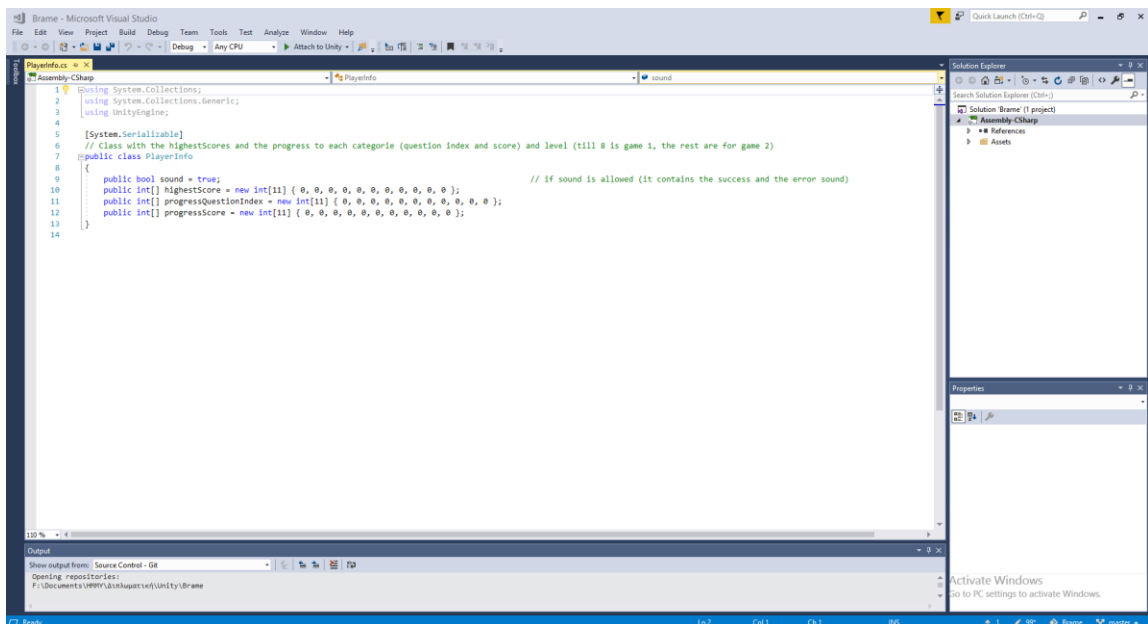


Εικόνα 16. Η αρχική οθόνη του προγράμματος Unity 3D για την ανάπτυξη 2D παιχνιδιού

#### 4.4.2 Γλώσσα προγραμματισμού C#

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του παιχνιδιού είναι η C#, καθώς είναι η κύρια γλώσσα προγραμματισμού που υποστηρίζει το Unity 3D. Η C# είναι μία αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού, που σχεδιάστηκε από τη Microsoft και εγκρίθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) [49] και την Ευρωπαϊκή Ένωση Κατασκευαστών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών (ECMA) [50]. Τα προγράμματα σε C# εκτελούνται στο .NET Framework, ένα αναπόσπαστο στοιχείο των Windows που περιλαμβάνει ένα σύστημα εικονικής εκτέλεσης (Common Language Runtime) και ένα σύνολο βιβλιοθηκών από κλάσεις.

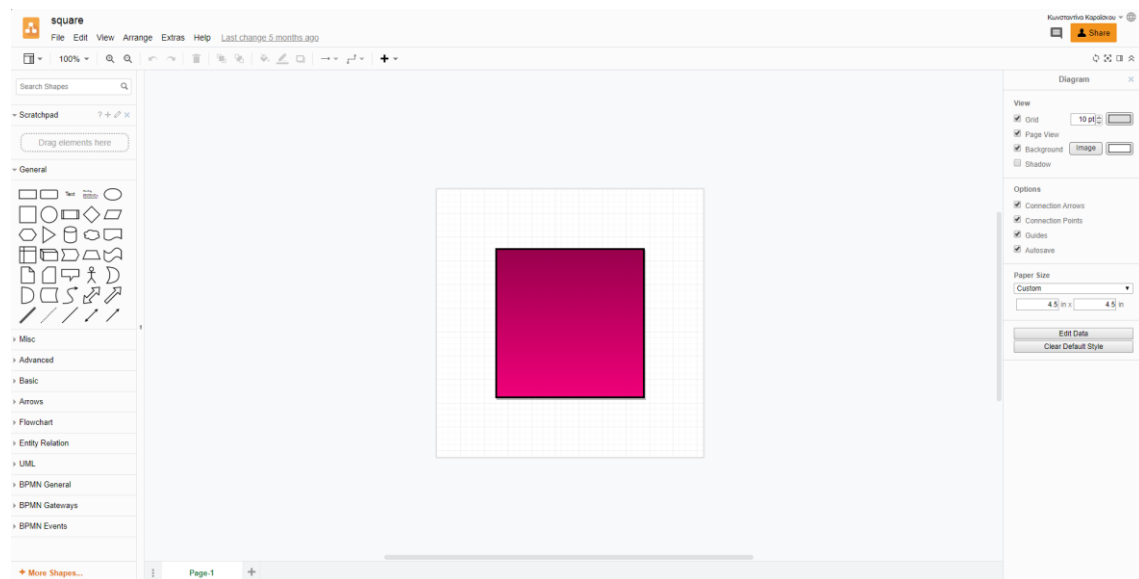
Η C# στη σύνταξη μοιάζει με τις γλώσσες C και C++, ενώ θυμίζει και τη γλώσσα προγραμματισμού Java. Η C# απλοποιεί πολλές από τις πολυπλοκότητες της C++ και παρέχει χαρακτηριστικά όπως είναι οι τύποι μηδενικής τιμής, οι απαριθμήσεις και η άμεση πρόσβαση στη μνήμη, που δεν υπάρχουν στη Java. Επίσης, ως μία αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού, η C# υποστηρίζει τις έννοιες των κλάσεων, της κληρονομιάς και του πολυμορφισμού [51]. Η τελευταία έκδοση της C# είναι η C# 8.0, ενώ η τελευταία έκδοση του editor είναι το Visual Studio 2019. Για την ανάπτυξη του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκε το Visual Studio 2017, που φαίνεται στην εικόνα 17.



**Εικόνα 17. Στιγμιότυπο οθόνης του προγράμματος Visual Studio 2017**

#### 4.4.3 draw.io

Το draw.io είναι μία τεχνολογία ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία διαγραμμάτων και αποτελεί την πιο διαδεδομένη εφαρμογή δημιουργίας διαγραμμάτων που βασίζεται στο πρόγραμμα περιήγησης. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν από κλασικά διαγράμματα οργάνωση, χωροταξικά σχέδια και διαγράμματα ροής μέχρι διαγράμματα UML, διαγράμματα ροής δεδομένων, καθώς και ειδικά διαγράμματα, όπως είναι τα σχήματα βάσεων δεδομένων και τα ηλεκτρικά διαγράμματα. [52] Στην ανάπτυξη του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία εικόνων με χρώματα, σχήματα και αριθμούς και στη μορφοποίηση όλων των υπολοίπων εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν, ώστε να έχουν όλες το ίδιο μέγεθος και σχήμα. Στην εικόνα 18 παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο οθόνης μετά τη δημιουργία ενός τετραγώνου.



**Εικόνα 18. Στιγμιότυπο οθόνης από το draw.io μετά τη δημιουργία ενός τετραγώνου**

## 4.5 Δομή παιχνιδιού

Το παιχνίδι μας είναι βασισμένο στον τύπο παιχνιδιών "quiz games". Σε αυτή την κατηγορία παιχνιδιών ο χρήστης προσπαθεί να απαντήσει σωστά σε ερωτήσεις, που αφορούν συνήθως ένα συγκεκριμένο τομέα γνώσεων. Το σκορ που κάνει ο χρήστης εξαρτάται συνήθως από τον αριθμό των σωστών απαντήσεων που δίνει στις ερωτήσεις ή και σε πολλές περιπτώσεις από τον χρόνο που κάνει να απαντήσει. Μερικά παιχνίδια quiz είναι σχεδιασμένα ώστε οι χρήστες να ανταγωνίζονται άλλους χρήστες, έτσι ώστε να ανεβαίνουν σε μία κατάταξη ή να παίρνουν κάποιου είδους βραβείο.

Στη δική μας περίπτωση, η εφαρμογή μας είναι χωρισμένη σε δύο παιχνίδια τύπου quiz στα ελληνικά. Το πρώτο παιχνίδι λέγεται "Αναγνώριση εικόνων" και το δεύτερο "Κατανόηση προτάσεων". Στο πρώτο παιχνίδι, ο κύριος στόχος είναι η ανάκληση λέξεων και οι χρήστες πρέπει να αντιστοιχήσουν μία γραπτή λέξη σε μία εικόνα. Σε κάθε ερώτηση υπάρχουν έξι πιθανές απαντήσεις, από τις οποίες μόνο η μία είναι σωστή. Επίσης, το "Αναγνώριση εικόνων" αποτελείται από οκτώ κατηγορίες: φαγητά, αντικείμενα, ζώα, ρούχα, συναισθήματα, χρώματα, σχήματα και αριθμούς. Οι κατηγορίες λέξεων που επιλέχθηκαν, καθώς και η σειρά με την οποία εμφανίζονται, βασίζονται στο λεξιλόγιο που θέλουν να χρησιμοποιούν οι ασθενείς με αφασία [14]. Σε κάθε κατηγορία, όλες οι απαντήσεις προέρχονται από την ίδια κατηγορία λέξεων, αλλά έχουν χωριστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μην τοποθετούνται παρόμοιες εικόνες με τη σωστή εικόνα. Για παράδειγμα στην ερώτηση "Βρες το μήλο", στις απαντήσεις δεν έχει τοποθετηθεί άλλο φρούτο ή κάποιο άλλο φαγητό σε χρώμα κόκκινο. Αυτό γίνεται ώστε να είναι πιο εύκολο για τον ασθενή με αφασία να κάνει τη σύνδεση μεταξύ εικόνας και λέξης, ώστε να βρει τη σωστή απάντηση. Επιπλέον, σε κάθε κατηγορία οι αρχικές ερωτήσεις είναι πιο εύκολες, καθώς περιλαμβάνουν την εύρεση πιο απλών λέξεων, όπως είναι για παράδειγμα λέξεις με δύο συλλαβές, λέξεις χωρίς φθόγγους ή λέξεις που είναι πιο πιθανό ο χρήστης να χρησιμοποιεί στην καθημερινή του ζωή. Όσο προχωράνε οι ερωτήσεις, οι λέξεις που χρειάζεται να αντιστοιχήσει ο χρήστης δυσκολεύουν, με βάση τα κριτήρια που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το παιχνίδι επιλέχθηκαν από τις εικόνες Google, εκτός από τις εικόνες των κατηγοριών: χρώματα, σχήματα και αριθμούς, που φτιάχτηκαν με το draw.io.

