



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΝΟΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ & ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΕΠΑΝΑΣΤΑΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ**

**Σπουδαστές:**

**ΓΕΛΕΝΚΟΓΛΟΥ ΧΡΥΣΟΥΛΑ Α.Μ. 144**

**ΚΑΪΜΑΣ ΦΩΤΙΟΣ Α.Μ. 373**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:**

**Κ. ΓΕΩΡΓΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ**

**Αίγιο - 2016**

## ***Ευχαριστίες***

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα «Επαναστατικές χρήσεις Φακών Επαφής στο μέλλον» πραγματοποιήθηκε, στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας του τμήματος Οπτικής και Οπτομετρίας του Ανωτάτου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Αιγίου το ακαδημαϊκό έτος 2015-2016.

Στο σημείο αυτό αισθανόμαστε την ανάγκη να εκφράσουμε τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μας σε όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας:

Και πρώτα απ' όλα στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μας, κ. *Γεωργανοπούλου Γεωργία*, που μας εμπιστεύθηκε την ανάθεση του θέματος, για τη συνεχή καθοδήγηση, την αμέριστη υποστήριξη καθώς και την αδιάκοπη συμπαράσταση και ενθάρρυνση που μας παρείχε σε όλο το πέρασ της εργασίας. Οι γνώσεις και οι εμπειρίες που αποκτήσαμε μέσα από τη διαδρομή για την ολοκλήρωση της εργασίας είναι πολύ σημαντικές και σίγουρα θα φανούν χρήσιμες μελλοντικά.

Θα θέλαμε, επίσης, να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας για την αμέριστη συμπαράσταση, αγάπη, υπομονή και καθοδήγησή τους για την επιτυχή περάτωση των σπουδών μας.

Τέλος, θέλουμε να ευχαριστήσουμε τους φίλους και τους συναδέλφους μας για την ηθική τους στήριξη και την ανταλλαγή απόψεων, που είχαν κι αυτοί από τη μεριά τους αξιοσημείωτη συμβολή στη διεκπεραίωση της εργασίας μας.

## Περίληψη

O

σκοπός της εργασίας μας είναι η έρευνα και η μελέτη των

επαναστατικών χρήσεων των φακών επαφής στο μέλλον, καθώς και η κατανόηση των νέων δυνατοτήτων των φακών επαφής επόμενης γενιάς. Γίνεται αναφορά στις μέχρι σήμερα κατηγορίες και ιδιότητες των φακών επαφής. Ξεκινώντας από τον πρώτο φακό επαφής που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε, τα διάφορα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ανά δεκαετία καθώς και τις μεθόδους κατασκευής.

Η μέθοδος που ακολουθήσαμε για την συγγραφή αυτής της εργασίας ήταν η ανασκόπηση της σχετικής επιστημονικής βιβλιογραφίας, ελληνικής και ξένης κυρίως σε ότι αφορά την ιστορία των φακών επαφής, ενώ μεγάλη έμφαση δώσαμε σε επιστημονικά περιοδικά ως επί το πλείστον ερευνητικά τόσο ιατρικού περιεχομένου όσο και θετικών επιστημών, αλλά και άρθρα. Για το πρώτο σκέλος της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν επιστημονικά άρθρα και βιβλιογραφία του τελευταίου αιώνα 1890-1990. Στο κεντρικό μας θέμα αξιοποιήσαμε επιστημονικές πηγές του πρόσφατου παρελθόντος 1995 μέχρι και σήμερα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι αναφορά γίνεται και σε προσωπικές συνεντεύξεις και εισηγήσεις εγκεκριμένων Επιστημόνων και καθηγητών της Οπτομετρίας, της Οφθαλμολογίας, της Φυσικής και της Μηχανικής φυσικής από διάφορα πανεπιστήμια και εργαστήρια στην Ευρώπη και την Αμερική, με θέμα τις νέες τεχνολογίες των φακών επαφής αλλά και την εξελικτική πορεία αυτών και τα οφέλη που μπορούν να προσφέρουν στην ανθρώπινη υγεία παγκοσμίως.

## Summary

# The

purpose of our work is the study and research of

revolutionary uses of contact lenses in the future as well as the understanding of the new features of the next generation of contact lenses. Refer is made to hither to classes and properties of the contact lenses. Starting from the first contact lens that was designed and built, the various materials used per decade and construction methods.

The followed method for writing this paper was to review the relevant scientific literature, Greek and foreign mainly regarding the history of contact lenses, while great emphasis in journals mostly research both medical content and science but also articles. For the first part of the work used scientific articles and literature of the last century from 1890 to 1990. In our mail subject we utilized scientific sources of the recent past 1995 until today.

It is worth noting that information is provided in interviews and recommendations approved Scientists and Professors of Optometry ,Ophthalmology, Physics and Engineering Physics from various universities and laboratories in Europe and America, on the new technologies of contact lens and the evolution there of and the benefits they provide to human health worldwide.

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>Ευχαριστίες.....</b>	<b>2</b>
<b>Περίληψη.....</b>	<b>3</b>
<b>Πίνακας Περιεχομένων.....</b>	<b>5</b>
<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>8</b>
<b>Κεφάλαιο 1. ....</b>	<b>8</b>
1.1 Ιστορική αναδρομή.....	8
1.1.2 Η αρχή της θεωρίας.....	8
1.2 Γυάλινοι φακοί επαφής “οι πρώτες απόπειρες”.....	10
1.3 Ένα νέο υλικό-πλαστικό PMMA.....	16
1.4 Η πρόοδος και ο 21 <sup>ος</sup> αιώνας.....	19
<b>Κεφάλαιο 2. ....</b>	<b>19</b>
2.1 Κατηγορίες και Ιδιότητες φακών επαφής.....	20
2.1 Υλικά φακών.....	20
2.2 Υλικά RGP.....	20
2.3 Υλικά μαλακών φακών.....	21
2.3.1 Γόμα σιλικόνης.....	22
2.3.2 Η σιλικόνη-υδρογέλη.....	22
<b>Κεφάλαιο 3. ....</b>	<b>24</b>
3.1. Κατασκευή φακών επαφής.....	24
3.1.1 Κατασκευή με τόρνο.....	24
3.1.2 Κατασκευή με μέθοδο περιστροφής.....	25
3.1.3 Κατασκευή με μέθοδο εκμαγείου.....	26
3.1.4 Οι φακοί επαφής σήμερα.....	27
3.1.5 Πλεονεκτήματα RGP.....	27
3.1.6 Μειονεκτήματα RGP.....	28

