

Εισαγωγή στην τηλεοφθαλμολογία

Θ. Χατζημπαλής, Δ. Αλμαλιώτης, Μ. Γιόκα, Σ. Αλμπανίδου,
Α. Νικολαΐδου, Π. Ταλιμπτζή, Β. Καραμπατάκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι εφαρμογές της τηλεοφθαλμολογίας έχουν σαν στόχο να επιτρέπουν την πρόσβαση του ασθενούς σε ειδικούς οφθαλμιάτρους, ανά πάσα στιγμή και από οποιοδήποτε μέρος. Η πανδημία COVID-19 δημιούργησε μια ζήτηση για παροχή υγειονομικής περίθαλψης που περιορίζει την αυτοπρόσωπη εξέταση και την πιθανή έκθεση στον ιό. Η τηλεοφθαλμολογία επέτρεψε στους οφθαλμιάτρους να συνεχίσουν να φροντίζουν τους ασθενείς τους, διατηρώντας παράλληλα τους ίδιους και τους ασθενείς τους ασφαλείς. Αν και η τηλεοφθαλμολογία δεν αντικαθιστά την παραδοσιακή οφθαλμολογική περίθαλψη και εξακολουθεί να αντιμε-

τωπίζει προκλήσεις για την κατάλληλη εφαρμογή της, αποτελεί μια αποτελεσματική μέθοδο, διευκολύνοντας την κατάλληλη και έγκαιρη παροχή υπηρεσιών, ιδίως σε απομακρυσμένες ή περιοχές υπό ανάπτυξη. Η τηλεοφθαλμολογία αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία ως αποτελεσματικός τρόπος παροχής οφθαλμολογικής περίθαλψης παγκοσμίως, καθώς έχει ήδη χρησιμοποιηθεί σε πολλές χώρες για την παρακολούθηση ασθενών με σακχαρώδη διαβήτη (διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια), ηλικιακή εκφύλιση της ωχράς, γλαύκωμα κα. Σύμφωνα με μια βιβλιογραφική ανασκόπηση του 2021, εντοπίζεται πληθώρα εφαρμογών σε smartphones αποκλειστικά για τη φροντίδα των οφθαλμών με το ερώτημα να παραμένει για το ποιές είναι αξιόπιστες. Σκοπός του παρόντος άρθρου είναι μια εισαγωγή του αναγνώστη στον τομέα της τηλεοφθαλμολογίας, συμπεριλαμβανομένων και των τρεχουσών εξελίξεων σε επίπεδο έρευνας και νέων τεχνολογιών.

Λέξεις κλειδιά: τηλεοφθαλμολογία, τηλεϊατρική, διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια, ΗΕΩ, γλαύκωμα, κινητά τηλέφωνα.

Medical School, Aristotle University of Thessaloniki.

*Corresponding author: T. Chatzimpalis
e-mail: theodoschat@gmail.com*

Funding Statement

This research has been co-financed by the European Union and Greek national funds through the Operational Program Competitiveness Entrepreneurship and innovation under the call Research-Create-Innovate.



Co-financed by Greece and the European Union

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ ΓΕΝΙΚΑ

Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, Τηλεϊατρική είναι: «Η παροχή ιατρικής περίθαλψης – σε περιπτώσεις που η απόσταση είναι κρίσιμος παράγο-

ντας – από όλους τους επαγγελματίες του χώρου της Υγείας χρησιμοποιώντας τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών για την ανταλλαγή έγκυρης πληροφορίας για τη διάγνωση, αγωγή και πρόληψη ασθενειών, την έρευνα και εκτίμηση, όπως και τη συνεχή εκπαίδευση των λειτουργών Υγείας, αλλά και για όλα αυτά που βρίσκονται στο πεδίο ενδιαφέροντος για την αναβάθμιση των υπηρεσιών υγείας της κοινωνίας». Το βασικό νομικό πλαίσιο, που διέπει την λειτουργία της τηλεϊατρικής στην Ελλάδα είναι ο Νόμος 3984/2011, άρθρο 66, παρ. 16: «Οι υπηρεσίες τηλεϊατρικής παρέχονται εφόσον υφίσταται η δυνατότητα και με ευθύνη του θεράποντος ιατρού που αντιμετωπίζει το εκάστοτε περιστατικό. Ο θεράπων ιατρός, για λόγους προστασίας των προσωπικών δεδομένων, είναι υπεύθυνος να ζητά από τον ασθενή ή εφόσον αυτό δεν είναι δυνατό από συγγενή α' βαθμού, την ενυπόγραφη έγκριση

χρησιμοποίησης υπηρεσιών τηλεϊατρικής. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε ο θεράπων ιατρός χρησιμοποιεί υπηρεσίες τηλεϊατρικής κατά την κρίση του. Οι οδηγίες των Νοσοκομείων και Μονάδων Υγείας που παρέχουν υπηρεσίες Τηλεϊατρικής είναι συμβουλευτικές και σε καμία περίπτωση υποχρεωτικές». Η πλέον ολοκληρωμένη προσπάθεια που έχει γίνει μέχρι σήμερα ως προς τη χρήση και τη διείσδυση της τηλεϊατρικής τόσο στην κοινότητα των επαγγελματιών υγείας όσο και στον ωφελούμενο πληθυσμό, είναι το ΕΔΙΤ (Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής, Τμήμα 2ης ΥΠΕ Πειραιώς και Αιγαίου).¹⁵

Η **τηλεϊατρική** χρησιμοποιεί την εφαρμογή των σύγχρονων τεχνολογιών (τηλεπικοινωνιών, πληροφορικής) για να προσφέρει στους ασθενείς κλινική βοήθεια από απόσταση. Η τηλεϊατρική βοηθάει περισσότερο εκείνους που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, όταν ο ιατρός τους βρίσκεται σε άλλη περιοχή. Η χρήση



Εικόνα 1. Ο Σκευός Ζεθβός σε διαφορετικές ηλικίες.

των νέων τεχνολογιών επιτρέπει την εύκολη επικοινωνία του ιατρού με τον ασθενή μέσω της μετάδοσης του ήχου και της εικόνας.⁵⁻⁷

Πατέρας της τηλεϊατρικής θεωρείται, σύμφωνα με ορισμένους μελετητές, ο Σκεύος Ζερβός (Σκευοφύλαξ ή Σκεύος Ζερβός, 19 Ιανουαρίου 1875 - Αύγουστος 1966, Έλληνας χειρουργός, εθνικός αγωνιστής και πολιτικός).⁸⁻¹¹ (Εικόνα 1)

Οι όροι τηλε-υγεία και ηλεκτρονική υγεία που χρησιμοποιούνται μερικές φορές έχουν άλλη έννοια. Με τον όρο τηλεϊατρική αναφερόμαστε στην παροχή κλινικών υπηρεσιών, ενώ με τον όρο τηλε-υγεία σε κλινικές υπηρεσίες και μη κλινικές υπηρεσίες, οι οποίες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την εκπαίδευση και την έρευνα στην ιατρική επιστήμη. Ενώ ο όρος ηλεκτρονική υγεία προέρχεται από τον αντιστοιχο διεθνή όρο και περιλαμβάνει τη χρήση της πληροφορικής στη διαχείριση του ασθενή.

Η αποθήκευση και προώθηση στην τηλεϊατρική περιλαμβάνουν ιατρικά δεδομένα, όπως καρδιογραφήματα, ακτινογραφίες, υπερηχογραφήματα, MRI κ.ά. τα οποία μεταφέρονται μέσω των νέων τεχνολογιών στον ειδικό ιατρό για να εκτιμήσει την κατάσταση του ασθενούς και να δώσει την κατάλληλη θεραπεία.

Η απομακρυσμένη παρακολούθηση επιτρέπει την από μακριά παρατήρηση και παρακολούθηση των εξετάσεων του ασθενούς. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται κυρίως για χρόνια νοσήματα.

Ο όρος διαδραστική τηλεϊατρική αναφέρεται στη δυνατότητα της άμεσης επικοινωνίας μεταξύ του ασθενούς και του θεράποντος ιατρού π.χ. μέσω τηλεδιάσκεψης.¹²⁻¹⁷

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ

Η τηλεϊατρική είναι ένα χρήσιμο και αποδοτικό εργαλείο για ανθρώπους που ζουν σε απομακρυσμένες περιοχές, γιατί μπορούν να έχουν πρόσβαση σε ένα μεγάλο εύρος από υπηρεσίες υγείας, που σε άλλη περίπτωση

θα ήταν πολύ δύσκολο ή οικονομικά ασύμφορο να τις έχουν. Ακόμη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εκπαιδευτικό εργαλείο για την εκμάθηση των φοιτητών αλλά και του ιατρικού προσωπικού.