Στο παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων", ο κύριος στόχος είναι η ανάγνωση και η κατανόηση μιας γραπτής πληροφορίας, ενώ δημιουργήθηκε υπό την καθοδήγηση λογοθεραπεύτριας. Σε αυτό το παιχνίδι, οι χρήστες πρέπει να απαντήσουν σε μία ερώτηση που αφορά μία πρόταση. Σε κάθε ερώτηση υπάρχουν τέσσερις πιθανές απαντήσεις, που αποτελούνται συνήθως από 2 με 3 λέξεις η κάθε μία, από τις οποίες μόνο η μία είναι η σωστή. Επίσης, το "Κατανόηση προτάσεων" αποτελείται από τρία επίπεδα δυσκολίας. Σε όλα τα επίπεδα δυσκολίας το κείμενο που πρέπει να διαβάσει ο χρήστης είναι μία πρόταση. Κάθε επίπεδο περιέχει 20 διαφορετικές προτάσεις και για την κάθε πρόταση γίνονται δύο ερωτήσεις. Στο πρώτο επίπεδο δυσκολίας, όλες οι προτάσεις αποτελούνται μόνο από υποκείμενο, ρήμα και αντικείμενο και οι δύο ερωτήσεις που γίνονται σε κάθε πρόταση αφορούν το ρήμα και το αντικείμενο. Ένα παράδειγμα μιας πρότασης είναι "Η Μαρία μιλάει με την αδερφή της.". Στο δεύτερο επίπεδο δυσκολίας, όλες οι προτάσεις είναι ακριβώς ίδιες

με τις προτάσεις του πρώτου επιπέδου δυσκολίας, με τη διαφορά ότι έχει προστεθεί στην πρόταση μία επιπλέον πληροφορία, που συνήθως είναι ένα επίθετο, ένα αντικείμενο ή ένα επίρρημα. Σε αυτό το επίπεδο, οι δύο ερωτήσεις που γίνονται στην κάθε πρόταση αφορούν το υποκείμενο και την επιπλέον πρόσθετη πληροφορία. Η αντίστοιχη πρόταση που αναφέρθηκε παραπάνω σε αυτό το επίπεδο είναι " Η Μαρία μιλάει με τη μεγαλύτερη αδερφή της.". Στο τρίτο επίπεδο δυσκολίας, οι προτάσεις είναι ακριβώς ίδιες με τις προτάσεις του δεύτερου επιπέδου δυσκολίας, με τη διαφορά ότι έχει προστεθεί πάλι στην πρόταση μία επιπλέον πληροφορία. Η πρώτη ερώτηση που γίνεται σε κάθε πρόταση αφορά μία πληροφορία που είναι γνωστή από τα προηγούμενα επίπεδα, αλλά είτε είναι πιο σύνθετη στη διατύπωση, είτε είναι απλή στη διατύπωση και περιέχει μία πιο σύνθετη απάντηση. Η δεύτερη ερώτηση που γίνεται σε κάθε πρόταση αφορά την επιπλέον πληροφορία. Το αντίστοιχο παράδειγμα, με αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, σε αυτό το επίπεδο είναι " Η Μαρία μιλάει με τη μεγαλύτερη αδερφή της στο σαλόνι.". Το περιεχόμενο των προτάσεων φτιάχτηκε έτσι ώστε να περιέχει καταστάσεις της καθημερινής ζωής ενός ατόμου. Επιπλέον, οι απαντήσεις είναι αρκετές φορές σχετικές με την ερώτηση, δηλαδή μερικές είναι πιθανές απαντήσεις στην ερώτηση, αλλά με λάθος πληροφορία.

Και στα δύο παιχνίδια θεωρήθηκε ότι πρέπει να υπάρχει μία κλιμάκωση στη δυσκολία των ασκήσεων, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τους ασθενείς με ήπιας μορφής αφασία, οι οποίοι πιθανώς να θεωρούν εύκολες τις ασκήσεις με τις απλές λέξεις και εύκολο το πρώτο επίπεδο δυσκολίας στο παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων". Ωστόσο, ένας άλλος λόγος αυτής της κλιμάκωσης είναι οι χρήστες με πιο σοβαρής μορφής αφασίας, μετά από αρκετή εκπαίδευση με το παιχνίδι, να μπορούν να κατανοούν πιο δύσκολες λέξεις και προτάσεις.

Κάθε κατηγορία λέξεων ή επίπεδο δυσκολίας του παιχνιδιού περιέχει ένα ατομικό σκορ που ο μέγιστος αριθμός που μπορεί να γίνει είναι ο αριθμός των ερωτήσεων της κάθε κατηγορίας ή επιπέδου. Επιπλέον, στα παιχνίδια "Αναγνώριση εικόνων" και "Κατανόηση προτάσεων" εμφανίζεται και το συνολικό σκορ όλων των κατηγοριών λέξεων ή όλων των επιπέδων δυσκολίας αντίστοιχα. Σκοπός ύπαρξης των σκορ είναι οι ασθενείς με αφασία να αποκτήσουν μεγαλύτερη σιγουριά για τον εαυτό τους, καθώς παρατηρούν τη βελτίωση των σκορ τους και άρα και τη βελτίωση των γλωσσικών ικανοτήτων τους. Επίσης, τα σκορ του χρήστη και το σημείο που έχει σταματήσει στις ερωτήσεις μιας κατηγορίας λέξεων ή ενός επιπέδου δυσκολίας αποθηκεύονται στη συσκευή του χρήστη σε ένα αρχείο δυαδικής μορφής. Καθώς τα άτομα με αφασία είναι κυρίως ηλικιωμένα άτομα, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα οι χρήστες να θέλουν να σταματήσουν να παίζουν μία κατηγορία λέξεων ή ένα επίπεδο δυσκολίας λόγω κούρασης ή έλλειψης υπομονής, ειδικά άμα ο χρήστης δε βρίσκει τις σωστές απαντήσεις. Γι' αυτό λοιπόν, θεωρήθηκε σκόπιμο οι χρήστες να μπορούν να συνεχίζουν το παιχνίδι κάθε φορά από το σημείο που σταμάτησαν. Έτσι άμα οι χρήστες μπουν σε μία κατηγορία λέξεων ή σε ένα επίπεδο δυσκολίας που έχουν ήδη αρχίσει να παίζουν, το παιχνίδι εμφανίζει την επόμενη ερώτηση από την τελευταία που απάντησαν και το σκορ είναι όπως ήταν όταν σταμάτησαν να παίζουν. Επίσης, για να ενθαρρύνεται ο χρήστης να συνεχίσει να παίζει, τα μέγιστα σκορ που έχει κάνει σε κάθε κατηγορία λέξεων ή

επίπεδο δυσκολίας φαίνονται στον χρήστη ακόμα κι αν δεν έχει ολοκληρώσει την αντίστοιχη κατηγορία ή επίπεδο. Το συνολικό μέγιστο σκορ του παιχνιδιού "Αναγνώριση εικόνων" είναι 300, ενώ το συνολικό μέγιστο σκορ του παιχνιδιού "Κατανόηση προτάσεων" είναι 120.

Το παιχνίδι μας προσφέρει τη δυνατότητα ακουστικών οδηγιών σε όλες τις ασκήσεις για την περίπτωση που ο χρήστης δυσκολεύεται να διαβάσει την εκφώνηση μιας άσκησης. Όλες οι ακουστικές οδηγίες ηχογραφήθηκαν με τη χρήση κινητού τηλεφώνου και πραγματοποιήθηκαν σε ήσυχο περιβάλλον, ώστε να είναι όσο πιο καθαρές γίνεται. Η λειτουργία αυτή προστέθηκε κυρίως για τα άτομα με αφασία που δυσκολεύονται να διαβάσουν, ώστε να μπορέσουν να παίξουν το παιχνίδι, ενώ σε αυτήν την περίπτωση οι χρήστες εξασκούν την ικανότητα ακουστικής κατανόησης. Στο παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων", όπου οι εκφωνήσεις των ασκήσεων είναι μεγαλύτερες, εξασκείται και η ικανότητα μνήμης των χρηστών, καθώς θα πρέπει να θυμούνται όλη την ακουστική πληροφορία. Οι χρήστες μπορούν να ακούσουν την ηχογράφιση όσες φορές επιθυμούν πριν απαντήσουν σε μία ερώτηση.

Όταν παίξει κάποιος χρήστης για πρώτη φορά το παιχνίδι "Brame", το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" είναι κλειδωμένο και ο χρήστης πρέπει να κάνει σκορ τουλάχιστον 100/300 στο παιχνίδι "Αναγνώριση εικόνων" για να μπορέσει να το παίξει. Αυτό γίνεται για δύο λόγους. Ο πρώτος λόγος είναι ότι το δεύτερο παιχνίδι είναι πιο δύσκολο, καθώς ο χρήστης δεν πρέπει μόνο να διαβάσει και να κατανοήσει μία πρόταση, αλλά πρέπει και να κατανοήσει σε ποια πληροφορία της πρότασης αναφέρεται η αντίστοιχη ερώτηση ώστε να απαντήσει σωστά. Οι ίδιες δυσκολίες υφίστανται άμα ο χρήστης διαλέξει να κατανοήσει την ακουστική οδηγία μιας άσκησης αντί να τη διαβάσει. Οπότε, ο χρήστης θα πρέπει να μπορεί να καταλαβαίνει σε ένα βαθμό μία γραπτή ή ακουστική πληροφορία. Αυτός ο έλεγχος γίνεται με το να κάνει το άτομο με αφασία ένα συγκεκριμένο σκορ στο πρώτο παιχνίδι, στο οποίο ο χρήστης πρέπει να κατανοήσει μία γραπτή ή ακουστική λέξη και να την αντιστοιχήσει με την εικόνα της. Κάνοντας ένα σχετικά μεγάλο σκορ, που είναι 100/300, θεωρήθηκε ότι ο χρήστης θα είναι σε θέση να παίξει τουλάχιστον το πρώτο επίπεδο δυσκολίας του δεύτερου παιχνιδιού, χωρίς να νιώθει δυσφορία επειδή δυσκολεύεται. Ο δεύτερος λόγος είναι να νιώθουν μεγαλύτερο κίνητρο οι χρήστες για να συνεχίσουν να παίζουν το παιχνίδι. Η λογική είναι οι χρήστες να προσπαθήσουν να κάνουν το σκορ που απαιτείται στο παιχνίδι "Αναγνώριση εικόνων" για να ξεκλειδώσουν και να δουν ποιο είναι το δεύτερο παιχνίδι. Επιπλέον, το σκορ που απαιτείται για να ξεκλειδωθεί το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" είναι αρκετά μεγάλο, αλλά είναι εφικτό, καθώς το σύνολο όλων των απλών λέξεων σε όλες τις κατηγορίες που υπάρχουν στο πρώτο παιχνίδι είναι μεγαλύτερο από 100. Το σκορ που απαιτείται πρέπει να είναι εφικτό, ώστε ο χρήστης να μην απογοητευτεί και σταματήσει να παίζει το παιχνίδι θεωρώντας ότι δε θα φτάσει ποτέ το σκορ που χρειάζεται για να παίξει το δεύτερο παιχνίδι.

## 4.6 Στοιχεία παιχνιδιού

### 4.6.1 Εικόνες που επιλέχθηκαν

Στο παιχνίδι "Αναγνώριση εικόνων" υπάρχουν συνολικά 300 λέξεις που πρέπει να αντιστοιχήσουν οι χρήστες με τις σωστές εικόνες για να πετύχουν το μέγιστο δυνατό σκορ. Οι εικόνες χωρίζονται σε οκτώ κατηγορίες, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, και οι περισσότερες επιλέχθηκαν από τις εικόνες Google. Οι εικόνες επιλέχθηκαν ή δημιουργήθηκαν με τρόπο ώστε να απεικονίζουν ξεκάθαρα τη λέξη στην οποία αντιστοιχούν και είναι όλες με άσπρο φόντο. Ο αριθμός των εικόνων που ανήκουν σε μία κατηγορία ισούται με τον αριθμό των ερωτήσεων της αντίστοιχης κατηγορίας. Επίσης, όλες οι ερωτήσεις κάθε κατηγορίας έχουν συγκεκριμένη σειρά και όλες οι απαντήσεις κάθε ερώτησης είναι συγκεκριμένες. Αυτό γίνεται ώστε να υπάρχει μία κλιμάκωση στη δυσκολία των ερωτήσεων και για να μην τοποθετούνται τυχαία παρόμοιες εικόνες με τη σωστή απάντηση. Ακολουθεί ένα πίνακας με τις κατηγορίες που περιέχει το παιχνίδι "Αναγνώριση εικόνων" και των αριθμό ερωτήσεων που περιέχει η κάθε μία κατηγορία.