3.1.7 Πλεονεκτήματα μαλακών φακών επαφής.....	29
3.1.8 Μειονεκτήματα μαλακών φακών επαφής.....	29
<b>Κεφάλαιο 4. ....</b>	<b>32</b>
4.1 Διόρθωση σφαιροκυλινδρικών σφαλμάτων.....	32
4.1.1 Μυωπία.....	32
4.2 Μεσαία μυωπία και μεγάλη.....	33
4.3 Υπερμετρωπία.....	34
4.4 Αστιγματισμός.....	36
4.5 Πρεσβυωπία.....	38
4.5.1 Διόρθωση πρεσβυωπίας.....	38
4.6 Μονοόραση.....	39
<b>Κεφάλαιο 5. ....</b>	<b>41</b>
5.1 Ειδικές εφαρμογές φακών επαφής.....	41
5.1.1 Εκτασίες του κερατοειδή.....	41
5.1.2 Κερατόκωνος.....	41
5.1.3 Κερατόσφαιρα.....	44
5.1.4 Περιφερειακή διαυγής εκφύλιση.....	44
5.2 Κοσμητικοί φακοί επαφής.....	45
5.2.1 Αλλαγή χρώματος ίριδος.....	45
5.3 Προσθετικοί φακοί - εξομοίωση με τον άλλον οφθαλμό.....	46
5.4 Ορθοκερατολογία.....	47
5.4.1 Ορθοκερατολογικοί φακοί επαφής.....	48
<b>Κεφάλαιο 6. ....</b>	<b>50</b>
6.1 Επαναστατικές χρήσεις φακών επαφής στο μέλλον.....	50
6.1.1 Παράδοση φαρμάκων στον οφθαλμό με Νανοτεχνολογία.....	50
6.1.2 Παράδοση φαρμάκων με φακούς επαφής.....	54
6.2 Φακοί επαφής για Διαγνωστικά Ευρήματα.....	57

6.3 Οθόνες απεικόνισης σε φακούς επαφής.....	65
<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>68</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>69</b>
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	69
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	70
Ιστοσελίδες.....	70

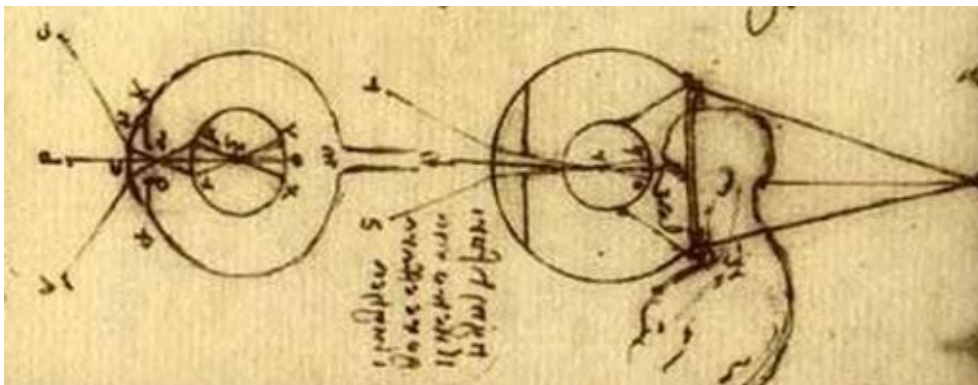
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

### 1.1.2 Η ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

Η βασική ιδέα αυτού που σήμερα ονομάζεται φακός επαφής κρατάει τις ρίζες της από πολύ παλιά, στο βαθύ εξελικτικό παρελθόν, φτάνοντας στον 16<sup>ο</sup> αιώνα και τον Leonardo da Vinci, ο οποίος πρώτος περιέγραψε στο βιβλίο του ( Da Vinci, Codex. 1508) μια μέθοδο για την τροποποίηση της ισχύος του κερατοειδούς με βύθιση του οφθαλμού σε νερό.

Ο Da Vinci, διατύπωσε αυτή την ιδέα, θέλοντας να κατανοήσει ο ίδιος τον μηχανισμό λειτουργίας του ματιού, χωρίς να σχεδιάσει πρακτικά κάποιο μοντέλο που να μπορεί να αναγνωρισθεί ως ένας φακός επαφής. (Κ. Κατσούλος- Δ. Μακρυγιώτη., 2010)

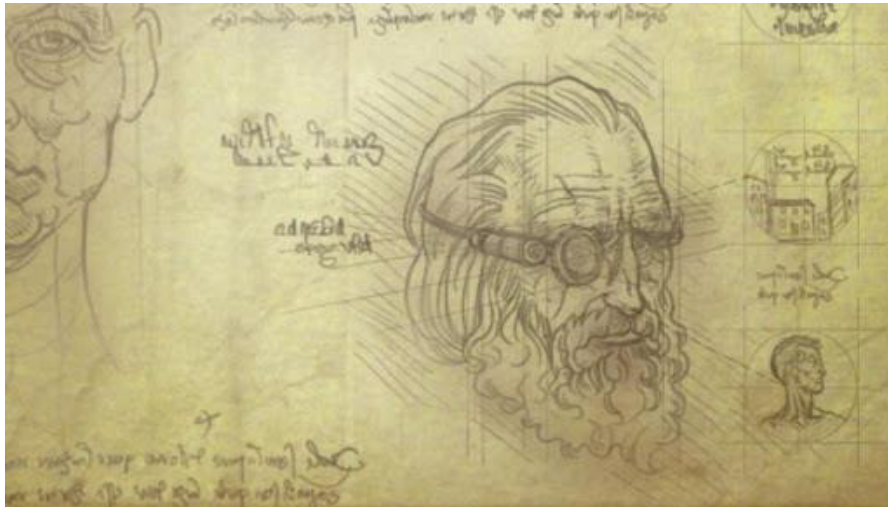


Σχήμα 1.1: Σχεδιάγραμμα του Leonardo Da Vinci για την εξουδετέρωση της κερατοειδικής ισχύος.

Σε αυτή την ιδέα, βασίστηκε περίπου έναν αιώνα αργότερα ο φιλόσοφος και επιστήμονας φυσικών επιστημών Rene Descartes (δάσκαλος του Διαφωτισμού) προτείνοντας στο βιβλίο του με τίτλο "Discourse de la Methode"(1636) μια μέθοδο 'εξουδετέρωσης' της κερατοειδικής ισχύος, χρησιμοποιώντας ένα γυάλινο σωλήνα γεμάτο με υγρό που έφερε σε επαφή με τον κερατοειδή.

Η μέθοδος αυτή, στάθηκε πρακτικά αδύνατο να εφαρμοστεί μιας και 'απαγόρευε' τον βλεφαρισμό. (Κ. Κατσούλος- Δ. Μακρυγιώτη., 2010)



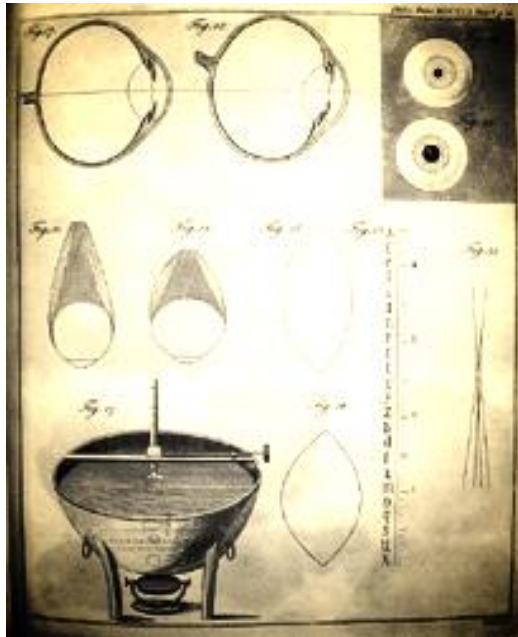
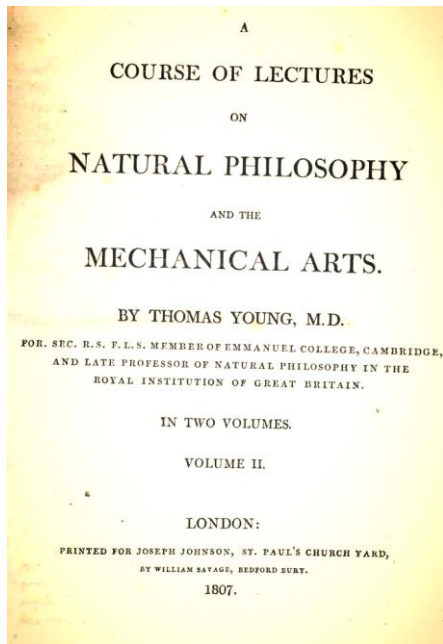