Το πρώτο διαδραστικό τηλεϊατρικό σύστημα, όπου πραγματοποιήθηκε η απομακρυσμένη διάγνωση και θεραπεία ασθενών, έλαβε χώρα το 1989 από την εταιρεία MedPhone, σηματοδοτώντας την εκκίνηση της τηλεϊατρικής.

Τηλε-νοσηλευτική

Χρήση των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής για την παροχή απαραίτητων νοσηλευτικών υπηρεσιών στον ασθενή (λεπτομερείς οδηγίες και επεξηγήσεις), με σκοπό τη σωστή εφαρμογή της καθορισμένης αγωγής του θεράποντος ιατρού.

Τηλε-φαρμακευτική

Παροχή σε απομακρυσμένους ασθενείς της απαιτούμενης φαρμακευτικής θεραπείας. Μια τέτοια εφαρμογή στη σύγχρονη ελληνική ιατρική πραγματικότητα είναι η άυλη συνταγογράφηση.^{12, 14}

Τηλε-αποθεραπεία

Κλινική εκτίμηση: εκτιμάται η κατάσταση υγείας του ασθενούς.

Κλινική θεραπεία: αξιολογείται η απαιτούμενη παροχή υπηρεσιών.

Τομείς αυτής της μεθόδου είναι η εργοθεραπεία, η λογοθεραπεία, η νευροψυχολογία και η φυσιοθεραπεία, που χρησιμοποιούνται σε ασθενείς που δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα ή το χρόνο ή βρίσκονται πολύ μακριά από τους θεράποντες ιατρούς.¹⁸⁻²¹

Τηλε-θεραπεία τραυματία

Παρέχεται η δυνατότητα στον ιατρό να αποφασίσει για τη μεταφορά ή όχι του ασθενούς στο πλησιέστερο νοσοκομείο και την παροχή θεραπευτικής αγωγής αν κρίνεται απαραίτητη.

Τηλε-καρδιολογία

Θεωρείται ο πρώτος ιατρικός τομέας που εφαρμόστηκε η τηλεϊατρική. Ο Williem Einthoven, εφευρέτης των τηλεγραφημάτων, μετέφερε ιατρικά δεδομένα του από το νοσοκομείο στο εργαστήριό του.

Τηλε-ψυχιατρική

Χρησιμοποιείται η τηλε-συνδιάσκεψη για ασθενείς που διαμένουν μακριά ή σε δυσπρόσιτες περιοχές, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να έχουν πρόσβαση σε ψυχιατρικές υπηρεσίες.

Τηλε-ακτινολογία

Η τηλε-ακτινολογία βασίζεται στην ικανότητα του διαδικτύου να μεταφέρει τις MRI, αξονικές τομογραφίες ή ακτινολογικές εικόνες. Αποτελεί την πιο συνηθισμένη υπηρεσία της τηλεϊατρικής αντιστοιχώντας στο 50% του συνολικού όγκου εργασιών.¹⁹⁻²⁵

Τηλε-παθολογία

Μεταφορά παθολογικών (και μικροβιολογικών) εξετάσεων για τη γνωμάτευση και θεραπεία από απόσταση.

Τηλε-δερματολογία

Αποτελεί μια από τις διαδεδομένες υπηρεσίες της τηλεϊατρικής. Οι δερματολόγοι Perednia και Brown ήταν οι πρώτοι που επινόησαν τον όρο τηλε-δερματολογία το 1995.

Τηλε-οδοντιατρική

Θεραπευτικές συμβουλές μπορούν να βοηθήσουν σε περιστατικά που δεν χρειάζονται χειρουργική (οδοντιατρική) αντιμετώπιση.

Τηλε-ακουολογία

Αξιοποιείται η τεχνολογία για να προσφερθούν στους απομακρυσμένους ασθενείς οι ιατρικές υπηρεσίες της ακουολογίας.

Εξοπλισμός

Κάθε μονάδα τηλεϊατρικής αποτελείται από έναν ειδικά διαμορφωμένο θάλαμο, κάμερα υψηλής ευκρίνειας (εικόνα 2), οθόνη και ειδικά ιατρικά όργανα, που αναμεταδίδουν ζωντανά τις ενδείξεις των εξετάσεων. Οι ιατροί και οι ασθενείς π.χ. στα νησιά μπορούν να επικοινωνούν άμεσα με ιατρούς/συμβούλους των νοσοκομείων π.χ. της Αθήνας, χωρίς να χρειάζεται να μετακινηθούν. Κάθε εξειδικευμένος ιατρός-σύμβουλος μπορεί να έχει αυτόματα στη διάθεσή του όλες τις ενδείξεις από τις εξετάσεις.²¹⁻²⁶



Εικόνα 2. Κάμερα υψηλής ευκρίνειας.

ΤΗΛΕΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑ

Οι εφαρμογές της τηλεοφθαλμολογίας έχουν σαν στόχο να επιτρέπουν την πρόσβαση του ασθενούς σε ειδικούς οφθαλμιάτρους αλλά και οφθαλμολογικά μηχανήματα, ανά πάσα στιγμή και από οποιοδήποτε μέρος. Όπως και στις περισσότερες εφαρμογές τηλεϊατρικής τα κύρια στοιχεία ενός συστήματος τηλεοφθαλμολογίας είναι το σύστημα ανάκτησης-πληροφορίας και ψηφιοποίησης και το σύστημα μετάδοσης. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται ψηφιακές φωτογραφικές συσκευές συνδεδεμένες σε οφθαλμολογικά εξεταστήρια επιτρέποντας έτσι την ανάκτηση οφθαλμολογικών εικόνων υψηλής διακριτικής ικανότητας.

Η τεχνολογία της πληροφορικής και των επικοινωνιών έχει εισχωρήσει ταχύτατα σε διάφορες πτυχές της σύγχρονης ζωής, συμπεριλαμβανομένης της ιατρικής και των θεμάτων που σχετίζονται με την υγεία. Η τηλεοφθαλμολογία μπορεί να είναι μια από τις πιο δύσκολες εφαρμογές της τηλεϊατρικής, δεδομένης της ανάγκης για τυποποιημένες και υψηλής ευκρίνειας ψηφιακές εικόνες ή αποτελεσμάτων αυτοεξέτασης (ΜΑΡΑ). Αν και η τηλεοφθαλμολογία δεν αντικαθιστά την παραδοσιακή οφθαλμολογική περίθαλψη και εξακολουθεί να αντιμετωπίζει προκλήσεις για την κατάλληλη εφαρμογή της, αποτελεί μια αποτελεσματική μέθοδο, διευκολύνοντας την κατάλληλη και έγκαιρη παροχή υπηρεσιών, ιδίως σε απομακρυσμένες ή/και περιοχές υπό ανάπτυξη.²⁷

Η τηλεοφθαλμολογία αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία ως αποτελεσματικός τρόπος παροχής οφθαλμολογικής περίθαλψης παγκοσμίως. Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, η τηλεοφθαλμολογία χρησιμοποιείται για την παροχή ποιοτικής οφθαλμολογικής περίθαλψης στον υπο-εξυπηρετούμενο αστικό πληθυσμό και στον μη εξυπηρετούμενο απομακρυσμένο αγροτικό πληθυσμό. Με την πάροδο των ετών, οι τεχνολογικές καινοτομίες οδήγησαν στην πρόοδο της τηλεοφθαλμολογίας που εξελίσσεται σε ερευνητικό και κλινικό εργαλείο. Στην πλειονότητα των μελετών αναφέρεται υψηλό επίπεδο ικανοποίησης και αποδοχής από τους ασθενείς λόγω **της αυξημένης προσβασιμότητας και της μείωσης του κόστους και του χρόνου μετακίνησης**.²⁸

Τα τελευταία χρόνια, οι νέες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στον τομέα της οφθαλμολογίας αναπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς. Ωφελημένοι από αυτές τις εξελίξεις είναι **η τηλεοφθαλμολογία και τα εξειδικευμένα smartphones**, τα οποία έχουν επιτρέψει στους επαγγελματίες να επιτυγχάνουν βέλτιστα αποτελέσματα με μειωμένο χρόνο και κόστος. Για τις τεχνολογίες αυτές έχουν εφαρμοστεί διάφοροι κανόνες και κανονισμοί προκειμένου να πλαισιωθούν με την κατάλληλη δεοντολογία.²⁹

Η σύγχρονη οφθαλμολογική πρακτική στο Ηνωμένο Βασίλειο βρίσκεται αντιμέτωπη με τις προκλήσεις ενός γηράσκοντος πληθυσμού, της αυξανόμενης επικράτησης συστηματικών παθολογιών με οφθαλμολογικές εκδηλώσεις και των επείγουσων θεραπειών που είναι επαναστατικές αλλά εξαρτώνται από την έγκαιρη παρακολούθηση και διάγνωση. Αυτό αντιπροσωπεύει μια τεράστια επιβάρυνση όχι μόνο για τις διαγνωστικές υπηρεσίες αλλά και για την ικανότητα διαχείρισης και επιτήρησης στα εξωτερικά ιατρεία. Η χρήση της τηλεοφθαλμολογίας παρουσιάζει μια τεράστια ευκαιρία για τη διαχείριση της σταθερά αυξανόμενης ζήτησης για οφθαλμολογική περίθαλψη τόσο στο Ηνωμένο Βασίλειο όσο και στη χώρα μας.³⁰