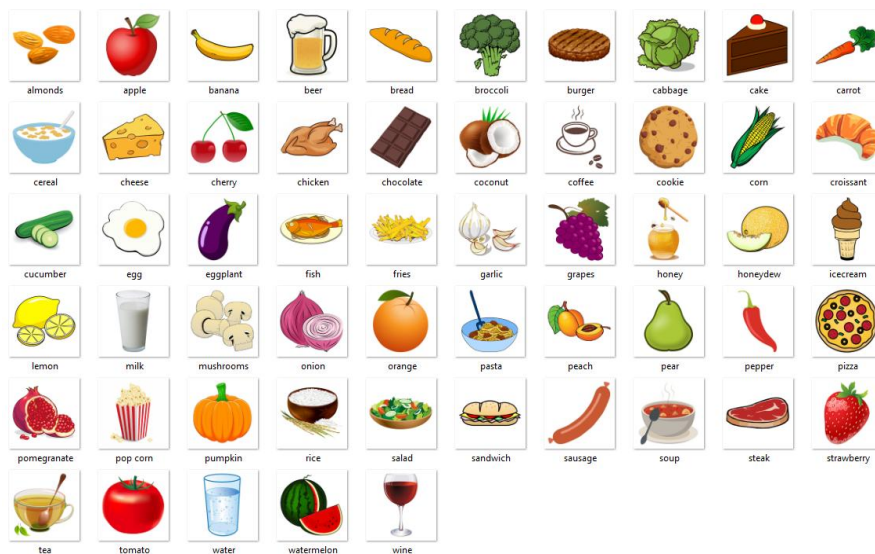
**Πίνακας 3. Οι κατηγορίες και ο αριθμός ερωτήσεων της κάθε κατηγορίας του παιχνιδιού "Αναγνώριση εικόνων"**

| Κατηγορία    | Αριθμός ερωτήσεων |
|--------------|-------------------|
| Φαγητά       | 55                |
| Αντικείμενα  | 80                |
| Ζώα          | 60                |
| Ρούχα        | 16                |
| Συναισθήματα | 16                |
| Χρώματα      | 15                |
| Σχήματα      | 20                |
| Αριθμοί      | 38                |

Η μόνη κατηγορία που διαφέρει από τις υπόλοιπες όσον αφορά την κλιμάκωση δυσκολίας είναι η κατηγορία με τους αριθμούς. Σε αυτήν την κατηγορία τοποθετήθηκαν ανακατεμένοι όλοι οι αριθμοί από το 0 μέχρι το 20, όλες οι δεκάδες μέχρι το 100 και όλες οι εκατοντάδες μέχρι και το 1000. Οι αριθμοί τοποθετήθηκαν ανακατεμένοι ώστε να είναι βέβαιο ότι οι ασθενείς μπορούν να αντιστοιχήσουν έναν αριθμό με την αντίστοιχη εικόνα. Μερικοί ασθενείς με αφασία μπορούν να παράγουν αυτόματο λόγο, όπως είναι το μέτρημα αριθμών στη σειρά [16], οπότε άμα οι αριθμοί ήταν τοποθετημένοι με τη σειρά υπάρχει πιθανότητα οι ασθενείς να διάλεγαν τις σωστές απαντήσεις χωρίς πραγματικά να καταλάβαιναν την ερώτηση.

Ακολουθούν σε μικρογραφίες όλες οι εικόνες που περιέχει το παιχνίδι ανά κατηγορία λέξεων. Όπως φαίνεται στις εικόνες, η κατηγορία φαγητά περιέχει κυρίως φρούτα, λαχανικά, είδη κρεατικών, είδη γλυκών, είδη πρόχειρου φαγητού, όπως είναι η πίτσα, και λίγα ποτά. Η κατηγορία αντικείμενα περιέχει κυρίως αντικείμενα που βρίσκονται μέσα ένα σπίτι, έπιπλα,

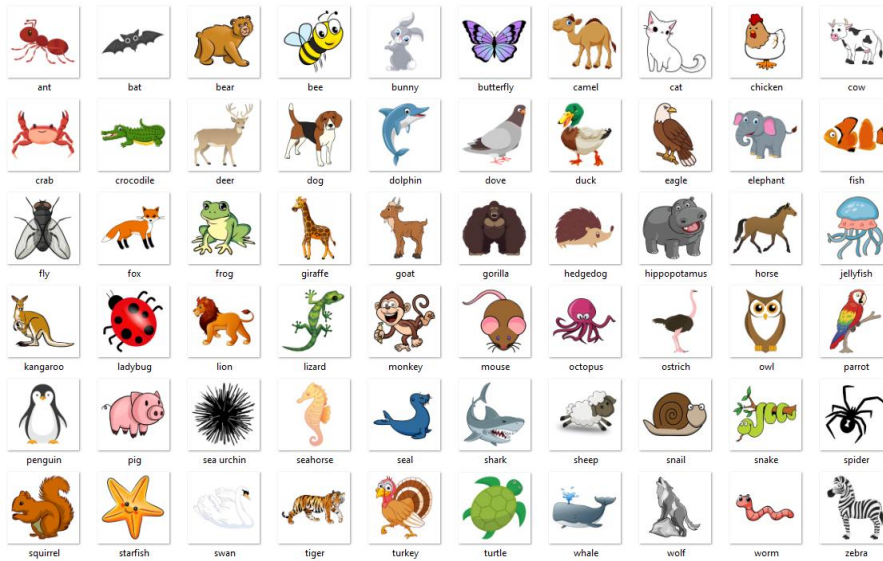
ηλεκτρονικές συσκευές και μερικά μουσικά όργανα. Επίσης, η κατηγορία ζώα περιέχει κυρίως ζώα φάρμας, ζώα της θάλασσας, πτηνά και κάποια έντομα. Η κατηγορία ρούχα περιέχει τα πιο γνωστά είδη ρουχισμού, μαζί με κάποια είδη υποδημάτων και αξεσουάρ. Επιπλέον, η κατηγορία συναισθήματα θεωρείται αρκετά δύσκολη καθώς οι εικόνες έχουν μικρές διαφορές μεταξύ τους, αλλά έχει δοθεί ιδιαίτερη σημασία ώστε οι πιθανές απαντήσεις να διαφέρουν όσο γίνεται περισσότερο από τη σωστή απάντηση. Επιπλέον, στην κατηγορία χρώματα περιέχονται μόνο τα πιο γνωστά χρώματα, κυρίως επειδή το κοινό στο οποίο απευθύνεται η εφαρμογή είναι οι ηλικιωμένοι. Τέλος, στην κατηγορία σχήματα περιλαμβάνονται τα σχήματα που θεωρήθηκαν πιο γνωστά για το ευρύ κοινό.



**Εικόνα 19. Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων φαγητά**



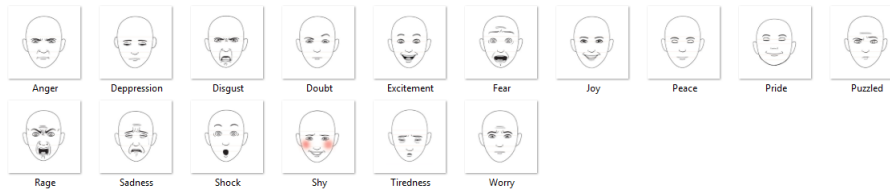
**Εικόνα 20. Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων αντικείμενα**



Εικόνα 21. Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων ζώα



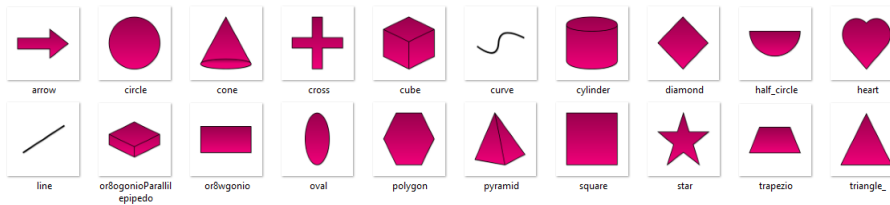
Εικόνα 22. Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων ρούχα



Εικόνα 23. Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων συναισθήματα



Εικόνα 24. Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων σχήματα



Εικόνα 25. Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων σχήματα



|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                |                |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| 200<br>2hundreds | 300<br>3hundreds | 400<br>4hundreds | 500<br>5hundreds | 600<br>6hundreds | 700<br>7hundreds | 800<br>8hundreds | 900<br>9hundreds | 8<br>eight     | 18<br>eighteen |
| 80<br>eighty     | 11<br>eleven     | 15<br>fifteen    | 50<br>fifty      | 5<br>five        | 4<br>four        | 14<br>fourteen   | 40<br>fourty     | 100<br>hundred | 9<br>nine      |
| 19<br>nineteen   | 90<br>ninety     | 1<br>one         | 7<br>seven       | 17<br>seventeen  | 70<br>seventy    | 6<br>six         | 16<br>sixteen    | 60<br>sáty     | 10<br>ten      |
| 13<br>thirteen   | 30<br>thirty     | 1000<br>thousand | 3<br>three       | 12<br>twelve     | 20<br>twenty     | 2<br>two         | 0<br>zero        |                |                |

**Εικόνα 26.** Οι εικόνες που περιέχει η κατηγορία λέξεων αριθμοί

#### 4.6.2 Προτάσεις που επιλέχθηκαν

Το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" δημιουργήθηκε με την καθοδήγηση λογοθεραπεύτριας και περιέχει συνολικά 60 προτάσεις, που για την κάθε πρόταση γίνονται δύο ερωτήσεις. Το παιχνίδι αποτελείται από τρία επίπεδα δυσκολίας, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, και υπάρχουν 40 ερωτήσεις στο κάθε επίπεδο. Όλες οι ερωτήσεις κάθε επιπέδου δυσκολίας είναι με συγκεκριμένη σειρά και όλες οι απαντήσεις κάθε ερώτησης είναι συγκεκριμένες. Επίσης, σε όλα τα επίπεδα δυσκολίας, η σειρά των προτάσεων είναι η ίδια και οι ερωτήσεις που αφορούν την ίδια πρόταση είναι συνεχόμενες. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι προτάσεις σε όλα τα επίπεδα δυσκολίας είναι παρόμοιες, με τη διαφορά ότι όσο αυξάνεται το επίπεδο δυσκολίας αυξάνονται και οι πληροφορίες που περιέχουν οι προτάσεις. Συγκεκριμένα στο πρώτο επίπεδο δυσκολίας όλες οι προτάσεις αποτελούνται μόνο από υποκείμενο, ρήμα και αντικείμενο. Στο δεύτερο επίπεδο δυσκολίας η πρόταση είναι η ίδια με το πρώτο επίπεδο δυσκολίας με τη διαφορά ότι έχει προστεθεί μία επιπλέον πληροφορία που είναι ένα επίθετο, ένα αντικείμενο ή ένα επίρρημα. Το τρίτο επίπεδο δυσκολίας δημιουργήθηκε με παρόμοιο τρόπο. Οι προτάσεις δημιουργήθηκαν με σκοπό να αφορούν την καθημερινή ζωή ενός ατόμου και περιλαμβάνουν ονόματα, ρήματα, αντικείμενα και επιρρήματα που χρησιμοποιούνται συχνά στην καθημερινή ζωή ενός ανθρώπου. Ακολουθεί ένας πίνακας με τις τέσσερις πρώτες προτάσεις κάθε επιπέδου δυσκολίας που δημιουργήθηκαν για το παιχνίδι.

**Πίνακας 4.** Οι τέσσερις πρώτες προτάσεις κάθε επιπέδου δυσκολίας που περιέχονται στο παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων"

| Επίπεδο δυσκολίας   | Πρόταση  |
|---------------------|--|
| Επίπεδο δυσκολίας 1 | <p>Η Μαρία μιλάει με την αδερφή της.<br/> Ο Ηλίας κάθεται σε μία καρέκλα.<br/> Η Κατερίνα μαγειρεύει κοτόπουλο.<br/> Ο Νίκος πίνει καφέ.</p> |
| Επίπεδο δυσκολίας 2 | <p>Η Μαρία μιλάει με τη μεγαλύτερη αδερφή της.<br/> Ο Ηλίας κάθεται σε μία ξύλινη καρέκλα.<br/> Η Κατερίνα μαγειρεύει ψητό κοτόπουλο.</p>    |

**Επίπεδο δυσκολίας****Πρόταση**

Επίπεδο δυσκολίας 3

Ο Νίκος πίνει καφέ με γάλα.

Η Μαρία μιλάει με τη μεγαλύτερη αδερφή της στο σαλόνι.

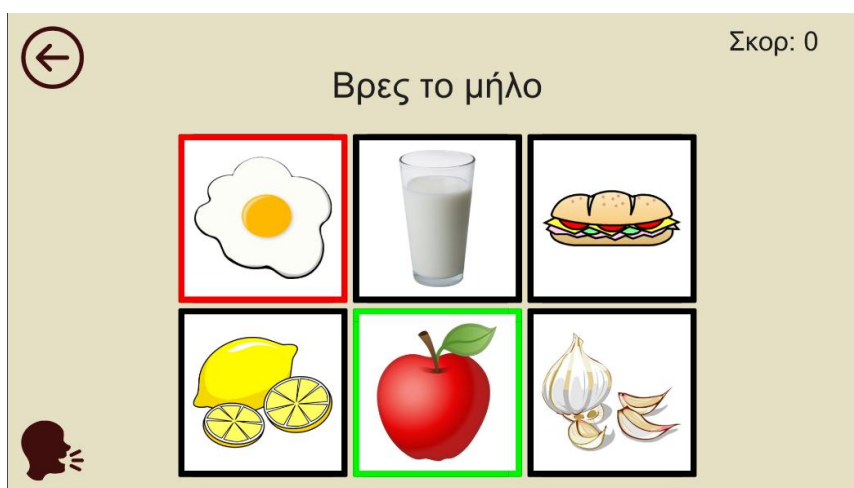
Ο Ηλίας κάθεται σε μία ξύλινη καρέκλα στο γραφείο του.