Σχήμα 1.2: Σκίτσο ενός “έξυπνου Φακού” L. Da Vinci. ,  
([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) ,2012)

Για τα επόμενα εκατό χρόνια, περίοδος που “άνθιζαν” οι φυσικές επιστήμες κυρίως σε χώρες της Ευρώπης (Γερμανία , Γαλλία κ. α) , πραγματοποιήθηκαν πολλά πειράματα και μελέτες στον τομέα της Οφθαλμολογίας ,προσπαθώντας να γίνει κατανοητή η λειτουργία του κερατοειδή ερχόμενος σε επαφή με τον αέρα και η εύρεση της κατασκευής που θα μετρίαζε τις διαθλαστικές ανωμαλίες-μιας και οι περισσότερες οφείλονταν σε διαταραχές της ισχύος του ίδιου του χιτώνα.

Το 1801, ο Tomas Young, δημοσιεύει την περιγραφή του για την εξουδετέρωση της ισχύος του κερατοειδούς στο βιβλίο του με τίτλο “A course of Lectures on Natural Philosophy and Mechanical Arts”.volume 2, έχοντας κατασκευάσει μετά από αρκετά πειράματα σχετικά με τους μηχανισμούς προσαρμογής, ένα ‘καπέλο ματιού’(eyecup) γεμάτο με υγρό στο οποίο τη βάση είχε προσαρμόσει ένα προσοφθάλμιο από μικροσκόπιο.

Αν και δεν προοριζόταν για τη διόρθωση των διαθλαστικών ανωμαλιών του ματιού , αυτή η συσκευή θα μπορούσε να θεωρηθεί ο πρόγονος των φακών επαφής . (George Peacock., 1855., Google/e-books copyright. 2016)



Σχήμα 1.2:(Αριστερά)Αντίγραφο από το εξώφυλλο του βιβλίου του Tomas Young,1807 και (δεξιά) ένα από τα σκίτσα του ιδίου για την μελέτη της προσαρμογής του οφθαλμού,1803.

(<https://archive.org>). (<http://beckerexhibits.wustl.edu/rare/collections/periodicals.html> , 2015)

Το πρώτο άρθρο για την 'εφαρμογή' αυτή τη φορά των θεωριών περί διόρθωσης των διαθλαστικών ανωμαλιών, γράφεται από τον Άγγλο αστρονόμο Sir John Herschel και δημοσιεύεται στο περιοδικό Light(1827), στο οποίο περιγράφει δύο διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής : στην πρώτη αναφέρει μια 'γυάλινη σφαιρική κάψουλα' γεμισμένη με ζελατίνη( ζελέ από ζώο) και στην δεύτερη 'ένα καλούπι με τον τύπο του κερατοειδούς' που θα μπορούσε να αναπαραχθεί με κάποιο διαφανές μέσο.

## 1.2 ΓΥΑΛΙΝΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ«ΟΙ ΠΡΩΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΟΠΕΙΡΕΣ»

Ο προπάτορας των σημερινών φακών επαφής μπορεί να θεωρηθεί ότι κατασκευάστηκε το 1887, από τον τεχνίτη οφθαλμικών προσθέσεων Friedrich Anton Muller-Uri από το Wiesbaden για έναν ασθενή του.

Η κατασκευή του Muller ήταν ένα γυάλινο κέλυφος χρώματος καφέ όπου το κεντρικό τμήμα του ήταν 'διάφανο' για τον κερατοειδή και το περιφερικό τμήμα του ήταν 'αδιαφανές' για να καλύπτει τον σκληρό χιτώνα.



Σχήμα 1.3: Friedrich Anton Muller-Uri(1862-1939), και Adolf E. Fick (1852-1937)  
(<http://www.andrewgasson.co.uk> The overseas Pioneers, A. Gasson – T. Bowden ,  
BCLA , 2006)

Τον επόμενο χρόνο, 1888 ο Ελβετός φυσιολόγος Adolf E. Fick κατασκευάζει στη Γερμανία τον πρώτο γυάλινο φακό που εφάπτεται στον σκληρό χιτώνα, από βαρύ γυαλί με διάμετρο 18-21mm. Αυτοί οι φακοί, μετονομάστηκαν αργότερα σε σκληρικούς ή απτικούς φακούς επαφής (scleral ή haptical contact lenses). Ο Ελβετός κατασκευαστής εφάρμοσε αρχικά τους συγκεκριμένους φακούς σε κουνέλια, στη συνέχεια στον εαυτό του και τέλος σε μια μικρή ομάδα εθελοντών.

Το έργο του δημοσιεύεται τον Μάιο του 1888 σε μορφή άρθρου με τίτλο «Γυαλί σε επαφή» και θεωρήθηκε ως ο πρώτος που εφάρμοσε ένα είδος «λειτουργικού» φακού επαφής.

Την ίδια περίπου περίοδο (1887-1888) αρχίζουν οι εφαρμογές σε διάφορα σημεία κυρίως της Ευρώπης.

Ο August Muller στο Κίελο της Γερμανίας, εκτιμά τα θεωρητικά πλεονεκτήματα των φακών επαφής για να αξιολογήσει την ακτίνα του κερατοειδή και του σκληρού χιτώνα, και κατασκευάζει έναν πιο βολικό σκληρικό φακό από το μοντέλο του Fick εξουδετερώνοντας τη δική του σοβαρή μυωπία. Επίσης, ο Louis J. Girard εφηύρε μια παρόμοια φόρμα σκληρικών φακών.