Σε μια μελέτη για την Τηλεοφθαλμολογία στη Φλόριντα διαπίστωσαν ότι τα προγράμματα Τηλεοφθαλμολογίας επεκτείνονται, αλλά δεν έχουν προσαρμοστεί σε πολλά τμήματα επειγόντων περιστατικών (ΤΕΠ) των Ηνωμένων Πολιτειών. Τα προγράμματα αυτά θα μπορούσαν να επιτρέψουν την ανάπτυξη νέων στρατηγικών για τη βελτίωση της πρόσβασης στην οφθαλμολογική περίθαλψη σε περιοχές με περιορισμένους πόρους.³¹

Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και **με τον ηλικιωμένο πληθυσμό**. Πρόσφατα μελέτες δείχνουν ότι οι πάροχοι πρωτοβάθμιας περίθαλψης σε συνεργασία με τους οφθαλμιάτρους θα μπορούσαν να παρέχουν αποτελεσματικότερη οφθαλμολογική φροντίδα στον ηλικιωμένο πληθυσμό, χρησιμοποιώντας με κατάλληλο τρόπο την τηλεοφθαλμολογία.³²

Στην πόλη Σάο Πάολο της Βραζιλίας πραγματοποιήθηκε μια μελέτη για την αξιολόγηση μιας στρατηγικής υγειονομικής περίθαλψης που βασίζεται στην τηλεοφθαλμολογία. Οι μονάδες παρέπεμπαν ασθενείς οι οποίοι είχαν διαβήτη ή υψηλή αρτηριακή πίεση, για εξέταση βυθού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μπορούσαν να παραχθούν οφθαλμικές εικόνες καλής ποιότητας για τον έλεγχο οφθαλμικών παθήσεων. Αυτό το γεγονός δείχνει ότι το σύστημα αυτό θα μπορούσε να

αποτελέσει ένα οικονομικό και αξιόπιστο εργαλείο στις αναπτυσσόμενες χώρες.³³

Μια μελέτη σχετικά με την τηλεοφθαλμολογία διεξήχθη στην περιοχή Lahaul και Spiti του Himachal Pradesh, μια φυλετική περιοχή, που βρίσκεται σε υψόμετρο από 10.000 έως 15.000 πόδια (το άρθρο είναι αγγλόφωνο) και αποκομμένη από την υπόλοιπη χώρα για σχεδόν 6 μήνες κάθε χρόνο, λόγω των ισχυρών χιονοπτώσεων στα ορεινά περάσματα. Ελλείπει οφθαλμιάτρου, η παροχή οφθαλμολογικής περίθαλψης είναι ουσιαστικά ανύπαρκτη. Η μελέτη (μέρος ενός ερευνητικού προγράμματος που χρηματοδοτήθηκε από το Ινδικό Συμβούλιο Ιατρικής Έρευνας) διεξήχθη με σκοπό τη διερεύνηση της τηλεοφθαλμολογίας ως μοντέλου για την ανίχνευση οφθαλμικών παθήσεων του οπίσθιου πόλου σε τέτοιες φυλετικές και δυσπρόσιτες περιοχές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τηλεοφθαλμολογία σε αυτές τις περιοχές είναι ένα κατάλληλο εργαλείο, με το οποίο μπορούν να ανιχνευθούν σε πρώιμα στάδια πολλές οφθαλμικές παθήσεις.³⁴

Περίοδος COVID-19

Η περίοδος της πανδημίας COVID-19 έδωσε μεγάλη ώθηση στην τηλεοφθαλμολογία και στην τεχνητή νοημοσύνη.³⁵ Ειδικά η τηλεοφθαλμολογία αποδείχθηκε ότι βοήθησε κατά τη διάρκεια της πανδημίας και μπορεί ενδεχομένως να βοηθήσει και στο μέλλον τον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης να αντιμετωπίσει τους περιορισμούς που επιβάλλει μια ιογενής πανδημία, μέσω της τεχνολογίας.³⁶

Η πανδημία COVID-19 δημιούργησε μια ζήτηση για παροχή υγειονομικής περίθαλψης που περιορίζει την αυτοπρόσωπη εξέταση και την πιθανή έκθεση στον ιό. Η τηλεοφθαλμολογία επέτρεψε στους οφθαλμιάτρους να συνεχίσουν να φροντίζουν τους ασθενείς τους, διατηρώντας παράλληλα τους ίδιους και τους ασθενείς τους ασφαλείς. Αν και εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις, η πανδημία επιτάχυνε την υιοθέτηση της τηλεοφθαλμολογίας. Ως αποτέλεσμα, η τηλεοφθαλμο-

λογία θα διαδραματίσει αναπόσπαστο ρόλο στην παροχή υψηλής ποιότητας αποτελεσματικής φροντίδας στο μέλλον και σε αντίστοιχες συνθήκες.³⁷ Ωστόσο, ένα ερώτημα παραμένει στους ερευνητές: μπορεί να βελτιώσει και την ισότητα στην υγεία;³⁸

Οι υπηρεσίες τηλεοφθαλμολογίας με τροφοδότηση πληροφοριών αλλά επίσης και, ολοένα και περισσότερο, με απευθείας σύνδεση έχουν αποδείξει τη χρησιμότητά τους, αλλά και τη καλή σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας τους σε πολλές χώρες διεθνώς. Η τηλεοφθαλμολογία απέκτησε πρωτοφανή άνοδο στη Νέα Ζηλανδία κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 και του επακόλουθου αποκλεισμού. Εκτός των άλλων η επένδυση σε στρατηγικές συμπράξεις και τεχνολογία σε εθνικό επίπεδο μπορεί να ωθήσει την ισότητα της υγείας στην οφθαλμολογική περίθαλψη.³⁹

Η πανδημία COVID-19 αύξησε επίσης σημαντικά τη χρήση της ζωντανής τηλεοφθαλμολογίας και στο NHS Forth Valley. Οι έρευνες συμπληρώθηκαν για 164 από τις 250 (66%) τηλεοφθαλμολογικές διαβουλεύσεις κατά την περίοδο της μελέτης. Αναλύθηκαν δεδομένα για τις περιόδους πριν και κατά τη διάρκεια του εγκλεισμού. Οι έρευνες ήταν σημαντικά περισσότερες κατά τη διάρκεια του εγκλεισμού από ότι πριν.⁴⁰

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Λόγω των πολλών περιορισμών που επιβλήθηκαν κατά τη διάρκεια της έκτακτης ανάγκης COVID-19, οι συνήθεις κλινικές δραστηριότητες διακόπηκαν απότομα με σκοπό τον περιορισμό της κυκλοφορίας του ιού. Τα έκτακτα μέτρα περιορισμού είχαν δραματικές επιπτώσεις στην ανάληψη και την παρακολούθηση των οφθαλμολογικών εξωτερικών ασθενών. Προκειμένου να διασφαλιστεί η σωστή παρακολούθηση και η συνήθης φροντίδα, το παιδοοφθαλμολογικό τμήμα του νοσοκομείου Rovereto (Βορειοανατολική Ιταλία), με την υποστήριξη του Κέντρου Ικανότητας για την Ψη-

φιακή Υγεία TrentinoSalute4.0, σχεδίασε και εφάρμοσε την ψηφιακή πλατφόρμα **TreC Oculistica**. Το σύστημα αποτελείται από μια διαδικτυακή διεπαφή κλινικού ιατρού και μια εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα ασθενών. Οι κλινικοί ιατροί μπορούν να αξιολογούν τους εξωτερικούς ασθενείς με την εφαρμογή και κάποιες προκαταρκτικές μετρήσεις. Η μελέτη δοκίμασε μια καινοτόμο ψηφιακή λύση στο πλαίσιο της τηλεοφθαλμολογίας και αποτέλεσε την πρώτη αντίστοιχη εμπειρία στο ιταλικό σύστημα υγειονομικής περίθαλψης.⁴¹