Η Κατερίνα μαγειρεύει ψητό κοτόπουλο για τα εγγόνια της.

Ο Νίκος πίνει καφέ με γάλα κάθε μεσημέρι.

**4.6.3 Μηχανισμός ελέγχου απάντησης**

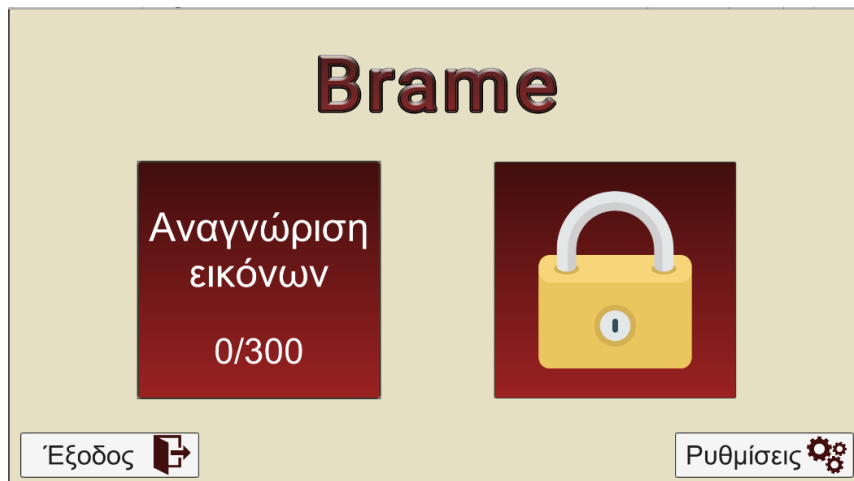
Η επαλήθευση της απάντησης που δίνει ο χρήστης δίνεται με οπτικό και με ακουστικό τρόπο σε όλες τις ερωτήσεις που περιέχει το παιχνίδι μας. Όλες οι εικόνες στο παιχνίδι "Αναγνώριση εικόνων" και όλες οι απαντήσεις στο παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" περιβάλλονται από ένα μαύρο περίγραμμα, το οποίο γίνεται πράσινο άμα ο χρήστης επιλέξει τη σωστή απάντηση και κόκκινο άμα επιλέξει λανθασμένη απάντηση. Άμα ο χρήστης επιλέξει λανθασμένη απάντηση τότε το περίγραμμα της απάντησης που επέλεξε γίνεται κόκκινο και το περίγραμμα της σωστής απάντησης γίνεται πράσινο. Ο χρήστης αφότου απαντήσει σε μία ερώτηση παραμένει στην ίδια οθόνη για δύο δευτερόλεπτα, πριν προχωρήσει στην επόμενη ερώτηση, για να δει ποια είναι η σωστή απάντηση. Επιπλέον, κατά την επιλογή μιας απάντησης ακούγεται είτε ένας ευχάριστος ήχος, στην περίπτωση που η απάντηση είναι σωστή, είτε ένας δυσάρεστος ήχος, στην περίπτωση που η απάντηση είναι λανθασμένη. Οι δύο ήχοι που χρησιμοποιήθηκαν στο παιχνίδι λήφθηκαν από την ακόλουθη ιστοσελίδα: <https://freesound.org/home/>. Η εικόνα που ακολουθεί δείχνει την επιλογή μιας λανθασμένης απάντησης. Η ερώτηση που εμφανίζεται στην εικόνα είναι η πρώτη ερώτηση της κατηγορίας φαγητά.

**Εικόνα 27. Στιγμιότυπο οθόνης επιλογής λανθασμένης απάντησης****4.7 Οθόνες παιχνιδιού**

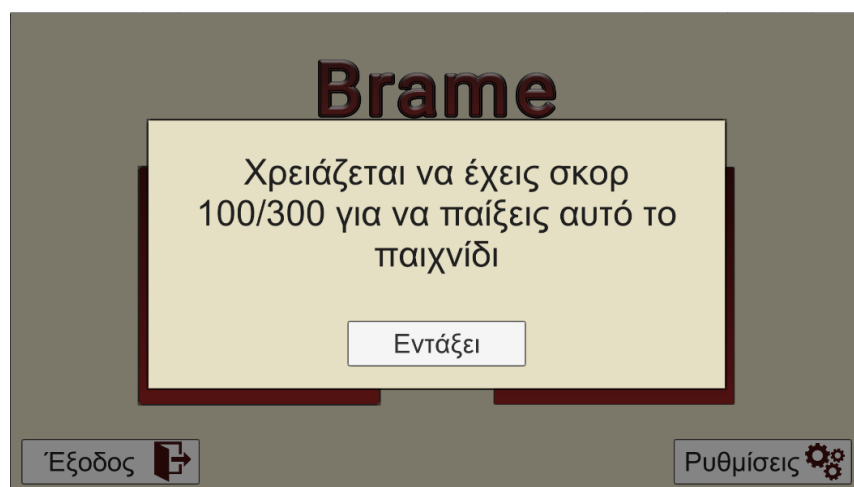
Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές οθόνες που περιέχονται στο παιχνίδι για να δώσουμε μία ολοκληρωμένη εικόνα του παιχνιδιού.

#### 4.7.1 Αρχική οθόνη

Η αρχική οθόνη του παιχνιδιού παρουσιάζεται στην εικόνα 28. Συγκεκριμένα, φαίνεται η αρχική οθόνη του παιχνιδιού κατά την πρώτη είσοδο του χρήστη στο παιχνίδι, όπου το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" είναι κλειδωμένο και όλα τα σκορ είναι μηδενισμένα. Σε αυτήν την οθόνη υπάρχουν τέσσερα κουμπιά που μπορεί να πατήσει ο χρήστης. Υπάρχει το κουμπί "Αναγνώριση εικόνων", το οποίο ο χρήστης πρέπει να επιλέξει για να παίξει το πρώτο παιχνίδι, το κουμπί με το λουκέτο, το κουμπί των ρυθμίσεων και το κουμπί της εξόδου, που τερματίζει την εφαρμογή. Άμα ο χρήστης επιλέξει το κουμπί των ρυθμίσεων μεταβαίνει στην οθόνη των ρυθμίσεων που περιγράφεται παρακάτω. Με την επιλογή του κουμπιού με το λουκέτο, εμφανίζεται ένα μήνυμα στον χρήστη που τον ενημερώνει ότι το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" είναι κλειδωμένο και ότι πρέπει να κάνει σκορ τουλάχιστον 100/300 στο πρώτο παιχνίδι για να μπορέσει να το παίξει. Η αρχική οθόνη με το μήνυμα που περιγράφηκε παραπάνω εμφανίζεται στην εικόνα 29. Στην εικόνα 30 παρουσιάζεται η αρχική οθόνη της εφαρμογής αφότου ο χρήστης έχει καταφέρει να ξεκλειδώσει το δεύτερο παιχνίδι.



Εικόνα 28. Στιγμιότυπο της αρχικής οθόνης



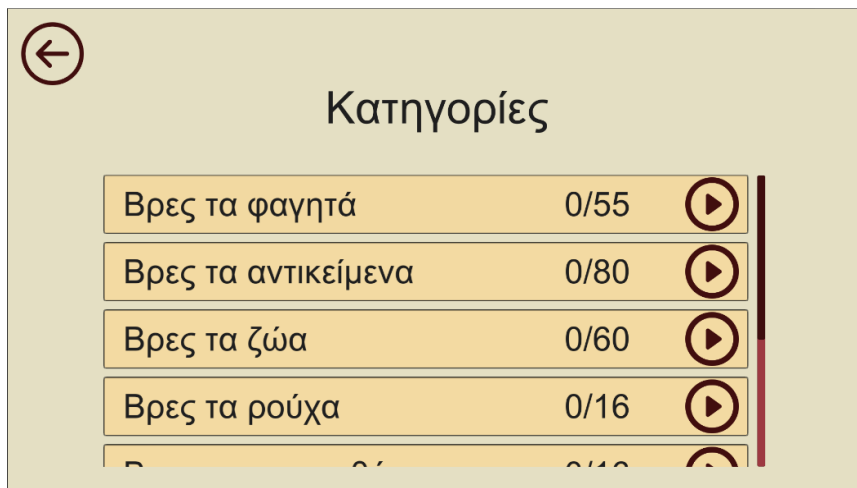
Εικόνα 29. Στιγμιότυπο της αρχικής οθόνης με το μήνυμα που ενημερώνει τον χρήστη ότι το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" είναι κλειδωμένο



Εικόνα 30. Στιγμιότυπο της αρχικής οθόνης, όπου το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" έχει ξεκλειδωθεί

#### 4.7.2 Οθόνη του παιχνιδιού "Αναγνώριση εικόνων"

Όταν ο χρήστης πατήσει το κουμπί για να παίξει το παιχνίδι "Αναγνώριση εικόνων" μεταβαίνει στην οθόνη με τις κατηγορίες λέξεων του παιχνιδιού, που παρουσιάζεται στις εικόνες 31 και 32. Στο κουμπί που αντιστοιχεί στην κάθε κατηγορία λέξεων υπάρχει το όνομα της κατηγορίας και το μέγιστο σκορ που έχει κάνει ο χρήστης στη συγκεκριμένη κατηγορία. Επίσης, είναι η οθόνη στην οποία επιστρέφει ο χρήστης όταν σταματήσει να παίζει ή ολοκληρώσει μία κατηγορία.

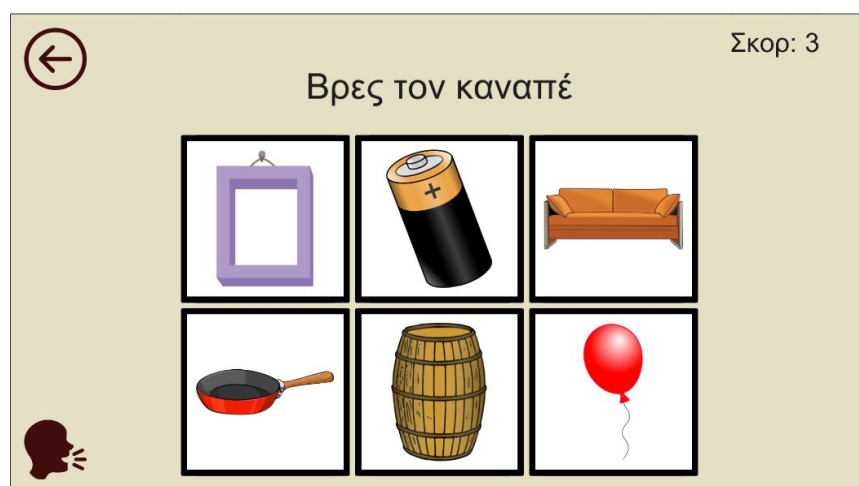


Εικόνα 31. Στιγμιότυπο οθόνης των κατηγοριών του παιχνιδιού "Αναγνώριση εικόνων"



**Εικόνα 32. Στιγμιότυπο οθόνης των κατηγοριών του παιχνιδιού "Αναγνώριση εικόνων"**

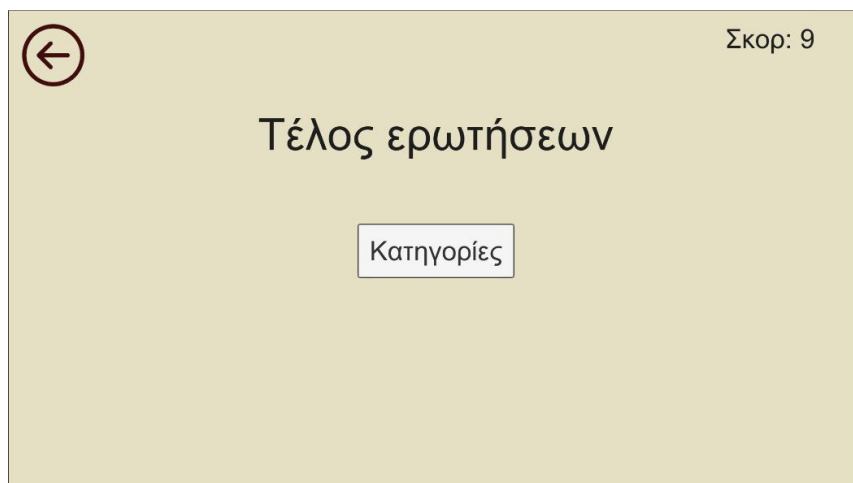
Όταν ο χρήστης επιλέξει μία κατηγορία λέξεων για να παίξει μεταβαίνει στην οθόνη που εμφανίζεται στην εικόνα 33. Σε αυτήν την οθόνη εμφανίζεται η ερώτηση της άσκησης και ακριβώς από κάτω οι έξι εικόνες, που είναι οι πιθανές απαντήσεις. Στην πάνω δεξιά γωνία βρίσκεται το σκορ του χρήστη στην αντίστοιχη κατηγορία λέξεων. Άμα ο χρήστης παίζει για πρώτη φορά την κατηγορία ή την ξαναπαίζει από την αρχή το σκορ αρχίζει από το 0. Διαφορετικά, άμα ο χρήστης θέλει να συνεχίσει να παίζει μία συγκεκριμένη κατηγορία το σκορ που εμφανίζεται είναι το ίδιο με όταν ο χρήστης σταμάτησε να παίζει την κατηγορία λέξεων. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, άμα το σκορ που έχει κάνει ο χρήστης όταν σταματήσει να παίζει μία κατηγορία είναι το μέγιστο που έχει κάνει, τότε αυτό αποθηκεύεται και ο χρήστης μπορεί να το δει στην οθόνη με τις κατηγορίες λέξεων. Επιπλέον, στην κάτω αριστερή γωνία υπάρχει το κουμπί για να ακούσει ο χρήστης την ακουστική οδηγία της αντίστοιχης άσκησης. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε ένα στιγμιότυπο, όπου ο χρήστης παίζει την κατηγορία αντικείμενα και έχει κάνει σκορ 3.