Σχήμα 1.4: Οι προπάτορες των φακών επαφής του F. Anton Muller-Uri (The college of Optometrists, UK. 2016)

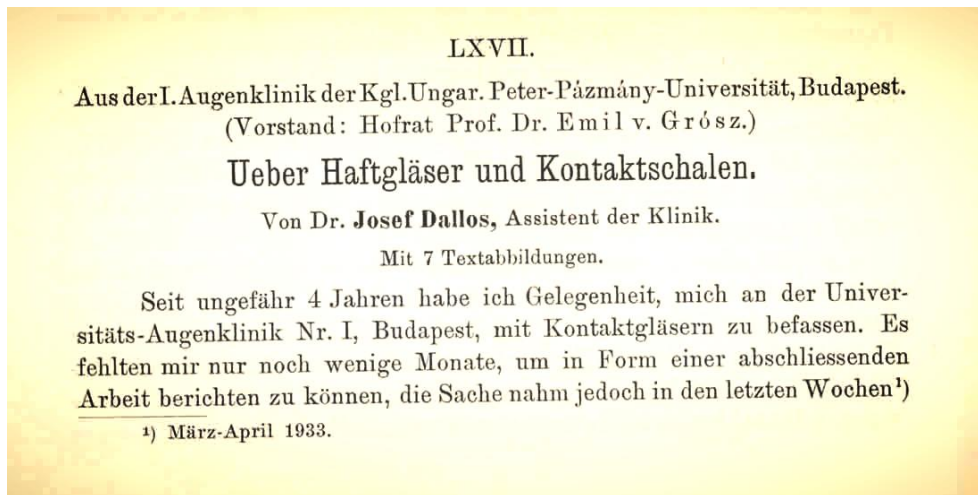
Η επίσημη παραγωγή του προϊόντος ξεκινά την επόμενη τριετία (1909-1912) από την εταιρεία Carl Zeiss, με τον Moritz Von Rohm ως επικεφαλής της κατασκευής σκληρικών φακών και παρουσιάζεται με τη μορφή κασετίνας(set), ενώ αναφέρεται επίσημα και στο δελτίο προϊόντων της εταιρείας.



Σχήμα 1.5: (Αριστερά) Η κασετίνα φακών επαφής της Zeiss,(κέντρο) ο Carl Zeiss(1816-1888),και(δεξιά)ατομικοί φακοί επαφής(The college of Optometrists, UK. 2016)

Το 1927, ο Adolf Muller-Welt κατασκευάζει τον πρώτο φακό επαφής σε φόρμα από εκμαγείο με γυαλί schott. Η τεχνική του κατοχυρώνεται με βραβείο ευρεσιτεχνίας λίγους μήνες αργότερα. Την ίδια περίοδο στην Αγγλία ο Dick Smelie αρχίζει την εφαρμογή φακών της Zeiss ενώ παράλληλα συνεργάζεται και με την εταιρεία Hamblins.





Σχήμα 1.6: Το πρώτο άρθρο του Josef Dallos με τίτλο “ Το γυαλί σε σχέση με τους φακούς επαφής”(1933) (<http://www.andrewgasson.co.uk> BCLA , 2006)

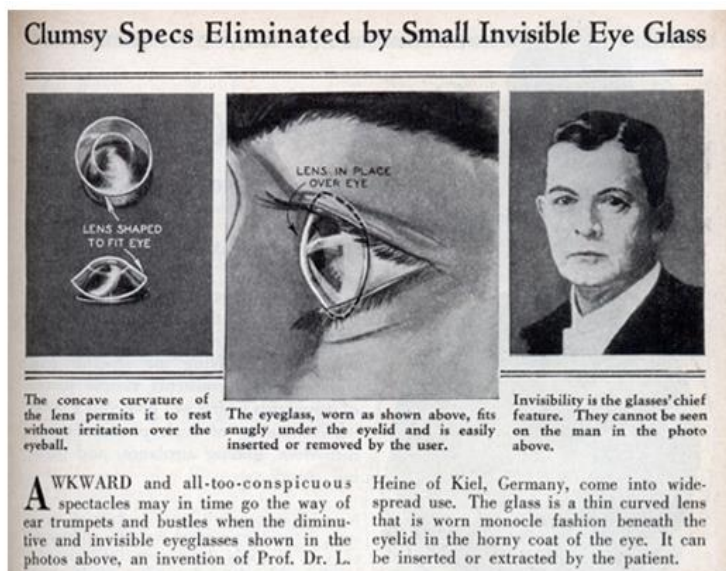
Δύο χρόνια αργότερα(1929) ο Josef Dallos, φυσιολόγος από τη Βουδαπέστη, τελειοποιεί μια μέθοδο δημιουργίας πρότυπων εκμαγείων(χρησιμοποιώντας ένα υλικό Negacoll)από ζωντανούς ανθρώπινους οφθαλμούς, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στους κατασκευαστές να δημιουργήσουν φακούς επαφής που ταίριαζαν στο πραγματικό σχήμα του οφθαλμού σε κάθε περίπτωση.(British Contact Lens Association, B.C.L.A., 2004)



Σχήμα 1.7: Ο Josef Dallos(1905-1979) και το υλικό κατασκευής φακών (negacoll) για εκμαγείο. (Anthony G. Sabell, «Dr Joseph Dallos - An Appreciation», *Contact Lens J* 8 (5) 1979, 16-18)

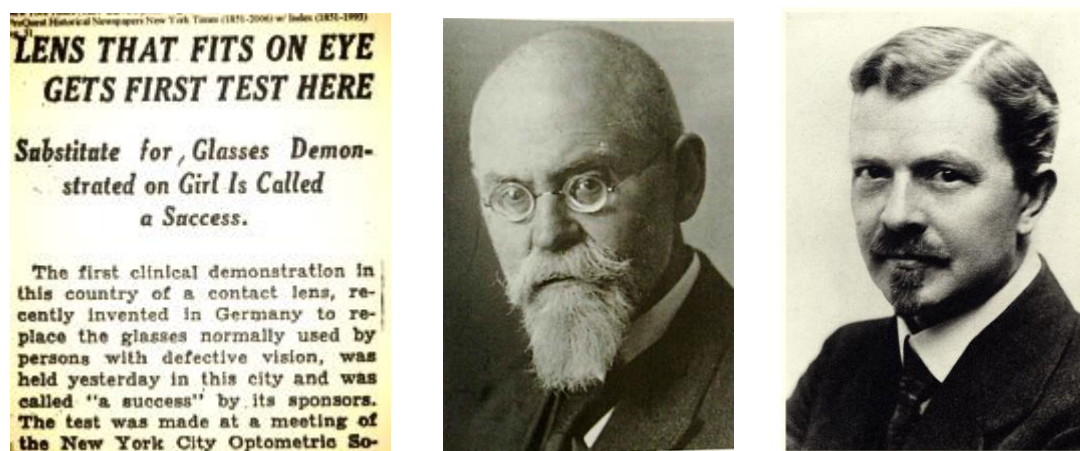
Η νέα αυτή εφεύρεση φάνηκε ιδανική για την οπτική διόρθωση του κερατόκωνου, κατά τον καθηγητή οφθαλμολογίας του Πανεπιστημίου του Κίελου\_(1907-1935) Dr. Leopold Heine. Ο ίδιος στη συνέχεια εφάρμοσε εξωεστιακούς (afocal ή πλάνο)

φακούς επαφής, χρησιμοποιώντας διαφορετικές ακτίνες καμπυλότητας για την οπίσθια επιφάνεια του φακού και την πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς. Η οπτική ισχύς του υγρού “φακού” ανάμεσα σε κερατοειδή και γυάλινο υλικό, ήταν αυτή που θα διόρθωνε την αμετροπία.