Με την πρόσφατη αύξηση της τηλεοφθαλμολογίας λόγω της νόσου των κοροναϊών, η υγειονομική περίθαλψη χρειάστηκε ακριβείς και αξιόπιστες μεθόδους ελέγχου της οπτικής οξύτητας από απόσταση. Η οπτική οξύτητα μετρήθηκε α) από την εφαρμογή GoCheck Kids για κινητά τηλέφωνα, β) με το HOTV-ATS, από το προσωπικό της μελέτης Amblyopia Treatment Study (ATS) και γ) με το κανονικό πρωτόκολλο οφθαλμολογικής κλινικής, από έναν ειδικό οφθαλμίατρο. Τα ποσοστά των οφθαλμών που μετρήθηκαν με την εφαρμογή GoCheck Kids και που είχαν οπτική οξύτητα με απόκλιση έως 1 γραμμή, σε σχέση με την HOTV-ATS ήταν 65,3% και σε σχέση με την οπτική οξύτητα του πρωτοκόλλου της κλινικής 86,7%, αποτελώντας ένα αξιόπιστο επίτευγμα.⁴² Επίσης, πραγματοποιήθηκε μελέτη για τον εντοπισμό και την επικύρωση εφαρμογών οπτικής οξύτητας (OO) που βασίζονται σε smartphone και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια πύλη τηλεοφθαλμολογίας. Από τα συμπεράσματα της μελέτης προκύπτει ότι οι εφαρμογές που βασίζονται σε smartphone ήταν εύκολο να μεταφορτωθούν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της OO των ασθενών από απόσταση και κοντά. Η επίδραση της ηλικίας και του διαθλαστικού σφάλματος θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.⁴³

Επί του παρόντος, σύμφωνα με μια βιβλιογραφική ανασκόπηση του 2021, εντοπίζονται πληθώρα εφαρμογών σε smartphones αποκλειστικά για τη φροντίδα των οφθαλμών. Το 53% είναι διαθέσιμο σε iPhone, το 44% σε

Android και 3% και στα δύο. Το 32% των εφαρμογών σχεδιάστηκαν για την αξιολόγηση της οπτικής οξύτητας. Από αυτές, οι 7 περιελάμβαναν επιπλέον οφθαλμολογικές εξετάσεις πέραν της οπτικής οξύτητας, κι άλλες 5 εφαρμογές αφορούσαν αποκλειστικά την κοντινή όραση για την ανίχνευση της ηλικιακής εκφύλισης της ωχράς και της διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας. Άλλες εφαρμογές ανιχνεύουν αχρωματοψία, παρέχουν βοηθήματα χαμηλής όρασης και εκπαιδεύουν ασθενείς.

Επίσης κάποιες εφαρμογές (13%) σχεδιάστηκαν για ασκήσεις χαλάρωσης των οφθαλμών, ενώ κάποιες άλλες (12%) για επαγγελματική εκπαίδευση **-ηλεκτρονικά βιβλία, βίντεο και εγχειρίδια έκτακτης ανάγκης**.⁴⁴

Μερικά παραδείγματα έγκυρων εφαρμογών περιγράφονται ενδεικτικά παρακάτω:

H Smart Optometry - Eye Tests for Professionals App, συγκεντρώνει διάφορα τεστ ελέγχου της όρασης συμπεριλαμβανομένης και της οπτικής οξύτητας.⁴⁵

Κάποιες εφαρμογές ασχολούνται αποκλειστικά με την εξέταση της *οπτικής οξύτητας* του ασθενούς. Τέτοια παραδείγματα είναι: **H AAPOS Vision Screening, η Easee, η Eye chart pro, η Peek Acuity App, η Eyesnellen app, η Kay ISight Test Professional App, κ.α.**⁴⁶⁻⁵²

Η **Peek Smartphone Amsler** είναι συσκευή επικεντρωμένη μόνο στη δοκιμασία Amsler.⁵³

Η **Aston app** και η **Peek CS** αποτελούν εφαρμογές για την αυτό-αξιολόγηση του ασθενούς στην ευαισθησία στις αντιθέσεις φωτεινότητας (contrast sensitivity).⁵⁴⁻⁵⁵

Εξειδικευμένες για την ταχύτητα ανάγνωσης είναι οι συσκευές **MNREAD, Mobile reading test app και Self test app for reading speed**.⁵⁶⁻⁵⁸

ΚΟΣΤΟΣ-ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν λίγες μελέτες κόστους-χρησιμότητας και κόστους-αποτελεσματικότητας για συστήματα ηλεκτρονικής υγείας. Ορισμένες με-

λέτες κόστους-αποτελεσματικότητας καταδεικνύουν ότι η τηλεϊατρική μπορεί να μειώσει το κόστος. Μεταξύ των κύριων περιορισμών των οικονομικών αξιολογήσεων των συστημάτων τηλεϊατρικής είναι η έλλειψη τυχαιοποιημένων δοκιμών ελέγχου, τα μικρά μεγέθη δείγματος και η απουσία δεδομένων ποιότητας και κατάλληλων μέτρων.⁵⁹

Μια πρόσφατη μελέτη στη Νέα Ζηλανδία έδειξε ότι 173.766 Νεοζηλανδοί πάσχουν από προβλήματα όρασης. Το σχετικό κόστος του συστήματος υγείας ανέρχεται σε 523 εκατομμύρια δολάρια συνολικά ή 3.008 δολάρια ανά άτομο. Ωστόσο, το ογδόντα τοις εκατό (80%) της τύφλωσης μπορεί να αποφευχθεί εάν εντοπιστεί εγκαίρως. Οι υπηρεσίες δημόσιας υγείας έχουν αυξανόμενο φόρτο εργασίας, αλλά περιορίζονται επίσης από υλικούς και τεχνικούς πόρους. Η τηλεοφθαλμολογία λειτουργεί βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα του ελέγχου, της παρακολούθησης και της ενσωμάτωσης της οφθαλμολογικής περίθαλψης και επιπλέον μειώνοντας τις παραπομπές έως και 40%.⁶⁰

ΔΙΑΒΗΤΙΚΗ ΑΜΦΙΒΛΗΣΤΡΟΕΙΔΟΠΑΘΕΙΑ

Η τηλεοφθαλμολογία έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές χώρες για την αντιμετώπιση του εύρους του προβλήματος που προκύπτει από τη διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια. Η ανάδειξη του διαβήτη σε παγκόσμια επιδημία συνοδεύεται από την αύξηση των επιπλοκών του αμφιβληστροειδούς που σχετίζονται με τον διαβήτη. Η διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια, εάν δεν εντοπιστεί και δεν αντιμετωπιστεί, μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή οπτική εξασθένιση και να επηρεάσει την παραγωγικότητα και την ποιότητα ζωής του ατόμου. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια παραμένει μία από τις κύριες αιτίες απώλειας της όρασης στον πληθυσμό της εργάσιμης ηλικίας. Η τηλεοφθαλμολογία είναι ένα καινοτόμο μέσο αξιολόγησης για τη διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια, που επιτρέπει τον εντοπισμό των οφθαλμών που κινδυνεύουν από απώλεια όρασης, διατηρώντας έτσι

την όραση και μειώνοντας τη συνολική επιβάρυνση του συστήματος υγειονομικής περίθαλψης.

Πολυάριθμες μελέτες παγκοσμίως έχουν διαπιστώσει ότι η τηλεοφθαλμολογία αποτελεί αξιόπιστη και οικονομικά αποδοτική εναλλακτική λύση έναντι των παραδοσιακών κλινικών εξετάσεων, μειώνοντας τα εμπόδια πρόσβασης σε εξειδικευμένη οφθαλμολογική περίθαλψη τόσο σε αγροτικές όσο και σε αστικές κοινότητες. Στις εφαρμογές τηλεοφθαλμολογίας για τη διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια, είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται τυποποιημένα πρωτόκολλα για την απόκτηση και την αξιολόγηση της εικόνας. Καινοτόμες τεχνολογίες απεικόνισης, όπως η απεικόνιση υπερευρυγώνιου πεδίου, έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν σημαντικά οφέλη.⁶¹

Αν και ο επιπολασμός όλων των σταδίων της διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας μειώνεται από το 1980 σε πληθυσμούς με βελτιωμένο έλεγχο του σακχαρώδη διαβήτη, ο ακατέργαστος επιπολασμός της οπτικής εξασθένισης και της τύφλωσης που προκαλείται από τη διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια παγκοσμίως αυξήθηκε μεταξύ του 1990 και του 2015, κυρίως λόγω του αυξανόμενου επιπολασμού του διαβήτη τύπου 2, ιδίως σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος. Οι νέες τεχνολογίες, όπως η τηλεοφθαλμολογία για την εξ αποστάσεως ταξινόμηση και η τεχνητή νοημοσύνη για την αυτοματοποιημένη ανίχνευση και ταξινόμηση της διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας, αλλάζουν τις στρατηγικές ελέγχου και βελτιώνουν τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας.⁶²

Η Αμερικανική Ένωση Τηλεϊατρικής έχει δώσει συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές για τις τηλεθεραπευτικές πρακτικές σε σχέση με τη διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια. Ο τηλε-έλεγχος φαίνεται να είναι μια οικονομικά αποδοτική, ακριβής και αξιόπιστη μέθοδος για τον έλεγχο της διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας. Όπως αποδείχθηκε σε μελέτες στις ΗΠΑ η χρήση της τηλεϊατρικής για τον έλεγχο του αμφιβληστροειδούς ήταν επωφελής και οικονομικά αποδοτική για τη διαχείριση του σακχαρώδη διαβήτη, με έναν αυ-

ξητικό λόγο κόστους-αποτελεσματικότητας. Ομοίως, η χρήση τηλε-παρακολούθησης και τηλεφωνικών υπενθυμίσεων ήταν οικονομικά αποδοτική στη διαχείριση των ασθενών με σακχαρώδη διαβήτη.⁶³⁻⁶⁵ Πέρα από τις δυνατότητες απεικόνισης και η λειτουργική εκτίμηση παρέχει μια συνθήκη παρακολούθησης αυτών των ασθενών από απόσταση.