**Εικόνα 33. Στιγμιότυπο οθόνης της κατηγορίας αντικείμενα**

Όταν ο χρήστης ολοκληρώσει μία κατηγορία λέξεων μεταβαίνει στην οθόνη που εμφανίζεται στην εικόνα 34. Σε αυτήν την οθόνη, το παιχνίδι ενημερώνει τον χρήστη ότι τελείωσαν οι ερωτήσεις της κατηγορίας που διάλεξε να παίξει και τον παροτρύνει να

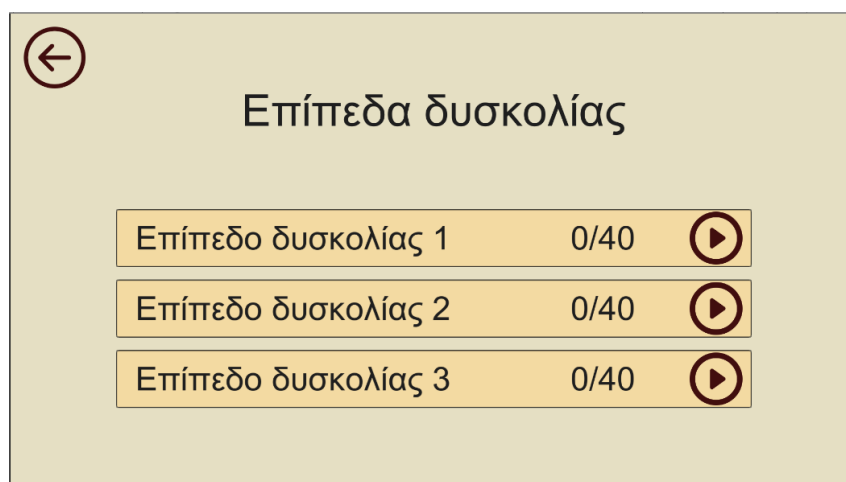
επιστρέφει στην οθόνη με τις κατηγορίες του παιχνιδιού. Επίσης, στην πάνω δεξιά γωνία φαίνεται το σκορ που έχει κάνει ο χρήστης κατά την προσπάθειά του. Άμα το σκορ αυτό είναι το μέγιστο τότε θα αποθηκευτεί και ο χρήστης μπορεί να το δει όταν επιστρέφει στην οθόνη με τις κατηγορίες λέξεων. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε ένα στιγμιότυπο, όπου ο χρήστης έχει ολοκληρώσει μία κατηγορία και έχει κάνει σκορ 9.



**Εικόνα 34.** Στιγμιότυπο οθόνης μετά την ολοκλήρωση μιας κατηγορίας λέξεων

#### **4.7.3 Οθόνη παιχνιδιού "Κατανόηση προτάσεων"**

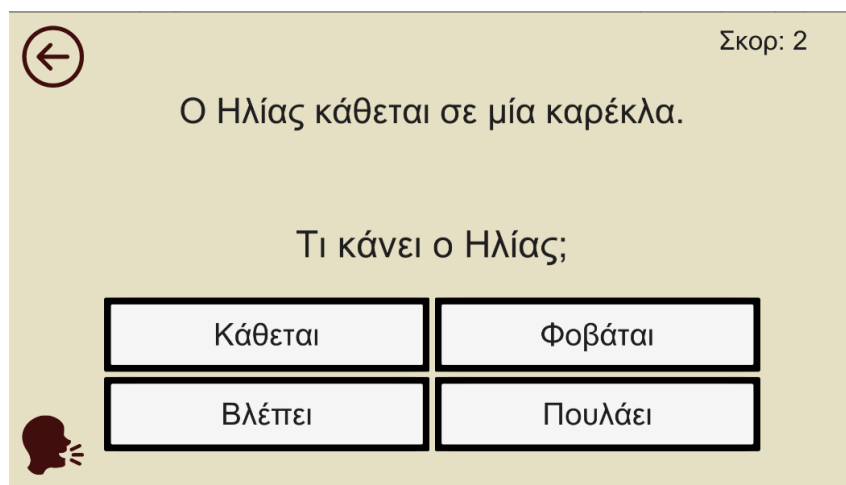
Όταν ο χρήστης πατήσει το κουμπί για να παίξει το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" μεταβαίνει στην οθόνη με τα επίπεδα δυσκολίας του παιχνιδιού, που παρουσιάζεται στην οθόνη 35. Στο κουμπί που αντιστοιχεί στο κάθε επίπεδο δυσκολίας αναγράφεται το επίπεδο δυσκολίας και το μέγιστο σκορ που έχει κάνει ο χρήστης στο συγκεκριμένο επίπεδο. Επίσης, είναι η οθόνη στην οποία επιστρέφει ο χρήστης όταν σταματήσει να παίζει ή ολοκληρώσει ένα επίπεδο δυσκολίας.



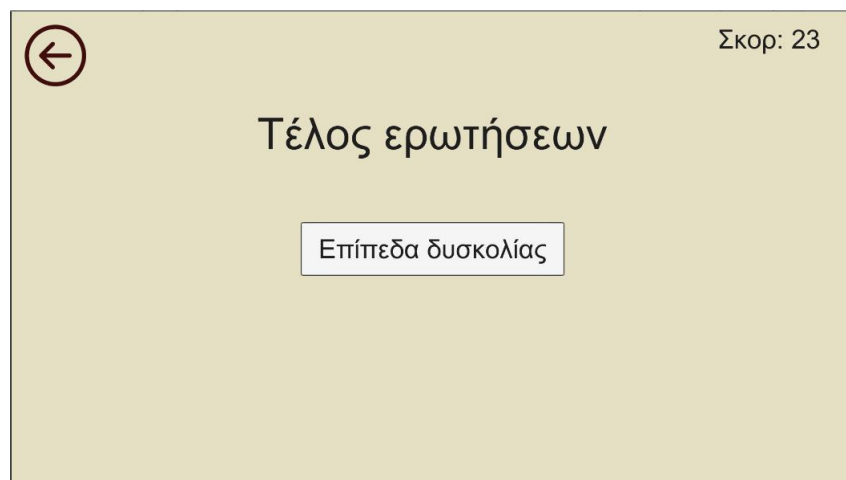
**Εικόνα 35.** Στιγμιότυπο οθόνης των επιπέδων δυσκολίας του παιχνιδιού "Κατανόηση προτάσεων"

Όταν ο χρήστης επιλέξει να παίξει κάποιο επίπεδο μεταβαίνει στην οθόνη που φαίνεται στην εικόνα 36, όπου παρουσιάζεται η τρίτη ερώτηση του πρώτου επιπέδου δυσκολίας. Το σκορ απεικονίζεται στην πάνω δεξιά γωνία και έχει ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά με το

προηγούμενο παιχνίδι. Επίσης, στην κάτω αριστερή γωνία υπάρχει το κουμπί, που άμα το πατήσει ο χρήστης ακούει την ακουστική οδηγία της άσκησης. Σε αυτό το παιχνίδι, η ακουστικά οδηγία περιέχει και την πρόταση, καθώς και την ερώτηση που αφορά μια πληροφορία της αντίστοιχης πρότασης. Επειδή το παιχνίδι κυρίως ενθαρρύνει την εξάσκηση κατανόησης του γραπτού λόγου, ο χρήστης, ακόμα και άμα ακούσει τις ακουστικές οδηγίες της άσκησης, θα πρέπει να προσπαθήσει να διαβάσει τις πιθανές απαντήσεις, καθώς προσφέρονται μόνο σε γραπτή μορφή. Όταν ο χρήστης ολοκληρώσει ένα επίπεδο δυσκολίας μεταβαίνει σε μία αντίστοιχη οθόνη με αυτήν που παρουσιάζεται στην εικόνα 34. Η αντίστοιχη οθόνη αυτού του παιχνιδιού φαίνεται στην εικόνα 37, όπου ο χρήστης έχει ολοκληρώσει ένα επίπεδο δυσκολίας και έχει κάνει σκορ 23.



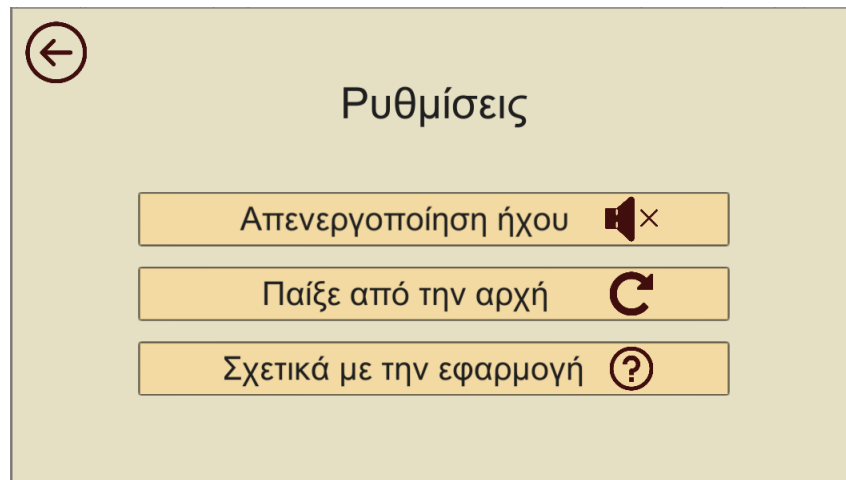
Εικόνα 36. Στιγμιότυπο οθόνης του επιπέδου δυσκολίας 1



Εικόνα 37. Στιγμιότυπο οθόνης μετά την ολοκλήρωση ενός επιπέδου δυσκολίας

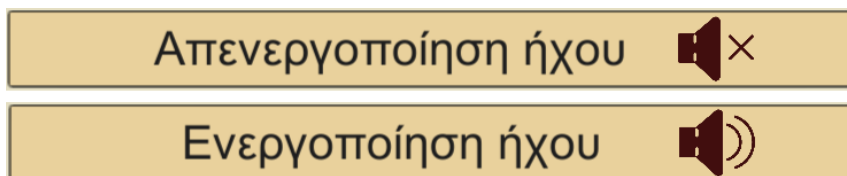
#### 4.7.4 Οθόνη ρυθμίσεων

Από την αρχική οθόνη, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταβεί στην οθόνη ρυθμίσεων, πατώντας το αντίστοιχο κουμπί. Σε αυτήν την οθόνη, υπάρχουν τρία κουμπιά που μπορεί να πατήσει ο χρήστης. Στην εικόνα 38 φαίνεται η οθόνη ρυθμίσεων, με ενεργή τη δυνατότητα ήχου.