Σχήμα 1.8: Άρθρο εφημερίδας που αναφέρεται στους φακούς επαφής του Pr. Dr. L. Heine, ( <http://piilari.info> , 2009)

Η εφαρμογή με τους φακούς επαφής να μην έχουν δική τους οπτική ισχύ φάνηκε ελλιπής και μετά τον χαρακτηρισμό της Ida Mann «Η Θεωρία δεν είναι λογική» (“reduction ad absurdum”) αποδέχτηκε το γεγονός ότι οι φακοί επαφής του δεν διόρθωναν σοβαρές διαθλαστικές ανωμαλίες κι έτσι τέθηκε σε εφαρμογή η ιδέα της ισχύς επάνω στον φακό επαφής (πραγματικός φακός). (B.C.L.A., 2004)



Σχήμα 1.9: Δημοσιοποιημένο άρθρο για τους πρώτους φακούς επαφής του Adolf E. Fick , στην εφημερίδα *New York Times* ., 1930 ( <http://www.nytimes.com> , 2010) , Ο August Muller (1864-1949) και Ο Leopold Heine (1870-1940)

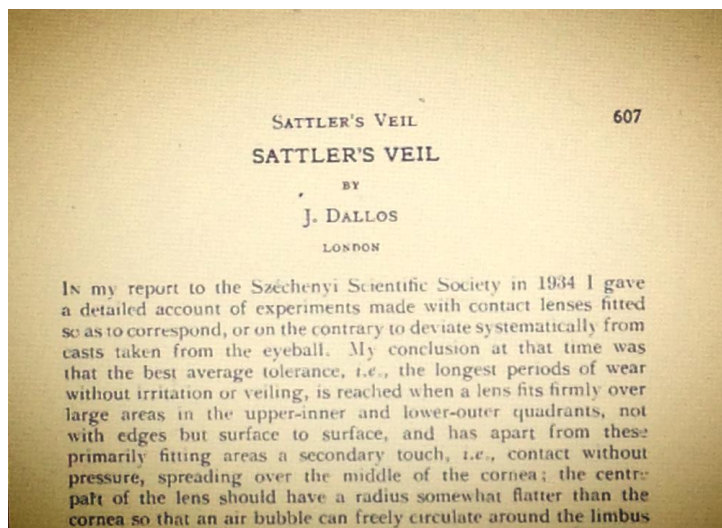
Την ίδια περίπου περίοδο, ο Andrew Rugg – Gunn χρησιμοποιεί (Plano ) φακούς( τύπου Heine) της Zeiss στο Δυτικό νοσοκομείο του Λονδίνου και οι Kenneth Osmond Dunscombe, Charles Keeler και Clement Clarke διαδίδουν τους φακούς επαφής (τεχνικές του Dallos) στην υπόλοιπη Αγγλία. Αντίστοιχα, στη Νέα Υόρκη οι Richard Danz και Arnold Kohler κατασκευάζουν απτικούς φακούς. Στα επόμενα πέντε χρόνια οι σκληρικοί φακοί επαφής βρίσκονται στο "μικροσκόπιο". Οι ιδιότητες ,τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους μελετούνται με πολύ προσοχή από τεχνίτες, επιστήμονες της Οπτικής και της Οφθαλμολογίας ακόμα και της Μηχανικής.



Σχήμα 1.10: (Αριστερά) Γυάλινοι φακοί επαφής της εποχής και (δεξιά) οι σκληρικοί φακοί επαφής του August Muller- Welt (The College of Optometrists, C.O , [www.college-optometrists.org](http://www.college-optometrists.org) , 2016) .

Ο C. H. S. Sattler το 1935, έχοντας χρησιμοποιήσει για τέσσερα χρόνια τους φακούς επαφής Zeiss, περιγράφει τα συμπτώματα δυσανεξίας που δημιουργούνται από τους σκληρικούς φακούς (υποξία, η έλλειψη παροχής επαρκούς οξυγόνου στον κερατοειδή) σαν μια κερατοειδική "ομίχλη" που έγινε γνωστή ως "Το πέπλο του Σάτλερ"(Sattler's Veil).( British Journal of Ophthalmology 30 (10) 607-613 , 1946)





Σχήμα 1.11: Το άρθρο του J. Dallos με θέμα «Το πέπλο του Sattler» (British Journal of Ophthalmology, 30 (10) 607-613., <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> , 1946)

Οι “γυάλινοι” φακοί χρησιμοποιήθηκαν αρκετά σε εφαρμογές εθελοντικής φύσεως και διαθλαστικών ανωμαλιών όμως εξαιτίας του μεγέθους, του βάρους και των περιορισμένων ιδιοτήτων τους(μη διαπερατοί από οξυγόνο), γρήγορα αποδείχθηκαν άβολοι. Για την αποφυγή αυτού του μειονεκτήματος και την αύξηση έως ένα βαθμό της διαπερατότητας τους σε οξυγόνο(ροή δακρύων στην οφθαλμική επιφάνεια), δημιουργήθηκαν μικρές οπές στο πλάι των φακών.

### 1.3 ΕΝΑ ΝΕΟ ΥΛΙΚΟ - ΤΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟ (PMMA)

Το γυαλί, κυριάρχησε στο πεδίο των φακών επαφής έως και τις αρχές της δεκαετίας του 1930.

Η ανάγκη της εποχής για ένα νέο πιο εξελιγμένο και εύχρηστο υλικό αλλά και παράλληλα μια τυχαία διαπίστωση του Nicholas H. Lloyd-Ridley , έφερε στο “φως” το πολυμεθακρυλικό Μεθύλιο (PolyMethyl MethAcrylate , PMMA).

Κατά τη διάρκεια ενός πειράματος ο N.H. Ridley ανακάλυψε πως το συνθετικό αυτό πολυμερές ( μέχρι τότε, υλικό κατασκευής για τα κάνιστρα των αεροσκαφών) ήταν συμβατό με το ανθρώπινο μάτι.





Σχήμα 1.12 : Φακοί επαφής ,1930. (<http://www.visioncenterdirect.com> ,2015)

Το 1936 ή 1937 ο Αμερικανός Οπτομέτρης William Feinbloom κατασκεύασε φακούς επαφής από γυαλί στην περιοχή του κερατοειδή και πλαστικό για την γύρω σκληρική επιφάνεια, ενώ παράλληλα κατέκτησε το βραβείο ευρεσιτεχνίας για την πατέντα των διπλοεστιακών και πολυεστιακών φακών.

Σχεδόν ταυτόχρονα, πολλοί επιστήμονες της όρασης μεταξύ των οποίων, Philip Salvatori, Istvan Gyorrffy(ξεκίνησε πρώτος την κατασκευή και χρήση φακών PMMA στην Ουγγαρία) Ernest Mullen, και Edward Goodlaw δοκίμασαν αρκετούς συνδυασμούς για σκληρικούς φακούς αποκλειστικά με υλικό το PMMA. Ο Theodore Obrig (ένας εκ των δύο σημαντικότερων αρθογράφων στον τομέα των φακών επαφής μεταξύ 1940-1950 ) στην Αμερική, ανακαλύπτει το 1938-1940 πειραματιζόμενος με ένα βαθύ μπλέ φίλτρο( φλουορεσεΐνη) , ότι μπορεί να παρατηρήσει πολύ καλύτερα την κερατοειδική περιοχή κατά την εφαρμογή φακών επαφής. Μάλιστα, για την παρατήρηση χρησιμοποίησε όχι μόνο λευκό( χρησιμοποιούνταν από παλαιότερα χρόνια) αλλά και black light φως. (Edward S. Bennet, Barry A. Weissman, 2005)



Σχήμα 1.13: (Αριστερά) Ο William Feinbloom (1870-1940) και (δεξιά) Ο Theodore Obrig (1896-1967). (<http://www.andrewgasson.co.uk> The overseas Pioneers, A. Gasson – T. Bowden , BCLA , 2006)

Ανάμεσα στη δεκαετία 1940-1950 , πραγματοποιήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στους πλαστικούς PMMA φακούς όσον αφορά στο σχήμα, το μέγεθος, την καμπυλότητα και την γενικότερη εφαρμογή τους.