ΩΧΡΑ ΚΗΛΙΔΑ - ΑΜΦΙΒΛΗΣΤΡΟΕΙΔΗΣ

Η Τηλεοφθαλμολογία σε σύγκριση με τα δύο χρυσά πρότυπα (η αξιολόγηση της ακριβείας της ανίχνευσης του οιδήματος της ωχράς κηλίδας απαιτεί τη χρήση δύο χρυσών προτύπων, την κλινική εξέταση με βιομικροσκόπηση στη σχισμοειδή λυχνία και την εξέταση με OCT), αποδείχτηκε σε μελέτες αξιοπιστίας ότι παρουσίαζε μέτρια έως σημαντικά επίπεδα συμφωνίας. Με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα, η τηλεοφθαλμολογία φαίνεται να είναι επίσης μια ακριβής και αξιόπιστη εξέταση για την ανίχνευση της διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας και του **οιδήματος της ωχράς κηλίδας**. Η τηλεοφθαλμολογία χρησιμοποιείται επίσης με επιτυχία σε παρακολούθηση ασθενών με **ηλικιακή εκφύλιση της ωχράς κηλίδας**.⁶⁶⁻⁶⁷

Η απεικόνιση ευρέος πεδίου μπορεί να ανιχνεύσει σημεία παθολογίας του αμφιβληστροειδούς που εκτείνονται πέρα από τον οπίσθιο πόλο. Η άλλη προσέγγιση είναι η λειτουργική καταγραφή των οπτικών λειτουργιών που μπορεί να είναι ενδεικτικές. Η απεικόνιση ευρέος πεδίου με βάση το smartphone μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλά περιστατικά για τον έλεγχο παθολογιών του αμφιβληστροειδούς.⁶⁸

ΓΛΑΥΚΩΜΑ

Υπάρχουν πολλές μελέτες που αναφέρουν τα οφέλη της τηλεοφθαλμολογίας στην παρακολούθηση του

γλαυκώματος, σε μια μάλιστα από αυτές εισάγεται και ο όρος τηλε-γλαύκωμα (tele-glaucoma) θέλοντας πιθανώς να δείξει την αποτελεσματικότητα της παρακολούθησης του ασθενούς με γλαύκωμα.⁶⁹

Σε μελέτη της Glaucoma Epidemiology and Molecular Genetic Study (GLEAMS) εξετάστηκαν 1965 οφθαλμοί από 1029 ενήλικες. Στα συμπεράσματα οι συγγραφείς κατέληξαν ότι η τεχνική Van Herick μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα πρόγραμμα **τηλεοφθαλμολογίας** μέσω φωτογραφιών σχισμοειδούς λυχνίας της PACD. Η συνδυασμένη βαθμολόγηση και η οφθαλμική βιομετρία βελτίωσαν την προβλεψιμότητα της γωνιοσκοπικά κλειστής γωνίας.⁷⁰

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ ΦΟΡΗΤΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΤΗΛΕΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

Το πρόγραμμα Life 4 Low Vision στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) βρίσκεται στη μελέτη και εξέλιξη της Ελληνικής Πλατφόρμας Τηλεοφθαλμολογίας που περιλαμβάνει τη δυνατότητα αυτο-εξέτασης του ασθενή στην Οπτική Οξύτητα, τη Χρωματική Όραση, την Ευαισθησία στις Αντιθέσεις Φωτεινότητας (Contrast Sensitivity), στο Amsler Test, στην Ταχύτητα Ανάγνωσης και στο Glare Test (Θάμβους). Τα αποτελέσματα μπορούν να μεταβιβάζονται στον θεράποντα ιατρό ο οποίος και τα αξιολογεί.

Στα πλαίσια αυτού του προγράμματος υποβόηθησης της χαμηλής όρασης αναπτύχθηκε η Ελληνική Πλατφόρμα – Υποβόηθηση της Χαμηλής Όρασης, Life for Low Vision (LIFE4LV), αποτελούμενη από εφαρμογές σε φορητές συσκευές που στοχεύουν στην αξιολόγηση βασικών παραμέτρων της οπτικής λειτουργίας. Όλες αυτές οι εφαρμογές έχουν τις προδιαγραφές τους που σχετίζονται με την εργονομία, τις αποστάσεις, τη διαθλαστική διόρθωση και γενικά τις συνθήκες χρήσης

τους. Σχεδιάστηκε μετά από αυτή την έρευνα στο ΑΠΘ και αξιολογήθηκε σε μεγάλο αριθμό ατόμων, για να βελτιώσει το επίπεδο παρακολούθησης και επικοινωνίας των ασθενών με τον ιατρό τους. Μία παράλληλη βασική εκπαίδευση βοηθά στην ορθή χρήση αυτών των εφαρμογών.

Οπτική Οξύτητα

Η εξέταση της οπτικής οξύτητας πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας τα διαγράμματα της μελέτης ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study) και τη δοκιμασία K-VA που σχεδιάστηκε για εφαρμογή σε smartphone. Το τεστ K-VA διενεργήθηκε ήδη με μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων και συνθήκες αυτοεξέτασης. Αξιολογείται ο αριθμός συγκεκριμένης επιλογής γραμμάτων και η αναγνώρισή τους καθορίζει το τελικό σκορ. Η συμφωνία μεταξύ των διαγραμμάτων ETDRS και της νέας δοκιμασίας για την εξέταση της logMAR VA σε απόσταση 1 m και 40 cm. Συμπληρώθηκε ερωτηματολόγιο σχετικά με τα



σχόλια των συμμετεχόντων για τη δοκιμασία K-VA.⁷¹ Οι αριθμοί, τα μεγέθη, ο τρόπος εμφάνισης και απάντησης από τους χρήστες αποτέλεσαν αντικείμενο της προηγούμενης εμπειρίας η διάδραση, ο υπολογισμός του σκορ και της έρευνας στο ΑΠΘ.

Χρωματική Όραση

Η χρωματική όραση αξιολογήθηκε σε όλα τα υποκείμενα χρησιμοποιώντας το H-R-R χρωματικό test



(έκδοση 2002- Richmond Products Inc., Albuquerque, New Mexico, USA), το Ishihara Test for Color Blindness, 38 plates (έκδοση 2018- Kanehara & Co., Ltd., Tokyo, Japan) και το νέο τεστ (K-color test) αξιολόγησης των επίκτητων διαταραχών της χρωματικής όρασης που εφαρμόζεται σε φορητές συσκευές (κινητά τηλέφωνα). Σε αυτό το τεστ η επιλογή του είδους των στόχων, των μεγεθών, των χρωμάτων και των σχημάτων, (4 διαφορετικοί στόχοι στις 3 χρωματικές διαβαθμίσεις), ο τρόπος διάδρασης και ο υπολογισμός του σκορ μετά από καθορισμένο αριθμό λαθών, είναι αποτέλεσμα της προηγούμενης εμπειρίας και της έρευνας στο ΑΠΘ.⁷²

Ishihara Test

Παράλληλα με το νέο χρωματικό test, προβάλλονται και επιλεγμένα plates του Ishihara test που στοχεύει στη διερεύνηση των συγγενών διαταραχών της χρωματικής όρασης. Η επιλογή τους έγινε με τρόπο που να δίνει μία αξιόπιστη προσέγγιση στην ανίχνευση των συγγενών διαταραχών στον άξονα κόκκινου - πράσινου.