**Εικόνα 38. Στιγμιότυπο της οθόνης ρυθμίσεων**

Το πρώτο κουμπί της παραπάνω οθόνης σχετίζεται με τη δυνατότητα ήχου στο παιχνίδι και αφορά τον ήχο επιτυχίας ή αποτυχίας που ακούγεται όταν ο χρήστης επιλέξει μία απάντηση σε μία ερώτηση. Η λειτουργία ήχου δεν επηρεάζει τις ακουστικές οδηγίες των ασκήσεων, καθώς θεωρείται διαφορετικός μηχανισμός του παιχνιδιού. Επιπλέον, η επιλογή του ήχου αποθηκεύεται στο ίδιο αρχείο δυαδικής μορφής με τα μέγιστα σκορ που κάνει ο χρήστης σε κάθε κατηγορία λέξεων ή επίπεδο δυσκολίας στη συσκευή του, ώστε να μη χρειάζεται ο χρήστης να εισέρχεται στην οθόνη ρυθμίσεων κάθε φορά που ανοίγει την εφαρμογή για να αλλάξει τη λειτουργία ήχου. Στην εικόνα 39 φαίνονται τα δύο πιθανά κουμπιά που επηρεάζουν τη λειτουργία του ήχου, ανάλογα με την επιλογή που έχει κάνει ο χρήστης.



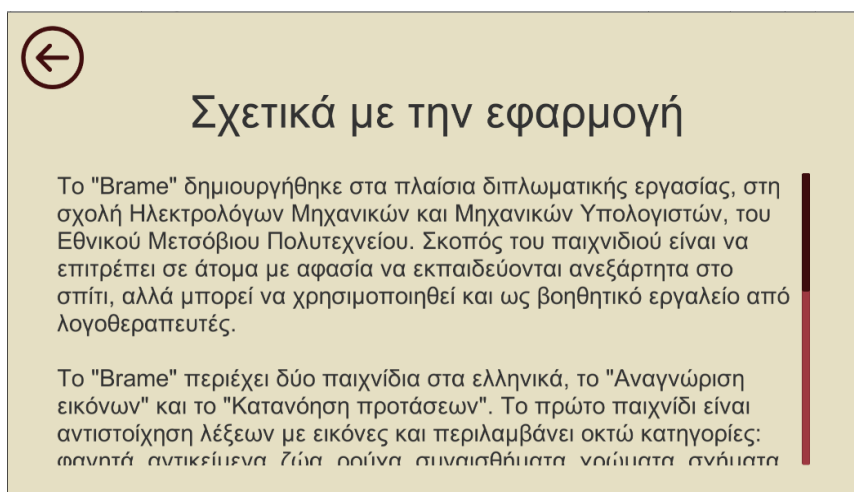
**Εικόνα 39. Το κουμπί που επηρεάζει τη λειτουργία του ήχου με τις δύο πιθανές προτιμήσεις του χρήστη**

Το αμέσως επόμενο κουμπί στην οθόνη ρυθμίσεων λέγεται "Παίξε από την αρχή". Ο σκοπός αυτού του κουμπιού είναι να μπορεί ο χρήστης να παίξει από την αρχή ολόκληρο το παιχνίδι άμα θέλει ή να χρησιμοποιηθεί το παιχνίδι για κάποιον άλλον ασθενή. Όταν πατηθεί το κουμπί, μηδενίζονται όλα τα σκορ που έχει κάνει ο χρήστης σε όλες τις κατηγορίες λέξεων και σε όλα τα επίπεδα δυσκολίας και το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων" κλειδώνει. Επίσης, η πρόοδος που μπορεί να είχε σημειώσει ο χρήστης σε ένα επίπεδο δυσκολίας ή σε μία κατηγορία λέξεων μηδενίζεται και η ερωτήσεις ξεκινάνε από την αρχή.

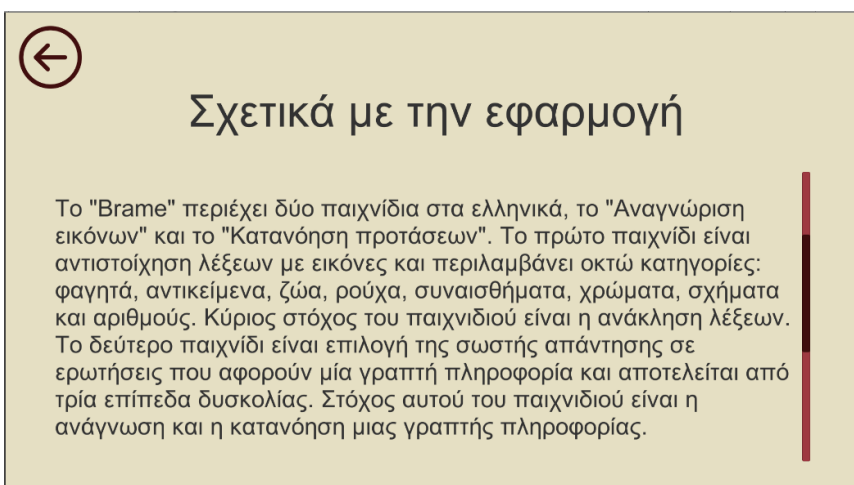
Το τελευταίο κουμπί στην οθόνη ρυθμίσεων είναι το "Σχετικά με την εφαρμογή" που οδηγεί σε μία άλλη οθόνη, στην οποία υπάρχει μία σύντομη περιγραφή του παιχνιδιού. Αυτή η οθόνη προορίζεται κυρίως για τους λογοθεραπευτές ή τους συγγενείς των ασθενών, που θα βοηθήσουν τους ασθενείς με αφασία να περιηγηθούν στο παιχνίδι, τουλάχιστον στην αρχή. Το κείμενο περιέχει μία σύντομη περιγραφή του στόχου των δύο παιχνιδιών που



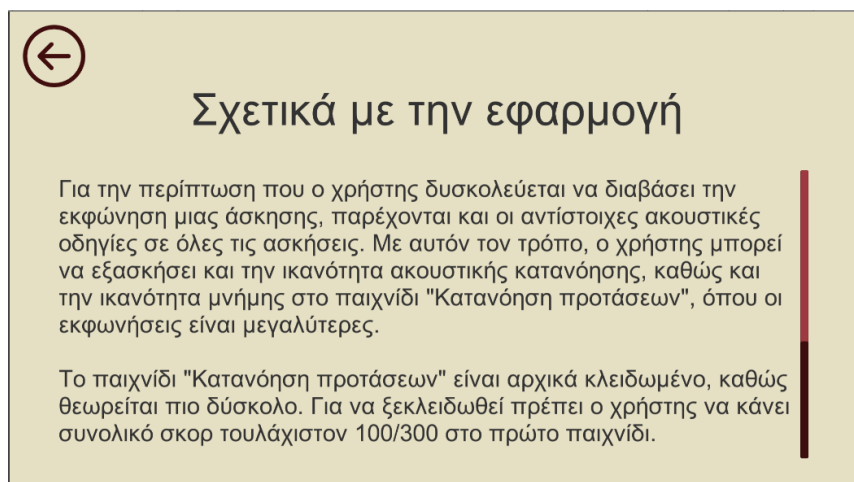
περιλαμβάνει η εφαρμογή, καθώς και μία περιγραφή της λειτουργίας των ακουστικών οδηγιών των ερωτήσεων και του μηχανισμού ξεκλειδώματος του παιχνιδιού "Κατανόηση προτάσεων". Η οθόνη περιγραφής του παιχνιδιού φαίνεται στις εικόνες 40, 41 και 42.



**Εικόνα 40. Στιγμιότυπο της οθόνης περιγραφής του παιχνιδιού "Brame"**



**Εικόνα 41. Στιγμιότυπο της οθόνης περιγραφής του παιχνιδιού "Brame"**



**Εικόνα 42. Στιγμιότυπο της οθόνης περιγραφής του παιχνιδιού "Brame"**

## 4.8 Προγραμματιστική περιγραφή του παιχνιδιού

Καθώς χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα C#, που είναι μία αντικειμενοστραφής γλώσσα, όλος ο κώδικας του παιχνιδιού "Brame" είναι χωρισμένος σε κλάσεις. Η κάθε κλάση επισυνάπτεται στο αντίστοιχο game object του παιχνιδιού και του δίνει κάποιες λειτουργίες. Πολλές κλάσεις του κώδικά μας παίρνουν ως είσοδο κάποια χαρακτηριστικά του παιχνιδιού, όπως είναι ένα κείμενο, ένας ήχος ή ένα ολόκληρο game object του παιχνιδιού, όπως είναι μία οθόνη, με σκοπό να επηρεάσει τη λειτουργία τους. Παρακάτω ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή των βασικών game objects και κλάσεων που δημιουργήθηκαν για το παιχνίδι μας.

Το παιχνίδι μας στο πρόγραμμα Unity αποτελείται από τέσσερις σκηνές. Η πρώτη σκηνή ονομάζεται "Persistent" και αποτελείται από μόνο ένα game object, το "DataController", στο οποίο έχει επισυναφτεί η κλάση "DataController". Η σκηνή αυτή του παιχνιδιού δεν είναι ορατή στον χρήστη. Η κλάση "DataController" παίρνει ως είσοδο όλα τα δεδομένα του παιχνιδιού που είναι όλες οι κατηγορίες λέξεων ή επίπεδα δυσκολίας του παιχνιδιού μαζί με όλες τις ερωτήσεις, απαντήσεις και ηχητικές οδηγίες κάθε άσκησης. Η κάθε κατηγορία λέξεων ή επίπεδο δυσκολίας υλοποιείται με μία λίστα, που περιέχει λίστα από όλες τις αντίστοιχες ερωτήσεις, ενώ η κάθε ερώτηση περιέχει λίστα με τις αντίστοιχες απαντήσεις. Όλες οι λίστες δημιουργήθηκαν με υποδεέστερες κλάσεις. Κάθε φορά που το παιχνίδι μας μεταβαίνει σε διαφορετική σκηνή, όλα τα game objects που ανήκουν σε αυτήν καταστρέφονται. Ωστόσο το game object "DataController" έχει φτιαχτεί ώστε να διατηρείται σε όλη τη διάρκεια που είναι ενεργή η εφαρμογή. Μέσω της κλάσης "DataController" φορτώνονται στο παιχνίδι τα αποθηκευμένα σκορ του χρήστη από το αρχείο δυαδικής μορφής και η επιλογή του ήχου του παιχνιδιού. Μέσω αυτής της κλάσης, επίσης, αποθηκεύονται νέες πληροφορίες στο αρχείο δυαδικής μορφής και μηδενίζονται όλα τα αποθηκευμένα σκορ. Τέλος, αποστέλλονται τα αντίστοιχα δεδομένα στις υπόλοιπες σκηνές του παιχνιδιού, όταν χρειάζεται, και στο ξεκίνημα της εφαρμογής φορτώνει τη σκηνή "MenuScreen".

Η σκηνή "MenuScreen" είναι στην ουσία η αρχική οθόνη που βλέπει ο χρήστης και περιλαμβάνει και τις ρυθμίσεις. Όλες οι λειτουργίες που πραγματοποιούνται σε αυτήν την οθόνη γίνονται μέσω του game object "MenuScreenController" που βρίσκεται σε αυτήν την σκηνή και στο οποίο έχει επισυναφτεί η κλάση "MenuScreenController". Η κλάση αυτή επηρεάζει όλα τα οπτικά μέρη του παιχνιδιού που σχετίζονται με το κλείδωμα του παιχνιδιού "Κατανόηση προτάσεων", με τα συνολικά σκορ που εμφανίζονται στην αρχική οθόνη και την εναλλαγή μεταξύ της αρχικής οθόνης και της οθόνης ρυθμίσεων, ενώ περιέχει συναρτήσεις για τις λειτουργίες όλων των κουμπιών που περιέχονται στην αρχική οθόνη και στην οθόνη ρυθμίσεων. Τις πληροφορίες που χρειάζεται η κλάση για να πραγματοποιήσει όλες αυτές τις λειτουργίες τις παίρνει από το game object "DataController". Όταν πατηθούν τα αντίστοιχα κουμπιά, η κλάση "MenuScreenController" φορτώνει αντίστοιχα τη σκηνή με το παιχνίδι "Αναγνώριση εικόνων" ή τη σκηνή με το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων".