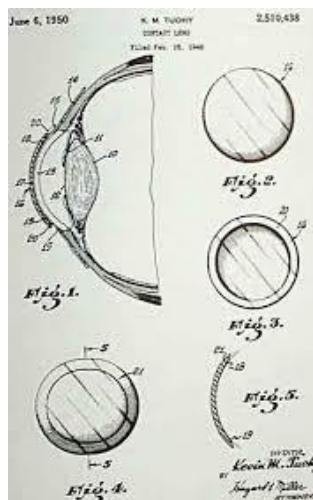
Ο Solon Braff το 1945 (Solon Braff's Laboratory) ,εισάγει πρώτος στην αγορά ένα μη ερεθιστικό υδροκολλοειδές υλικό, που αντικαθιστά το μέχρι τότε άβολο υλικό (Negacoll, η εφαρμογή του απαιτούσε αναισθησία του ασθενούς-χρήστη) για χύτευση στο μάτι, και έτσι βοηθά στην εκμάθηση της “χύτευσης” από ακόμα περισσότερους εφαρμοστές της εποχής.



Σχήμα 1.14: Καλούπια πλαστικών φακών επαφής (PMMA's) 1940-1950.  
( <http://lornekashin.weebly.com> , Lorne Kashin , 2014)

Ένα λάθος στην κατασκευή ενός φακού στις αρχές του 1950,έκανε τον Kevin Τυοη(1919-1968) να κατασκευάσει βάσει του λανθασμένου φακού πλαστικούς PMMA ,αυτή τη φορά πολύ μικρότερους σε μέγεθος.

Οι φακοί κάλυπταν ακριβώς την περιοχή του κερατοειδούς, και είχαν με μεγάλη διαφορά πιο επίπεδη καμπυλότητα από τους μέχρι τότε υπάρχοντες στην αγορά, κάτι που βοήθησε στην μείωση των συμπτωμάτων του οιδήματος που προκαλούνταν στους χρήστες κατά την εφαρμογή των φακών.



Σχήμα 1.15: (Αριστερά) Ο Kevin Τυοη (1919-1968) και (δεξιά) ένα από τα σκίτσα του για τον κερατοειδικό φακό επαφής. (<http://www.andrewgasson.co.uk> The overseas Pioneers, A. Gasson – T. Bowden , BCLA , 2006)

Τον Αύγουστο του 1950 η πατέντα του George Butterfield περιγράφει την οπίσθια επιφάνεια ενός φακού, η οποία δείχνει να ταιριάζει με μεγαλύτερη ακρίβεια στην κερατοειδική καμπυλότητα σε σύγκριση με την επίπεδη τοποθέτηση του Tyohy. Το λεπτό περίγραμμα ή η ευθυγράμμιση των φακών, έκανε τον σχεδιασμό του Butterfield (προσέγγισε σε ένα παραβολοειδές σχήμα) να είναι ο λεπτότερος που έχει κατασκευαστεί για όλους σχεδόν τους άκαμπτους φακούς από το 1930 έως και σήμερα.

#### **1.4 Η ΠΥΛΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΝΕΟ ΑΙΩΝΑ**

Μόλις δύο χρόνια αργότερα από την πατέντα του G. Butterfield , ο Τσέχος χημικός Otto Wichterle κατασκευάζει τους πρώτους φακούς επαφής με υλικό την υδρογέλη(hydrogel) σε μηχανήμα φυγοκέντρησης επίσης δικής του κατασκευής. Τα χρόνια που ήρθαν την δεκαετία του 1960-1970 σημειώθηκαν σημαντικές ιδέες και καινοτομίες στους σχεδιασμούς των φακών όπως η πατέντα του Frederich Arthur Burnett Hodd με τους διπλεσσιακούς φακούς το 1970 και την έγκριση του FDA για τις μέχρι τότε επιλογές φακών. Έπειτα, γύρω στο 1980-1982 ο Michael Bay σχεδιάζει τους πρώτους εβδομαδιαίους φακούς, ένα προϊόν που εφονός την παγκόσμια αγορά και αφετέρου τους ήδη χρήστες φακών επαφής αλλά και μη, αφού με αυτή την επιλογή, οι μολύνσεις από την παραμονή των φακών στον οφθαλμό(με τα μέχρι τότε υλικά) μειώθηκαν.

Προς τα τέλη πια της δεκαετίας του 1980 μια νέα εταιρεία «βλέπει» το φώς της αγοράς με φακούς επαφής συχνής αντικατάστασης. Η JOHNSON η JOHNSON, μια εταιρεία με πολλές εύκολα υλοποιήσιμες ιδέες που επρόκειτο να μείνει στις υψηλότερες θέσεις των προτιμήσεων μέχρι και την πρώτη δεκαετία του επόμενου αιώνα. Φτάνοντας πράγματι «προ των θυρών» , το 1999, ο σχεδιασμός του HEMA και της σιλικόνης-υδρογέλης πέρασαν τους φακούς επαφής σε εκατομμύρια χέρια και μάτια χρηστών επαφής σε όλο τον κόσμο, περνώντας στην απέναντι όχθη του 20<sup>ου</sup> αιώνα , αυτό που κάποτε αναφέρθηκε ως «ο γυάλινος σωλήνας με υγρό»( Rene Descartes “Discourse de la Methode” 1636).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΟΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ

#### 2.1 ΥΛΙΚΑ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ

Τα υλικά φακών επαφής είναι συνήθως πολυμερή, αποτέλεσμα απλών χημικών ενώσεων γνωστά ως μονομερή (monomers). Η επανάληψη των μονάδων του μονομερούς και η προσθήκη συστατικών διασταύρωσης βοηθούν τη διαδικασία του “πολυμερισμού”. Το τελικό υλικό αποκτά τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του από την διασταύρωση των επαναλαμβανόμενων αυτών μονάδων.

Όταν για τη δημιουργία ενός τέτοιου υλικού χρησιμοποιούνται περισσότερα μονομερή στοιχεία, τότε έχουμε ένα συμπολυμερές υλικό. (Κ. Κατσούλος –Δ. Μακρυγιάννη, 2010)

Μελετώντας την ιστορική εξέλιξη, όλα τα υλικά των σημερινών φακών επαφής, υδρόφιλων και σκληρών αεροδιαπερατών, προέρχονται είτε από το μονομερές μεθυλ-μεθακρυλικό (MMA), είτε από γόμα σιλικόνης (silicon rubber ή silicon elastomer).

Από τον πολυμερισμό του MMA προέκυψε η κατασκευή του PMMA(\*) το οποίο είναι θερμοπλαστικό, με μεγάλη ικανότητα διαβροχής (wettability) της επιφάνειάς του και καλή μηχανική αντοχή, εύκολο στην επεξεργασία και την απολύμανση, αλλά πρακτικά με μηδενική διαπερατότητα οξυγόνου. Η γόμα σιλικόνης είναι ένα ελαστικό υλικό, ιδιαίτερα υδρόφοβο, και διαπερατό σε πολύ μεγάλο βαθμό από το οξυγόνο.