Contrast Sensitivity

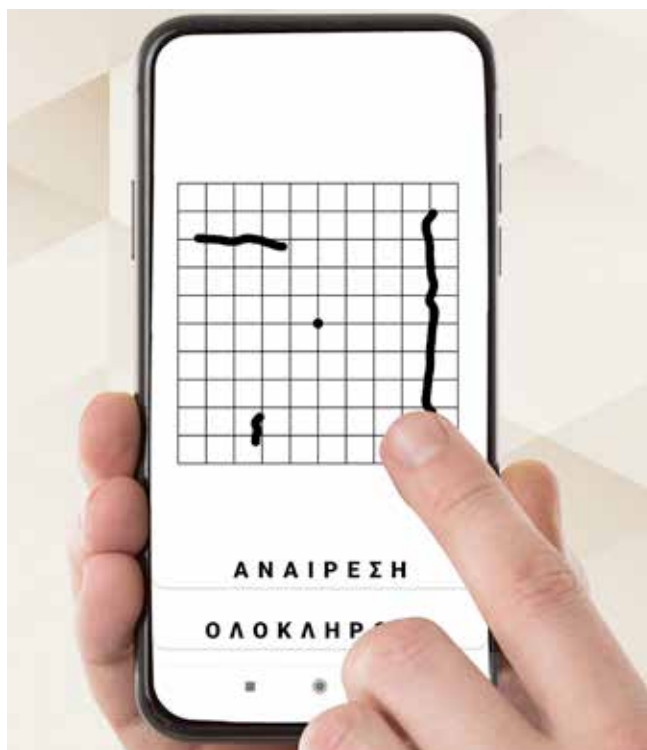
Μεγέθη, χωρικές συχνότητες, διαβαθμίσεις του contrast, τρόπος καταγραφής και επίδειξης, επιλογές γραμμάτων, διάδραση, τύπος γραμμάτων, εκτίμηση του



αποτελέσματος, συνθήκες εφαρμογής και κάθε λεπτομέρεια του τεστ είναι αποτέλεσμα προηγούμενης εμπειρίας και έρευνας στο ΑΠΘ. Το test περιλαμβάνει διαβάθμιση του Contrast έως και 0,63%.⁷³

Δοκιμασία Amsler

Πρόκειται για την κλασική δοκιμασία διερεύνησης παραμορφώσεων των γραμμών στην εσχάρα Amsler. Ο χρήστης μπορεί ζωγραφίζει με το δάχτυλό του τις παραμορφώσεις που εντοπίζει βλέποντας στην κεντρική κουκίδα της εσχάρας. Το τεστ σχεδιάστηκε σε αυτή την έρευνα στο ΑΠΘ, επίσης για εφαρμογή στην οθόνη



του κινητού τηλεφώνου. Το test έδειξε καλή συμφωνία σε σχέση με τη συνήθη χρήση της έντυπης μορφής του τεστ.

Ταχύτητα Ανάγνωσης

Εξετάσαμε τις επιδόσεις ανάγνωσης συνεχούς κειμένου (διάγραμμα MNREAD) και τυχαίων λέξεων για να εκτιμηθεί η εμβέλεια ταχύτητας ανάγνωσης με μεταφορά του τεστ στην οθόνη του κινητού. Οι εξεταζόμενοι να διαβάζουν στο κινητό δυνατά (σε απόσταση 40 εκατοστών) μια σειρά από 30 τυχαίες δυσύλλαβες και στη



συνέχεια 30 τρισύλλαβες ελληνικές λέξεις, χωρίς σημασιολογική σύνδεση, καθώς και φράσεις. Η ταχύτητα ανάγνωσης καταγράφει σωστές λέξεις ανά λεπτό με δυνατότητα επιλογής του μεγέθους των γραμμάτων. Οι επιλογές των λέξεων (ελληνικών και αγγλικών), των μεγεθών και του τρόπου αξιολόγησης είναι επίσης αποτέλεσμα προηγούμενης εμπειρίας και έρευνας στο ΑΠΘ. Η ταχύτητα ανάγνωσης είναι σημαντική παράμετρος της οπτικής λειτουργίας και είναι ένας πρώιμος δείκτης για υποκείμενες παθήσεις.⁷⁴

Δοκιμασία Θάμβους

Το φως που παράγεται από την κάμερα του smartphone τοποθετείται σε απόσταση περίπου 5 cm, κάθετα προς το μάτι μέχρι 10 s, και κατευθύνεται στην κόρη του ματιού. Ο χρόνος αποκατάστασης της όρασης μετά από το Θάμβος, που είναι ενδεικτικός της λειτουργίας



γικότητας της ωχράς κηλίδας, εκτιμάται αμέσως μετά την έκθεση ζητώντας από τα υποκείμενα να διαβάσουν σωστά γράμματα μεγέθους που αντιστοιχούν στην προηγούμενη γραμμή της γραμμής BCVA του χρήστη στην απόσταση των 40 cm. Ο σχεδιασμός, η επιλογές των γραμμάτων και ο τρόπος εμφάνισής τους και διάδρασης και η εκτίμηση του σκορ γίνεται με συγκεκριμένο τρόπο όπως σχεδιάστηκε με την ίδια ερευνητική διαδικασία στο ΑΠΘ. Μετά το θάμβος προβάλλονται

διαδοχικά γράμματα κατάλληλου μεγέθους που ο χρήστης καλείται να αναγνωρίσει. Η δοκιμασία φωτοστρές πραγματοποιήθηκε με την καλύτερη διορθωμένη κοντινή οπτική οξύτητα (BCVA).⁷⁵ Είναι μία εύκολη και χωρίς κόστος καταγραφή του χρόνου ανάκαμψης μετά από θάμβος.

Σε όλες τις εφαρμογές, η ασφαλής μετάδοση των αποτελεσμάτων παρέχει στον ιατρό τη δυνατότητα να αξιολογήσει τη μεταβολή της οπτικής απόδοσης και να δώσει οδηγίες αλλά και να συστήσει την ανάγκη για μια άμεση προσέλευση του ασθενή στο ιατρείο.

Όλα τα τεστ δημιουργήθηκαν από την αθροισμένη εμπειρία και την τρέχουσα έρευνα του προγράμματος Life4LV στο ΑΠΘ. Διερευνήθηκαν ενδελεχώς όλοι οι παράγοντες για τη δημιουργία αξιόπιστων προσεγγίσεων αξιολόγησης της οπτικής λειτουργίας που επιπρόσθετα αποτελούν και τη βάση για περαιτέρω έρευνα και εξέλιξη. Επίσης, ο τρόπος και η διαδοχή των αξιολογήσεων και επιδόσεων για τη στάθμιση της οπτικής λειτουργίας, ο τρόπος εκτίμησης του φυσιολογικού και παθολογικού, τα βήματα αυτής της εκτίμησης και κάθε λεπτομέρεια της επιστημονικής προσέγγισης στηρίχθηκαν στην εμπειρία και την έρευνα σε μεγάλο αριθμό ατόμων. Όλο το εγχείρημα αποτελεί μία καινοτόμο προσέγγιση με δυνατότητα αυτοεκτέλεσης των δοκιμασιών ώστε να αποτελούν ένα πρόσθετο εργαλείο για τους οφθαλμιάτρους δεδομένου ότι η αξιοποίησή τους γίνεται με τη δική τους παρέμβαση για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων. Το λογισμικό υλοποίησης αυτών των εφαρμογών έγινε από τον εταίρο στο πρόγραμμα Life4LV, την εταιρεία διαχείρισης λογισμικού MSENSIS, σε μία συνεργασία που επέδωσε αξιοποιήσιμες εφαρμογές.

INTRODUCTION IN TELEOPHTHALMOLOGY

T. Chatzimpalis, D. Almaliotis, M. Gioka, S. Almbanidou, A. Nikolaidou, P. Talimtzi, V. Karampatakis

Medical School, Aristotle University of Thessaloniki

ABSTRACT

Tele-ophthalmology applications aim to allow patient access to ophthalmologists and ophthalmic equipment at any time and from any place. The COVID-19 pandemic has created a demand for healthcare delivery that limits in-person examination and potential exposure to the virus. Tele-ophthalmology has allowed ophthalmologists to continue to care for their patients while keeping themselves and their patients safe. Although tele-ophthalmology is not a replacement for traditional eye care and still faces challenges to implement it appropriately, it is an effective method, facilitating appropriate and timely service delivery, especially in remote or developing areas. Tele-ophthalmology is becoming increasingly important as an effective way of delivering eye care worldwide, as it has already been used in many countries to monitor patients with diabetes mellitus (diabetic retinopathy), age-related macular degeneration, glaucoma, etc. According to a 2021 literature review, a total of 131 applications on smartphones exclusively for eye care were identified. The purpose of this article is to introduce the reader to the field of teleophthalmology, including current developments in terms of research and new technologies.