Οι άλλες δύο σκηνές του παιχνιδιού είναι η Game\_1 και η Game\_2, που αντιστοιχούν στα παιχνίδια "Αναγνώριση εικόνων" και "Κατανόηση προτάσεων", και η κάθε σκηνή περιλαμβάνει όλες τις οθόνες που σχετίζονται με το αντίστοιχο παιχνίδι. Στην κάθε σκηνή

υπάρχει το game object "GameController", στο οποίο έχουν επισυναφτεί οι κλάσεις "GameController" και "GameController2" αντίστοιχα. Οι δύο αυτές κλάσεις ελέγχουν όλες τις λειτουργίες που σχετίζονται με τα παιχνίδια της εφαρμογής και έχουν λίγες διαφορές μεταξύ τους. Οι κλάσεις επηρεάζουν όλα τα οπτικά στοιχεία του παιχνιδιού που σχετίζονται με την εμφάνιση των μέγιστων σκορ του χρήστη, με τις ερωτήσεις και τις απαντήσεις κάθε άσκησης, με το σκορ κατά τη διάρκεια μίας κατηγορίας λέξεων ή ενός επιπέδου δυσκολίας και με την εναλλαγή μεταξύ των διαφόρων οθονών του κάθε παιχνιδιού. Επίσης, περιέχουν συναρτήσεις που αντιστοιχούν στις λειτουργίες όλων των κουμπιών που περιλαμβάνονται στο κάθε παιχνίδι, εκτός από τα κουμπιά που αντιστοιχούν στις απαντήσεις μιας άσκησης, που έχουν ξεχωριστές κλάσεις για κάθε παιχνίδι. Όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται οι κλάσεις για να πραγματοποιήσουν όλες αυτές τις λειτουργίες τις παίρνουν από το game object "DataController".

Για την εμφάνιση των απαντήσεων κάθε ερώτησης χρησιμοποιούνται ειδικά game objects, τα "AnswerButton" και "AnswerButton2", με τις αντίστοιχες κλάσεις. Αυτά τα game objects έχουν την οπτική μορφή των κουμπιών των απαντήσεων σε κάθε παιχνίδι και η διαφορά με όλα τα υπόλοιπα game objects, που έχουν δημιουργηθεί, είναι ότι εμφανίζονται πολλαπλά αντίγραφα του κάθε κουμπιού στην οθόνη, 6 για το παιχνίδι "Αναγνώριση εικόνων" και 4 για το παιχνίδι "Κατανόηση προτάσεων". Αυτά τα game objects λέγονται Prefabs και λειτουργούν ως καλούπι για τη δημιουργία πολλαπλών ίδιων game objects. Τα αντίγραφα των κουμπιών δημιουργούνται με την κλάση "SimpleObjectPool", η οποία φτιάχνει αντίστοιχα όσα "AnswerButton" ή "AnswerButton2" χρειάζονται για μία ερώτηση και στη συνέχεια τα αποθηκεύει ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν στην επόμενη ερώτηση. Μέσω του "GameController" μπαίνουν οι σωστές πληροφορίες στα κουμπιά των απαντήσεων, που αποθηκεύονται στις κλάσεις που έχουν επισυναφτεί στα κουμπιά, και γίνεται και η επαλήθευση των απαντήσεων.

Τέλος, μία άλλη χρήσιμη κλάση του κώδικα μας είναι η "PlayerInfo", στην οποία φορτώνονται όλα τα αποθηκευμένα στοιχεία της εφαρμογής κατά το άνοιγμά της, που βρίσκονται σε ένα αρχείο στη συσκευή του χρήστη. Κάθε φορά που ο χρήστης ολοκληρώνει ή σταματάει να παίζει μία κατηγορία λέξεων ή ένα επίπεδο δυσκολίας, ο αντίστοιχος "GameController" στέλνει πληροφορίες στον "DataController". Αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνουν το σκορ του χρήστη και το νούμερο της ερώτησης στην οποία σταμάτησε να παίζει ή μόνο το σκορ του χρήστη στην περίπτωση που γίνεται η σύγκριση για το αν είναι το μέγιστο. Οι πληροφορίες αυτές ενσωματώνονται στην κλάση "PlayerInfo" και από εκεί στη συνέχεια αποθηκεύονται στο δυαδικό αρχείο στη συσκευή του χρήστη. Στην εικόνα 43 παρατίθεται ενδεικτικά ο κώδικας της κλάσης "AnswerButton".

```

public class AnswerButton : MonoBehaviour
{
    public Image answerImage;           // the image of the answer button

    private AnswerData answerData;
    private GameController gameController; // we need this to check the button clicked

    // Use this for initialization
    void Start()
    {
        gameController = FindObjectOfType<GameController>();
    }

    // Set the image to the button
    public void Setup(AnswerData data)
    {
        answerData = data;
        answerImage.sprite = answerData.answerImage;
        gameObject.GetComponent<Outline>().effectColor = Color.black; // return the outline to the black color
    }

    // Check if the answer clicked was correct
    public void HandleClick()
    {
        gameController.AnswerButtonClicked(answerData.isCorrect, answerImage);
    }

    // Return if the button is correct or not
    public bool ReturnIfTheButtonIsCorrect()
    {
        return answerData.isCorrect;
    }
}

```

**Εικόνα 43. Ο κώδικας της κλάσης "AnswerButton"**

## **Κεφάλαιο 5: Σύνοψη και Μελλοντική Εργασία**

### **5.1 Σύνοψη**

Καθώς ο αριθμός των επιζώντων από εγκεφαλικό επεισόδιο μεγαλώνει, λόγω της βελτίωσης των υγειονομικών συστημάτων, αυξάνεται και η ανάγκη αντιμετώπισης των νοσηροτήτων που προκαλεί. Η συννοσηρότητα που μελετήθηκε σε αυτήν τη διπλωματική εργασία είναι η αφασία, που επηρεάζει διαφορετικούς τομείς της γλώσσας ανάλογα με τον τύπο της. Στις μέρες μας, έχουν αναπτυχθεί πολλά σοβαρά παιχνίδια για την αποκατάσταση της αφασίας που έχουν αναφερθεί ότι είναι χρήσιμα και μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση των γλωσσικών ικανοτήτων των ασθενών. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που έγινε στο δεύτερο κεφάλαιο έδειξε ότι δεν υπάρχουν παιχνίδια για την αντιμετώπιση της αφασίας στα ελληνικά κι επομένως κρίθηκε αναγκαία η δημιουργία ενός τέτοιου σοβαρού παιχνιδιού.

Το παιχνίδι μας είναι βασισμένο στον τύπο παιχνιδιών "quiz games" και ο σκοπός του είναι κυρίως να βοηθήσει του ασθενείς με αφασία να εξασκούνται ανεξάρτητα στο σπίτι ή να χρησιμοποιηθεί από λογοθεραπευτές ως βοηθητικό εργαλείο. Για το λόγο αυτό η διεπαφή του χρήστη σχεδιάστηκε με τρόπο που να είναι φιλικός σε ηλικιωμένα άτομα και οι ασκήσεις προσαρμόστηκαν στη χρήση λεξιλογίου που θεωρητικά είναι χρήσιμο για τους ασθενείς με αφασία.

Το παιχνίδι μας στοχεύει κυρίως στη βελτίωση της ικανότητας ανάκλησης λέξεων και στην κατανόηση γραπτού κειμένου, αλλά για να ενθαρρυνθούν οι ασθενείς που δυσκολεύονται με την ανάγνωση όλες οι ασκήσεις περιέχουν και ακουστικές οδηγίες της εκφώνησης. Στις ασκήσεις υπάρχει, επίσης, μία κλιμάκωση της δυσκολίας των ερωτήσεων, ώστε να μπορεί να απευθυνθεί η εφαρμογή σε ένα μεγαλύτερο εύρος ασθενών με αφασία. Επιπλέον, καθώς είναι πολύ σημαντικό να διατηρείται το ενδιαφέρον του χρήστη, το ένα παιχνίδι από τα δύο που προσφέρει η εφαρμογή είναι κλειδωμένο. Ωστόσο, οι όροι ξεκλειδώματος του συγκεκριμένου παιχνιδιού είναι εφικτοί ώστε να μην δυσφορήσει ο χρήστης και σταματήσει να παίζει. Μέσω της επίτευξης καλύτερων σκορ με την πάροδο του χρόνου, θεωρείται ότι ο χρήστης μπορεί να βελτιώσει τις γλωσσικές του ικανότητες και τελικά την ποιότητα της ζωής του.

Η ύπαρξη ενός τέτοιου εργαλείου, είτε για ανεξάρτητη είτε για συμπληρωματική εκπαίδευση, θεωρούμε ότι είναι πολύ σημαντική και ότι έχει μεγάλες δυνατότητες να βοηθήσει τα άτομα με αφασία, καθώς η δυνατότητα θεραπείας πρόσωπο με πρόσωπο είναι περιορισμένη και αρκετά δαπανηρή.

### **5.2 Μελλοντική Εργασία**

Η μελλοντική εργασία που μπορεί να υλοποιηθεί περιλαμβάνει τη βελτίωση του παιχνιδιού για να γίνει πιο ελκυστικό και αποτελεσματικό, καθώς και έρευνα σχετικά με το αν είναι κατάλληλο να βοηθήσει άτομα που έχουν βιώσει εγκεφαλικό επεισόδιο και έχουν αφασία.

Ένας τρόπος βελτίωσης του παιχνιδιού "Brame" είναι να εισαχθεί ένας αλγόριθμος μηχανικής μάθησης ο οποίος θα προτείνει ασκήσεις στο χρήστη ανάλογα με τις επιδόσεις του. Για παράδειγμα, αν ένας χρήστης τα πάει πολύ καλά στην κατηγορία λέξεων "Φαγητά" και όχι τόσο καλά στην κατηγορία λέξεων "Ζώα", τότε το παιχνίδι να του προτείνει περισσότερες ασκήσεις από τη δεύτερη κατηγορία λέξεων και λιγότερες από την πρώτη, ώστε να εξασκηθεί περισσότερο ο χρήστης με τις λέξεις που τον δυσκολεύουν.

Ένας άλλος τρόπος βελτίωσης είναι να προστεθούν ασκήσεις οι οποίες εξασκούν και άλλες γλωσσικές ικανότητες, όπως είναι η γραφή και η ομιλία, ώστε να παρέχει η εφαρμογή μας μία πιο σφαιρική αποκατάσταση της αφασίας. Επίσης, μπορούν να προστεθούν επιπλέον κατηγορίες λέξεων στο υπάρχων παιχνίδι, όπως είναι ρήματα και αθλήματα.

Μία άλλη πρόταση είναι να υπάρχει διαφορετικό σύστημα βαθμολόγησης, δηλαδή το σκορ να εξαρτάται από το χρόνο που κάνει ο χρήστης να απαντήσει σε μία ερώτηση. Επίσης, σημαντική βελτίωση της εφαρμογής θα είναι να αποθηκεύονται τα σκορ από τις πιο πρόσφατες προσπάθειες του χρήστη. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορεί να διαπιστωθεί άμα υπάρχει πραγματική βελτίωση του χρήστη και ίσως να αποτελέσει και ως κίνητρο για τον ασθενή, άμα βλέπει πιο αναλυτικά τη βελτίωση του.

Ένας άλλος τρόπος βελτίωσης της εφαρμογής είναι να μπορεί ο χρήστης να εισάγει τα στοιχεία ενός λογοθεραπευτή, ώστε να παρακολουθεί τα αποτελέσματα και ένας ειδικός γιατρός. Αυτό θα μπορούσε να υλοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Θα μπορούσε η συσκευή του χρήστη να στέλνει αυτόματα κάποιο μήνυμα στο κινητό τηλέφωνο του λογοθεραπευτή σχετικά με την πρόοδο του ασθενή. Ένας άλλος τρόπος είναι να υποστηριχθεί το παιχνίδι από έναν cloud server, όπου μπορούν να αποθηκεύονται τα αποτελέσματα της προσπάθειας των χρηστών σε μία βάση δεδομένων, στην οποία να έχει πρόσβαση ο λογοθεραπευτής.

Τέλος, μία πρόταση για το παιχνίδι είναι να υπάρχουν φωνητικές οδηγίες σε όλα τα κουμπιά ώστε να διευκολύνονται οι χρήστες που δυσκολεύονται πολύ να διαβάσουν, καθώς το περιβάλλον πρέπει να είναι όσο πιο φιλικό και ελκυστικό γίνεται για τους χρήστες για να συνεχίσουν να το παίζουν.

Αυτές είναι μόνο κάποιες από τις πιθανές προτάσεις που μπορούν να οδηγήσουν στη βελτίωση του παιχνιδιού μας. Η χρησιμότητα όμως της υπάρχουσας εφαρμογής μπορεί να επαληθευτεί μόνο με την αξιολόγηση λογοθεραπευτών και ατόμων με αφασία που θα χρησιμοποιήσουν το παιχνίδι. Επομένως, τίθεται αναγκαία η οργάνωση μιας μελέτης με ασθενείς που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο και έχουν αφασία, ώστε να γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις και βελτιώσεις που θα οδηγήσουν το παιχνίδι να μπορεί χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο αποκατάστασης της αφασίας.