Μέσα από την εξελικτική πορεία τους τα υλικά φακών επαφής διαχωρίστηκαν αρχικά σε δύο και από το 1990 μέχρι και σήμερα σε τρεις κατηγορίες :

- Στη HEMA, το πρώτο υδρόφιλο υλικό που προήλθε από τον συμπολυμερισμό του MMA με υδρόφιλα πολυμερή, μονάδες που έχουν την ιδιότητα να απορροφούν και να κατακρατούν διάχυτο το οξυγόνο. Στη συνέχεια ακολούθησαν τα σύγχρονα υδρόφιλα υλικά, με αυξημένη υδροφιλία.
- Στα σκληρά ή άκαμπτα αεροδιαπερατά (RGP) υλικά που προέκυψαν από την ανάμιξη του MMA με τη γόμα σιλικόνης. Η σταδιακή ανάπτυξη αλλά και η αύξηση της ποικιλίας του συγκεκριμένου υλικού πρόσφερε στην αγορά προϊόντα με πολύ καλύτερη διαπερατότητα οξυγόνου.
- Στη σιλικόνη-υδρογέλη, ένα επαναστατικό προϊόν που εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1990 μετά από χημική ένωση της σιλικόνης με οργανικές ενώσεις. Η εξέλιξη αυτή οδήγησε σε ένα νέο δρόμο φακών επαφής αυτό των μαλακών, μια κατηγορία φακών που κυριάρχησε στην αγορά για πολλά χρόνια χάρη στην άνεση που προκαλούσε το υλικό στους χρήστες φακών, η πρόοδος των οποίων συνεχίζεται μέχρι και σήμερα.

#### 2.2 ΥΛΙΚΑ ΣΚΛΗΡΩΝ ΑΕΡΟΔΙΑΠΕΡΑΤΩΝ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ

Η μεγάλη πλειοψηφία των σκληρών φακών επαφής σήμερα είναι οι σκληροί αεροδιαπερατοί, με τους σκληρικούς να έχουν ένα μικρό αλλά ιδιαίτερης σημασίας

πεδίο εφαρμογής, ενώ οι φακοί από PMMA( το πρώτο υλικό των άκαμπτων φακών) έχει σχεδόν εκλείψει παραγωγικά.

Οι πρώτοι αεροδιαπερατοί φακοί είχαν δημιουργηθεί από πολυμερισμό του MMA με αλυσίδες σιλικόνης. Αναιρώντας το πολύ μεγάλο μειονέκτημα των PMMA , δηλαδή τη μη διαπερατότητα οξυγόνου, χάρη στην αραιή διάταξη των αλυσίδων της η σιλικόνη διατήρησε όλα τα υπόλοιπα πλεονεκτήματα του πρώτου υλικού, και επέτρεψε τη διάχυση των μορίων του οξυγόνου στη νέα χημική δομή(rigid gas permeable).

Το μεγάλο μειονέκτημα αυτών των πρώτων φακών αφορούσε το σιλικονούχο μέρος και πιο συγκεκριμένα την υδροφοβική ιδιότητα του, καθώς η υδροφοβία ενός υλικού οδηγεί συχνά σε αυξημένη εναπόθεση λιπιδίων στην επιφάνεια του φακού κι έτσι μειώνεται η όραση. Η προσθήκη παραγόντων εφύγρυνσης(wetting agents) και διασύνδεσης(cross-linking agents) των βασικών αλυσίδων άνθρακα και σιλικόνης ,συντέλεσαν στο να μειωθεί το ποσοστό υδροφοβίας και πρακτικά να μεγαλώσει η μηχανική σταθερότητα του υλικού.(Kashin. L. R.O., 2014) Τα συγκεκριμένα υλικά ονομάστηκαν αρχικά σιλικο-ακρυλικά ή σιλοξάνες-μεθακρυλικά(silico-acrylates ή siloxane-methacrylates S/A).

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω, προστέθηκε και ένα ακόμα υλικό στη χημική σύσταση του υλικού, το φθόριο(fluorine) και έτσι τα νέα υλικά ονομάστηκαν φθοριο-σιλικονούχα ακρυλικά (fluoro-silicone acrylates).

Το φθόριο αυξάνει τη διαπερατότητα του υλικού σε οξυγόνο, κι αυτό γιατί τα μόρια του οξυγόνου δείχνουν μια προτίμηση στο να διαλύονται ανάμεσα στις φυσαλίδες του φθοριούχου τμήματος και όχι να διαχέονται όπως στην περίπτωση της σιλικόνης. Επίσης, δύο ακόμα μηχανικά πλεονεκτήματα του νέου αυτού υλικού είναι ότι επιδρά με τη βλεννώδη στιβάδα των δακρύων, βοηθώντας έτσι στην αντίσταση των εναποθέσεων, και ότι χαρακτηρίζεται από μεγάλη διαστατική σταθερότητα(dimensional stability).

## 2.3 ΥΛΙΚΑ ΜΑΛΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ

Τα υλικά των μαλακών φακών επαφής είναι :

- Η σιλικόνη,
- Η υδρογέλη,
- Και η σιλικόνη-υδρογέλη

Η σιλικόνη είναι ένα ιδιαίτερα ελαστικό, με μεγάλη διαπερατότητα οξυγόνου, αλλά υδρόφοβο υλικό κι έτσι η παραγωγή ατόφιων φακών σιλικόνης είναι περιορισμένη. Η υδρογέλη από την άλλη μεριά, είναι το συμβατικό υλικό, το πρώτο πραγματικά υδρόφιλο(εξέλιξη του HEMA), που χάρη στις ιδιότητες του( μπορεί να απορροφήσει έως και 38% ποσοστό σε νερό) κυριάρχησε για πολλά χρόνια στην κατασκευή φακών επαφής. Η “απλή” υδρογέλη βέβαια δεν είναι ούτε υγρή ούτε μαλακή. Είναι ,αντίθετα, άνυδρη και η υφή της , είναι πράγματι σκληρή. Η ένωση των δύο υλικών έφερε την καινοτομία στην κατασκευή φακών επαφής, ο λόγος για τη σιλικόνη-υδρογέλη.

Οι φακοί σιλικόνης- υδρογέλης οφείλουν την απορροφητικότητα τους σε νερό στην ύπαρξη των μονομερών της υδρογέλης στο υλικό, που συνδέονται με τη σιλικόνη και καθιστούν τη συνολική δομή του υλικού υδρόφιλη.

Οι τρεις αυτές κατηγορίες κατατάσσονται στους μαλακούς (soft) φακούς γιατί σε αντίθεση με τους σκληρούς αεροδιαπερατούς, όταν τοποθετούνται στον οφθαλμό προσαρμόζονται απόλυτα στο σχήμα του κερατοειδή.