Key words: tele-ophthalmology, telemedicine, diabetic retinopathy, AMD, glaucoma, mobile phones.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. JJ Moffatt. «Barriers to the up-take of telemedicine in Australia – a view from providers». The University of Queensland, School of Medicine 2011.
2. About Telehealth: Telehealth Definition, Αρχειοθετήθηκε 2011-09-27 στο Wayback Machine, Canadian Telehealth Forum. Retrieved from Coach: Canada's Health Teleinformatics Association website on August 21, 2011.
3. Sachpazidis I. Image and Medical Data Communication Protocols for Telemedicine and Teleradiology, Department of Computer Science, Technical University of Darmstadt, Germany 2008.
4. Nurses Happier Using Telecare. International Survey, eHealth Insider website, 15 June 2005, retrieved 2009-04-04.
5. American Telemedicine Association. Telemedicine/Telehealth Terminology, American Telemedicine Association website, Washington, D.C. Retrieved August 21, 2011.
6. Van't Haaff Corey «Virtually On-sight». Just for Canadian Doctors. p. 22. (March/April 2009).
7. Blyth WJ. Telecommunications, Concepts, Development, and Management, Second Edition, Glencoe/McCraw-Hill Company, 1990, pp. 280–282.
8. «Σκεύος Ζεφβός - Καλυμνιακό Αρχείο». www.kalymnos-archives.gr. Ανακτήθηκε στις 3 Νοεμβρίου 2016.
9. Κοντάκος Αναστάσιος, Κουντούρης Αναστάσιος. «Πανεπιστημιακή και Ενωτική Δράση του Σκεύου Ζεφβού». www.eriande.elemedu.upatras.gr.
10. Καλημερίδης Κ. (2013-08-02). «Σκεύος Ζεφβός (Ιανουάριος 1875-Αύγουστος 1966)». Η Ροδιακή.
11. «Ζεφβός Σκεύος - Ψηφιοθήκη Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης». digital.lib.auth.gr.
12. Angaran DM. Telemedicine and Telepharmacy: Current Status and Future Implications. Am J Health-System Pharmacy 1999; 56:1405-1426.
13. E-health care information systems: an introduction for students and professionals, John Wiley and Sons, 2005, p. 219, ISBN 978-0-7879-6618-8.
14. Traynor K. Navy takes Telepharmacy Worldwide. Am J Health-System Pharmacy 2010; 67:1134-1136.
15. Kontaxakis G, Visvikis D, Ohl R, Sachpazidis I, Suarez JP, Selby BP, et al. Integrated Telemedicine Applications and Services for Oncological Positron Emission Tomography. Oncology Reports 2006; 15:1091-1100.
16. Hoffman J. When Your Therapist Is Only a Click Away. New York Times, September 25, 2011, pg. ST1. Also published September 23, 2011, online at www.nytimes.com.
17. Sanjeev A, Thornton K, Murata G, Deming P, Kalishman S, Dion D, Parish B, Burke T, Pak W, Dunkelberg J, Kistin M, Brown J, Jenkusky S, Komaromy M, Qualls C. Outcomes of Treatment for Hepatitis C Virus Infection by Primary Care Providers. N Eng J Med: 110601140030042. doi:10.1056/NEJMoa1009370. ISSN 0028-4793. Retrieved 2011-06-02.
18. Kumar S, (2009), «Telepathology: An Audit», in Kumar S, Dunn BE (editors), In: Telepathology (Springer-Verlag Berlin Heidelberg): 225-229.
19. Weinstein RS, Graham AM, Richter LC, Barker GP, Krupinski EA, Lopez AM, Yagi Y, Gilbertson JR, et al. Overview of telepathology, virtual microscopy and whole slide imaging: Prospects for the future. Hum Pathol 2009; 40:1057–1069.
20. Gärtner Armin. Teleneurology and requirements of the european Medical Devices Directive (MDD) - Telemedical Systems and regulatory affairs for Europe, by Dipl. Ing. Armin Gärtner.
21. Wooton et al. 2005 Roy soc of med press.
22. Wurm et al. 2007 JDDG.
23. Burg et al. 2005 Teledermatology
24. IST's Media Collection, Interface Surgical Technologies website. Retrieved 21 August 2011.
25. Brown Nancy. Telemedicine 101: Telemedicine Coming of Age, by Nancy Brown.
26. Higgs Robert. What is Telemedicine? www.icucare.com.
27. Grisolia ABD, Abalem MF, Lu Y, Aoki L, Matayoshi S.

- Teleophthalmology: where are we now? *Arq Bras Oftalmol* 2017; 80(6):401-406.doi:10.5935/0004-749.20170099.PMID: 29267581.
28. Sreelatha OK, Ramesh SV. Teleophthalmology: improving patient outcomes? *Clin Ophthalmol* 2016; 10:285-295. doi: 10.2147/OPHTH.S80487. eCollection 2016. PMID:26929592.
29. Shahbaz R, Salducci M. Law and order of modern ophthalmology: Teleophthalmology, smartphones legal and ethics. *Eur J Ophthalmol* 2021; 31(1):13-21. doi: 10.1177/1120672120934405. PMID: 32544988.
30. Sim DA, Mitry D, Alexander P, Mapani A, Goverdhan S, Aslam T, Tufail A, Egan CA, Keane PA. The Evolution of Teleophthalmology Programs in the United Kingdom: Beyond Diabetic Retinopathy Screening. *J Diabetes Sci Technol* 2016; 10(2):308-317.doi: 10.1177/1932296816629983. PMID: 26830492.
31. Tauber J, Ayoub S, Shah P, Wu M, Tsui E, Schuman JS, Rathi S. Assessing the Demand for Teleophthalmology in Florida Emergency Departments. *Telemed J E Health* 2020; 26(12):1500-1506. doi: 10.1089/tmj.2019.0260. PMID: 32543326.
32. Fatehi F, Jahedi F, Tay-Kearney ML, Kanagasingam Y. Teleophthalmology for the elderly population: A review of the literature. *Int J Med Inform* 2020; 136:104089. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2020.104089. PMID: 32044698.
33. Torres E, Morales PH, Bittar OJNV, Mansur NS, Salomão SR, Belfort RJ. Teleophthalmology Support for Primary Care Diagnosis and Management. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol* 2018; 7(2):57-62.PMID: 30250853.
34. Sharma G, Chauhan A, Tuli R, Raina SK, Sharma RK. Teleophthalmology as a Model for Detecting Ocular Diseases in Tribal Areas of a North West State in India. *Indian J Community Med* 2021; 46(1):62-65. doi: 10.4103/ijcm.IJCM_199_20. PMID: 34035578.
35. Nikolaidou A, Tsaousis KT. Teleophthalmology and Artificial Intelligence as Game Changers in Ophthalmic Care after the COVID-19 Pandemic. *Cureus* 2021; 13(7):e16392. doi: 10.7759/cureus.16392. eCollection 2021 Jul.PMID: 34408945.
36. Chong JC, Tan CHN, Chen DZ. Teleophthalmology and its evolving role in a COVID-19 pandemic: A scoping review. *Ann Acad Med Singap* 2021; 50(1):61-76. doi: 10.47102/annals-acadmedsg.2020459. PMID: 33623959.
37. Kalavar M, Hua HU, Sridhar J. Teleophthalmology: an essential tool in the era of the novel coronavirus 2019. *Curr Opin Ophthalmol* 2020; 31(5):366-373.doi:10.1097/ICU.0000000000000689. PMID: 32694270.
38. Scanzera AC, Kim SJ, Paul Chan RV. Teleophthalmology and the digital divide: inequities highlighted by the COVID-19 pandemic. *Eye (Lond)* 2021; 35(6):1529-1531. doi: 10.1038/s41433-020-01323-x. PMID: 33257801.
39. Walsh L, Hong SC, Chalakkal RJ, Ogbuehi KC. A Systematic Review of current Teleophthalmology services in New Zealand compared to the four comparable countries of the United Kingdom, Australia, United States of America (USA) and Canada. *Clin Ophthalmol* 2021; 15:4015-4027. doi: 10.2147/OPHTH.S294428.eCollection 2021.PMID: 34675470.
40. Ghazala FR, Hamilton R, Giardini ME, Ferguson A, Poyser OB, Livingstone IA. Live teleophthalmology avoids escalation of referrals to secondary care during COVID-19 lockdown. *Clin Exp Optom* 2021; 104(6):711-716.doi:10.1080/08164622.2021.1916383.PMID:34016025.
41. Malfatti G, Racano E, Delle Site R, Gios L, Micocci S, Dianti M, Molini PB, Allegrini F, Ravagni M, Moz M, Nicolini A, Romanelli F. Enabling teleophthalmology during the COVID-19 pandemic in the Province of Trento, Italy: Design and implementation of a mHealth solution. *PLoS One* 2021; 16(9):e0257250.doi: 10.1371/journal.pone.0257250.eCollection2021.PMID: 34506578.
42. Silverstein E, Williams JS, Brown JR, Bylykbashi E, Stinnett SS. Teleophthalmology: Evaluation of Phone-based Visual Acuity in a Pediatric Population. *Am J Ophthalmol* 2021; 221:199-206. doi: 10.1016/j.ajo.2020.08.007. PMID: 32791067.
43. Satgunam P, Thakur M, Sachdeva V, Reddy S, Rani PK. Validation of visual acuity applications for

teleophthalmology during COVID-19. *Indian J Ophthalmol* 2021; 69(2):385-390. doi: 10.4103/ijo. IJO_2333_20.PMID: 33380619.