## Βιβλιογραφία

- [1] Boehme, Amelia K., et al. "Stroke Risk Factors, Genetics, and Prevention." *Circulation Research*, vol. 120, no. 3, 3 Feb. 2017, pp. 472–495, 10.1161/circresaha.116.308398.
- [2] Feigin, Valery L., et al. "Global Burden of Stroke." *Circulation Research*, vol. 120, no. 3, 3 Feb. 2017, pp. 439–448, 10.1161/circresaha.116.308413.
- [3] "Stroke - Symptoms and Causes." *Mayo Clinic*, &nbsp;, 2018, <http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/stroke/symptoms-causes/syc-20350113>.
- [4] An, Sang Joon, et al. "Epidemiology, Risk Factors, and Clinical Features of Intracerebral Hemorrhage: An Update." *Journal of Stroke*, vol. 19, no. 1, 31 Jan. 2017, pp. 3–10, 10.5853/jos.2016.00864.
- [5] Macdonald, R Loch, and Tom A Schweizer. "Spontaneous Subarachnoid Haemorrhage." *The Lancet*, vol. 389, no. 10069, Feb. 2017, pp. 655–666, 10.1016/s0140-6736(16)30668-7.
- [6] Sidhartha, Jangala Mohan, et al. "Risk Factors for Medical Complications of Acute Hemorrhagic Stroke." *Journal of Acute Disease*, vol. 4, no. 3, 3 Aug. 2015, pp. 222–225, 10.1016/j.joad.2015.07.002.
- [7] Meschia, J. F., and T. Brott. "Ischaemic Stroke." *European Journal of Neurology*, vol. 25, no. 1, 21 Sept. 2017, pp. 35–40, 10.1111/ene.13409.
- [8] Babkair, Lisa A. "Cardioembolic Stroke: A Case Study." *Critical Care Nurse*, vol. 37, no. 1, Feb. 2017, pp. 27–39, 10.4037/ccn2017127.
- [9] Hisham, Nur Fatirul, and Ulvi Bayraktutan. "Epidemiology, Pathophysiology, and Treatment of Hypertension in Ischaemic Stroke Patients." *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, vol. 22, no. 7, Oct. 2013, pp. e4–e14, 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2012.05.001.
- [10] Herrington, William, et al. "Epidemiology of Atherosclerosis and the Potential to Reduce the Global Burden of Atherothrombotic Disease." *Circulation Research*, vol. 118, no. 4, 19 Feb. 2016, pp. 535–546, 10.1161/circresaha.115.307611.
- [11] Bustamante, Alejandro, et al. "Ischemic Stroke Outcome: A Review of the Influence of Post-Stroke Complications within the Different Scenarios of Stroke Care." *European Journal of Internal Medicine*, vol. 29, Apr. 2016, pp. 9–21, 10.1016/j.ejim.2015.11.030.
- [12] Polivka, Jiri, et al. "Risks Associated with the Stroke Predisposition at Young Age: Facts and Hypotheses in Light of Individualized Predictive and Preventive Approach." *EPMA Journal*, vol. 10, no. 1, 20 Feb. 2019, pp. 81–99, 10.1007/s13167-019-00162-5.

- [13] Guzik, Amy, and Cheryl Bushnell. "Stroke Epidemiology and Risk Factor Management." *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*, vol. 23, no. 1, Feb. 2017, pp. 15–39, 10.1212/con.0000000000000416.
- [14] Palmer, Rebecca, et al. "What Do People with Aphasia Want to Be Able to Say? A Content Analysis of Words Identified as Personally Relevant by People with Aphasia." *PLOS ONE*, vol. 12, no. 3, 27 Mar. 2017, p. e0174065, 10.1371/journal.pone.0174065.
- [15] Saxena, Sadhvi, and Argye E. Hillis. "An Update on Medications and Noninvasive Brain Stimulation to Augment Language Rehabilitation in Post-Stroke Aphasia." *Expert Review of Neurotherapeutics*, vol. 17, no. 11, 8 Sept. 2017, pp. 1091–1107, 10.1080/14737175.2017.1373020.
- [16] Sarno, M.T. "Aphasia☆." *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*, 2017, 10.1016/b978-0-12-809324-5.02991-6.
- [17] Acharya, Aninda B, and Michael Wroten. "Wernicke Aphasia." *Nih.Gov*, StatPearls Publishing, 10 June 2019, [www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441951/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441951/).
- [18] Acharya, Aninda B, and Michael Wroten. "Broca Aphasia." *Nih.Gov*, StatPearls Publishing, 10 June 2019, [www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK436010/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK436010/).
- [19] Madeira, Rui Neves, et al. "Designing Personalized Therapeutic Serious Games for a Pervasive Assistive Environment." *1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, IEEE, Nov. 2011.
- [20] Abad, Alberto, et al. "Automatic Word Naming Recognition for an On-Line Aphasia Treatment System." *Computer Speech & Language*, vol. 27, no. 6, Sept. 2013, pp. 1235–1248, 10.1016/j.csl.2012.10.003.
- [21] Palmer, Rebecca, et al. "Computer Therapy Compared With Usual Care for People With Long-Standing Aphasia Poststroke." *Stroke*, vol. 43, no. 7, July 2012, pp. 1904–1911, 10.1161/strokeaha.112.650671.
- [22] Gerber, Stephan Moreno, et al. "Therapist-Guided Tablet-Based Telerehabilitation for Patients With Aphasia: Proof-of-Concept and Usability Study." *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, vol. 6, no. 1, 26 Apr. 2019, p. e13163, 10.2196/13163.
- [23] "Aphasia Software." *Aphasia-Software.Com*, 2017, <https://aphasia-software.com>.
- [24] Palmer, Rebecca, et al. "Self-Managed, Computerised Speech and Language Therapy for Patients with Chronic Aphasia Post-Stroke Compared with Usual Care or Attention Control (Big CACTUS): A Multicentre, Single-Blinded, Randomised Controlled Trial." *The Lancet Neurology*, vol. 18, no. 9, Sept. 2019, pp. 821–833, 10.1016/s1474-4422(19)30192-9.
- [25] Wall, Kylie Janine, et al. "Using Technology to Overcome the Language Barrier: The Cognitive Assessment for Aphasia App." *Disability and Rehabilitation*, vol. 40, no. 11, 8 Mar. 2017, pp. 1333–1344, 10.1080/09638288.2017.1294210.
- [26] "Brain Injury Rehabilitation in Your Hands with Constant Therapy." *The Learning Corp*, 2019, <https://thelearningcorp.com/constant-therapy/>.



- [27] Des Roches, Carrie A., et al. "Effectiveness of an Impairment-Based Individualized Rehabilitation Program Using an iPad-Based Software Platform." *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 8, 5 Jan. 2015, 10.3389/fnhum.2014.01015.
- [28] Stark, Brielle C., and Elizabeth A. Warburton. "Improved Language in Chronic Aphasia after Self-Delivered iPad Speech Therapy." *Neuropsychological Rehabilitation*, vol. 28, no. 5, 29 Feb. 2016, pp. 818–831, 10.1080/09602011.2016.1146150.
- [29] "4 Aphasia Apps in 1: Language Therapy." *Tactus Therapy Solutions*, 2019, <https://tactustherapy.com/app/language/>.
- [30] "Reading Therapy App for Aphasia Rehabilitation after Stroke." *Tactus Therapy Solutions*, 2018, <https://tactustherapy.com/app/reading/>.
- [31] "Naming App for Aphasia Therapy on iPad." *Tactus Therapy Solutions*, 2017, <https://tactustherapy.com/app/naming/>.
- [32] "Comprehension Therapy App for Listening & Reading Words." *Tactus Therapy Solutions*, 2018, <https://tactustherapy.com/app/comprehension/>.
- [33] "Writing Therapy App for Aphasia Spelling Treatment." *Tactus Therapy Solutions*, 2018, <https://tactustherapy.com/app/writing/>.
- [34] Rybarczyk, Yves. "Lisling 3D: A Serious Game for the Treatment of Portuguese Aphasic Patients." *12th Conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe*, 2013.
- [35] Brandenburg, Caitlin, et al. "Barriers and Facilitators to Using the CommFit™ Smart Phone App to Measure Talk Time for People with Aphasia." *Aphasiology*, vol. 31, no. 8, 12 Aug. 2016, pp. 901–927, 10.1080/02687038.2016.1219016.
- [36] Brandenburg, Caitlin, et al. "The Development and Accuracy Testing of CommFit™, an iPhone Application for Individuals with Aphasia." *Aphasiology*, 7 Apr. 2015, pp. 1–19, 10.1080/02687038.2015.1028329.
- [37] Brandenburg, Caitlin, et al. "An Exploratory Investigation of the Daily Talk Time of People with Non-Fluent Aphasia and Non-Aphasic Peers." *International Journal of Speech-Language Pathology*, vol. 19, no. 4, 28 July 2016, pp. 418–429, 10.1080/17549507.2016.1209558.
- [38] Cherney, Leora R., et al. "Computerized Script Training for Aphasia: Preliminary Results." *American Journal of Speech-Language Pathology*, vol. 17, no. 1, Feb. 2008, pp. 19–34, 10.1044/1058-0360(2008/003).
- [39] Cherney, Leora R., and Anita S. Halper. "Novel Technology for Treating Individuals with Aphasia and Concomitant Cognitive Deficits." *Topics in Stroke Rehabilitation*, vol. 15, no. 6, Nov. 2008, pp. 542–554, 10.1310/tsr1506-542.
- [40] Cherney, Leora R., et al. "Computer-Based Script Training for Aphasia: Emerging Themes from Post-Treatment Interviews." *Journal of Communication Disorders*, vol. 44, no. 4, July 2011, pp. 493–501, 10.1016/j.jcomdis.2011.04.002.

- [41] Garcia, Manuel. "A Speech Therapy Game Application for Aphasia Patient Neurorehabilitation - A Pilot Study of an MHealth App." *Article in International Journal of Simulation: Systems, Science & Technology*, 2019, 10.5013/IJSSST.a.20.S2.05.
- [42] Kondapalli, Ananya, et al. "A Phonology-Free Mobile Communication App." *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 2 Apr. 2015, pp. 1–5, 10.3109/17483107.2015.1029539.
- [43] Brandenburg, Caitlin, et al. "Mobile Computing Technology and Aphasia: An Integrated Review of Accessibility and Potential Uses." *Aphasiology*, vol. 27, no. 4, Apr. 2013, pp. 444–461, 10.1080/02687038.2013.772293.
- [44] Singh, Rajinder. "An Overview of Android Operating System and Its Security Features." *Journal of Engineering Research and Applications Wwww.Ijera.Com*, vol. 4, no. 2, 2014, pp. 519–521.
- [45] Ableson, Frank. "Introduction to Android Development." *IBM Developer*, 2017, <https://developer.ibm.com/articles/os-android-devel/>.
- [46] Ventola, C Lee. "Mobile Devices and Apps for Health Care Professionals: Uses and Benefits." *P & T: A Peer-Reviewed Journal for Formulary Management*, vol. 39, no. 5, 2014, pp. 356–64, [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4029126/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4029126/).
- [47] Unity Technologies. "Game Engines - How Do They Work? - Unity." *Unity*, 2019, <https://unity3d.com/what-is-a-game-engine>.
- [48] Unity Technologies. "Store - Unity Store." *Unity Store*, 2019, <https://store.unity.com>.
- [49] ISO - International Organization for Standardization. "ISO/IEC 23270:2003." *ISO*, 2019, [www.iso.org/standard/36768.html](http://www.iso.org/standard/36768.html).
- [50] European Computer Manufacturers Association. "Standard ECMA-334." *Ecma-International.Org*, 2017, [www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-334.htm](http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-334.htm).
- [51] Microsoft. "Introduction to the C# Language and the .NET Framework." *Microsoft.Com*, 20 July 2015, <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/getting-started/introduction-to-the-csharp-language-and-the-net-framework>.
- [52] Prahm, Antonia. "Draw.io Diagramming in Confluence: Cheat Sheets for Beginners." *Draw.io*, 2019, <https://about.draw.io/draw-io-diagramming-in-confluence-cheat-sheets-for-beginners/>.