44. Aruljyothi L, Janakiraman A, Malligarjun B, Babu BM. Smartphone applications in ophthalmology: A quantitative analysis. *Indian J Ophthalmol* 2021; 69(3):548-553. doi:10.4103/ijo.IJO_1480_20

45. Charlesworth JM, Davidson MA. Undermining a common language: smartphone applications for eye emergencies. *Med Devices (Auckl)* 2019; 12:21-40. doi:10.2147/MDER.S186529.

46. Bastawrous A, Rono HK, Iain A, Livingstone T, et al. Development and Validation of a Smartphone-Based Visual Acuity Test (Peek Acuity) for Clinical Practice and Community-Based Fieldwork. *JAMA Ophthalmol* 2015; 133(8):930-937. doi:10.1001/jamaophthalmol.2015.1468.

47. Dawkins ABA. Do the near computerised and non-computerised crowded Kay picture tests produce the same measure of visual acuity? *Br Ir Othopt J* 2016; 13:22-28.

48. Hazari H, Curtis R, Eden K, Hopman WM, Irrcher I, Bona MD. Validation of the visual acuity iPad app Eye Chart Pro compared to the standard Early Treatment Diabetic Retinopathy Study chart in a low-vision population. *UNDER PRESS*. doi:10.1177/1357633X20960640.

49. Gounder PA, Cole E, Colley S, Hille DM. Validation of a Portable Electronic Visual Acuity System. *J MTM* 2014; 3(2):35-39. doi:10.7309/jmtm.3.2.6.

50. Arnold RW, Donahue SP, Silbert DI, et al. AAPOS uniform guidelines for instrument-based pediatric vision screen validation 2021. *UNDER PRESS* doi:10.1016/j.jaapos.2021.09.009.

51. Wisse RPL, Muijzer MB, Cassano F, Godefrooij DA, Prevoo D, Yves FM, Soeters N. Validation of an Independent Web-Based Tool for Measuring Visual Acuity and Refractive Error (the Manifest versus Online Refractive Evaluation Trial): Prospective Open-Label Non-inferiority Clinical Trial. *J Med Internet Res* 2019; 21(11):e14808. doi:10.2196/14808.

52. Han X, Scheetz J, Keel S, et al. Development and

Validation of a Smartphone-Based Visual Acuity Test (Vision at Home). *Transl Vis Sci Technol* 2019; 8(4):27. doi:10.1167/tvst.8.4.27.

53. Mulobuana FA, Sonda T, Rwabilimbo MM, Makupa W. Evaluation of Mobile Electronic Devices in Detecting Optic Disc and Visual Field Parameters in Patients with Glaucoma at a Tertiary Hospital in Northeastern Tanzania. *O J O* 2020; 10(03):220-228. doi:10.4236/ojoph.2020.103024.

54. Kingsnorth A, Drew T, Grewal B, Wolffsohn JS. Mobile app Aston contrast sensitivity test. *Clin Exp Optom* 2016; 99(4):350-355. doi:10.1111/cxo.12362.

55. Habtamu E, Bastawrous A, Bolster NM, et al. Development and Validation of a Smartphone-based Contrast Sensitivity Test. *Transl Vis Sci Technol* 2019; 8(5):13. doi:10.1167/tvst.8.5.13.

56. Kingsnorth A, Wolffsohn JS. Mobile app reading speed test. *Br J Ophthalmol* 2015; 99(4):536-539. doi:10.1136/bjophthalmol-2014-305818.

57. Rhiu S, Kim M, Kim JH, Lee HJ, Lim TH. Korean Version Self-testing Application for Reading Speed. *Korean J Ophthalmol* 2017; 31(3):202-208. doi:10.3341/kjo.2016.0042.

58. Calabrèse A, To L, He Y, Berkholtz E, Rafian P, Legge GE. Comparing performance on the MNREAD iPad application with the MNREAD acuity chart. *J Vis* 2018; 18(1):8. doi:10.1167/18.1.8.

59. de la Torre-Díez I, López-Coronado M, Vaca C, Aguado JS, de Castro C. Cost-utility and cost-effectiveness studies of telemedicine, electronic, and mobile health systems in the literature: a systematic review. *Telemed J E Health* 2015; 21(2):81-85. doi: 10.1089/tmj.2014.0053. PMID: 25474190.

60. March de Ribot F, March de Ribot A, Ogbuehi K, Large R. Teleophthalmology in the post-coronavirus era. *N Z Med J* 2021; 134:139-143.

61. Salongcay RP, Silva PS. The Role of Teleophthalmology in the Management of Diabetic Retinopathy. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2018; 7(1):17-21. doi: 10.22608/APO.2017479. PMID:29376232.

62. Vujosevic S, Aldington SJ, Silva P, Hernández C, Scanlon P, Peto T, Simó R. Screening for diabetic

- retinopathy: new perspectives and challenges. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2020; 8(4):337-347. doi: 10.1016/S2213-8587(19)30411-5. PMID:32113513.
63. Surendran TS, Raman R. Teleophthalmology in Diabetic Retinopathy. *J Diabetes Sci Technol* 2014; 8(2):262-266. doi: 10.1177/1932296814522806. PMID:24876576.
64. Liu Y, Torres Diaz A, Benkert R. Scaling Up Teleophthalmology for Diabetic Eye Screening: Opportunities for Widespread Implementation in the USA. *Curr Diab Rep* 2019; 19(9):74. doi: 10.1007/s11892-019-1187-5. PMID:31375932.
65. Lee JY, Lee SWH. Telemedicine Cost-Effectiveness for Diabetes Management: A Systematic Review. *Diabetes Technol Ther* 2018; 20(7):492-500. doi: 10.1089/dia.2018.0098. PMID:29812965.
66. Whited JD. Accuracy and reliability of teleophthalmology for diagnosing diabetic retinopathy and macular edema: a review of the literature. *Diabetes Technol Ther* 2006; 8(1):102-111. doi: 10.1089/dia.2006.8.102. PMID:16472057.
67. Bartnik SE, Copeland SP, Aicken AJ, Turner AW. Optometry-facilitated teleophthalmology: an audit of the first year in Western Australia. *Clin Exp Optom* 2018; 101(5):700-703. doi: 10.1111/cxo.12658. PMID:29444552.
68. Sivaraman A, Nagarajan S, Vadivel S, Dutt S, Tiwari P, Narayana S, Rao DP. A Novel, Smartphone-Based, Teleophthalmology-Enabled, Widefield Fundus Imaging Device With an Autocapture Algorithm. *Transl Vis Sci Technol* 2021; 10(12):21. doi: 10.1167/tvst.10.12.21. PMID:34661624.
69. Mohammadpour M, Heidari Z, Mirghorbani M, Hashemi H. Smartphones, tele-ophthalmology, and VISION 2020. *Int J Ophthalmol* 2017; 10(12):1909-1918. doi: 10.18240/ijo.2017.12.19. eCollection 2017. PMID:29259912.
70. Choudhari NS, Chandran P, Rao HL, Jonnadula GB, Addepalli UK, Senthil S, Garudadri CS. LVPEI Glaucoma Epidemiology and Molecular Genetic Study: teleophthalmology screening for angle-closure disease in an underserved region. *Eye (Lond)* 2020; 34(8):1399-1405. doi: 10.1038/s41433-019-0666-x. PMID:31695161.
71. Karampatakis V, Almaliotis V, Talimtzi P, Almpnidou S. Design and validation of a novel smartphone-based visual acuity test: the K-VA test. *J Telemed Telecare UNDER PRESS.*
72. Karampatakis V, Almaliotis D, Karamitopoulos L, Kalliris G, Almpnidou S. A Novel Smartphone-Based Color Test for Detection of Color Vision Defects in Age Related Macular Degeneration. *J Ophthalmol UNDER PRESS.*
73. Karampatakis V, Papadopoulou E P, Almpnidou S, Karamitopoulos L, Almaliotis D. Evaluation of Contrast Sensitivity in Visual Impaired Individuals using K-CS Test. A Novel Smartphone-based Contrast Sensitivity Test – Design and Validation. submitted in Plos One;
74. Almaliotis D, Athanasopoulos GP, Almpnidou S, Papadopoulou EP, Karampatakis V. Design and Validation of a New Smartphone-Based Reading Speed App (GDRS-Test) for the Greek Speaking Population. *Clin Optom (Auckl).* UNDER PRESS.
75. Karampatakis V, Almaliotis D, Papadopoulou EP, Almpnidou S. Design of a novel smartphone-based photostress recovery time test for detecting abnormalities in the macula. A cross-sectional study. *Ann Med Surg (Lond).* UNDER PRESS.