### **2.3.1 Η ΓΟΜΑ ΣΙΛΙΚΟΝΗΣ**

Αν και η διαπερατότητα οξυγόνου ενός φακού από καθαρή σιλικόνη είναι πολύ μεγάλη, μεγαλύτερη από κάθε άλλο υλικό, οι φακοί αυτοί δεν έτυχαν ποτέ ευρείας εφαρμογής. Οι λόγοι είναι ακριβώς όλα αυτά τα μειονεκτήματα που μπορεί κανείς να διαπιστώσει στη σύσταση της σιλικόνης, όπως κακή διαβροχή από τα δάκρυα, έντονη τάση για συγκέντρωση εναποθέσεων, μεγάλη ακαμψία και τάση του φακού να σφίγγει τον οφθαλμό κατά την εφαρμογή.

Από τους ελάχιστους καθαρούς φακούς σιλικόνης που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά είναι ο Silsoft της Bausch+Lomb, και προορίζεται κυρίως για παιδιατρική ή αφακική χρήση.

### **2.3.2 Η ΣΙΛΙΚΟΝΗ-ΥΔΡΟΓΕΛΗ**

Τη δεκαετία του 1990 που εμφανίστηκαν οι φακοί σιλικόνης-υδρογέλης, ο πρώτος φακός που βγήκε σε παραγωγή λεγόταν Night & Day(τώρα Air Optix Night & Day) από τη Ciba Vision. Ακολούθησαν ο Purevision της Bausch+Lomb, ο Advance της Johnson & Johnson, ο Air Optix Aqua της Ciba Vision, ο Biofinity της Cooper Vision κ.ά.

Οι φακοί αυτοί θεωρήθηκαν επαναστατικοί, για δύο αλληλοεξαρτούμενους λόγους : σταμάτησαν την ανάγκη αύξησης της περιεκτικότητας σε νερό για καλή διαπερατότητα οξυγόνου, καθώς το οξυγόνο ουσιαστικά διαχέεται μέσα από τις αλυσίδες σιλικόνης, και παρείχαν έτσι πολύ μεγάλη μεταβιβαστικότητα οξυγόνου, πρωτόγνωρη για μαλακούς φακούς, πολλές φορές παρόμοια με αυτή των σκληρών αεροδιαπερατών φακών. (Κ. Κατσούλος- Δ. Μακρυγιώτη, 2010)

Ο πρώτος φακός (Night & Day) είχε μικρή περιεκτικότητα σε νερό (24%) και μεγάλη σε σιλικόνη, για να μεγιστοποιηθεί η διαπερατότητα του οξυγόνου. Ήταν επίσης, ο πρώτος από τους μαλακούς διαδεδομένους φακούς που πήρε έγκριση από το FDA για χρήση 30 συνεχόμενων ημερών(ακόμα και τη νύχτα), αλλά ήταν δύσκαμπτος λόγω του μεγάλου ποσοστού σιλικόνης και μικρότερου ποσοστού σε νερό στη σύστασή του.

Οι δύο επόμενοι φακοί, ο Purevision και ο Advance, με αντίθετη σύσταση(περισσότερο νερό και λιγότερη σιλικόνη), ήταν πιο εύκαμπτοι σε βάρος της διαπερατότητας σε οξυγόνο. Σταδιακά εμφανίστηκαν και άλλα υλικά που προσπαθούν να συνδυάσουν τη διαπερατότητα σε οξυγόνο με την άνεση των κλασικών υδρόφιλων(Κ. ΚΑΤΣΟΥΛΟΣ-Δ. ΜΑΚΡΥΝΙΩΤΗ).

Η τελευταία προσθήκη στα υλικά σιλικόνης-υδρογέλης είναι τα υλικά που μπορούν να δουλευτούν στον τόρνο( machinable materials), ενώ οι πρώτες γενιές φακών κατασκευάζονταν μόνο από τεχνολογίες καλουπιών.

Με αυτή την εξέλιξη έγιναν εφικτές ειδικές σχεδιάσεις φακών επαφής από σιλικόνη-υδρογέλη, όπως κερατοκωνικοί, αντίστροφης γεωμετρίας κ.ά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ

#### 3.1.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕ ΤΟΡΝΟ

Η κατασκευή με τόρνο κοπής (lathe cut) είναι η πιο παλιά μέθοδος κατασκευής με εξαίρεση τη μέθοδο του εκμαγείου. Οι πρώτοι πλαστικοί φακοί κατασκευάστηκαν σε τόρνο, ενώ μέχρι και σήμερα η κατασκευή με τόρνο βρίσκεται στην κορυφή τεχνολογικά, και όχι άδικα, καθώς ακόμα και τα καλούπια που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή φακών επαφής συχνής αντικατάστασης, κατασκευάζονται και αυτά με τη μέθοδο του τόρνου. Η σύγχρονη και παράλληλα ώριμη σε κατασκευαστικό επίπεδο τεχνολογία των τόρνων και των λογισμικών που τους συνοδεύουν προσφέρει ένα αρκετά ακριβές κατασκευαστικό προϊόν της τάξεως του 0.1  $\mu\text{m}$  (1  $\mu\text{m}$  = 1 εκατομμυριοστό του μέτρου). Οι σημερινοί τόρνοι CNC (computerized numerical control lathe) δίνουν τη δυνατότητα στους κατασκευαστές να σχεδιάσουν οποιαδήποτε, απλή ή σύνθετη, γεωμετρία.



Σχήμα 1.16: Κατασκευή φακού επαφής σε τόρνο (<https://repository.kallipos.gr>, 2014)

Με τη χρήση του τόρνου κατασκευάζονται οι μαλακοί αλλά και οι σκληροί φακοί επαφής, με μοναδική διαφορά τον κύκλο ενυδάτωσης των μαλακών φακών. Αρχικά κατασκευάζονται όπως οι σκληροί, και στη συνέχεια περνούν μια διαδικασία απορρόφησης νερού και αυξάνονται τόσο σε μήκος (axial expansion) όσο και σε καμπυλότητα (radial expansion), ένα χαρακτηριστικό που ενσωματώνεται σε όλα τα υδρόφιλα υλικά. Στους φακούς νέας γενιάς σιλικόνης-υδρογέλης πολλοί κατασκευαστές προσθέτουν λιπαντικούς/ενυδατικούς παράγοντες που βοηθούν στην άνεση αλλά και την αίσθηση του φακού.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του φακού που μπορεί να κατασκευάσει ένας τόρνος εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως:

- Τη διάμετρο του ανεπεξέργαστου προτύπου (lens blank), που καθορίζει τη μέγιστη διάμετρο του προς κατασκευή φακού επαφής,



- Τις μηχανολογικές δυνατότητες του τόνου, και πιο συγκεκριμένα τις δυνατότητες κίνησης και περιστροφής του σημείου στερέωσης του blank. Το αδαμάντινο εργαλείο του τόνου CNC που κόβει το φακό, μπορεί να είναι κινητό ή ακίνητο, σε αντίθεση με τους τόνους κοπής μετάλλων που είναι συνήθως ακίνητοι με το εργαλείο κοπής κινούμενο. Τα παλαιότερα μοντέλα τόνων είχαν ακίνητο το αδαμάντινο εργαλείο και κινούμενο το εργαλείο κοπής.
- Τις ακτίνες καμπυλότητας των βάσεων (chuck) στις οποίες στερεώνεται το blank, καθώς σχηματίζεται η πρόσθια επιφάνεια, και
- Τις σχεδιαστικές δυνατότητες του λογισμικού.

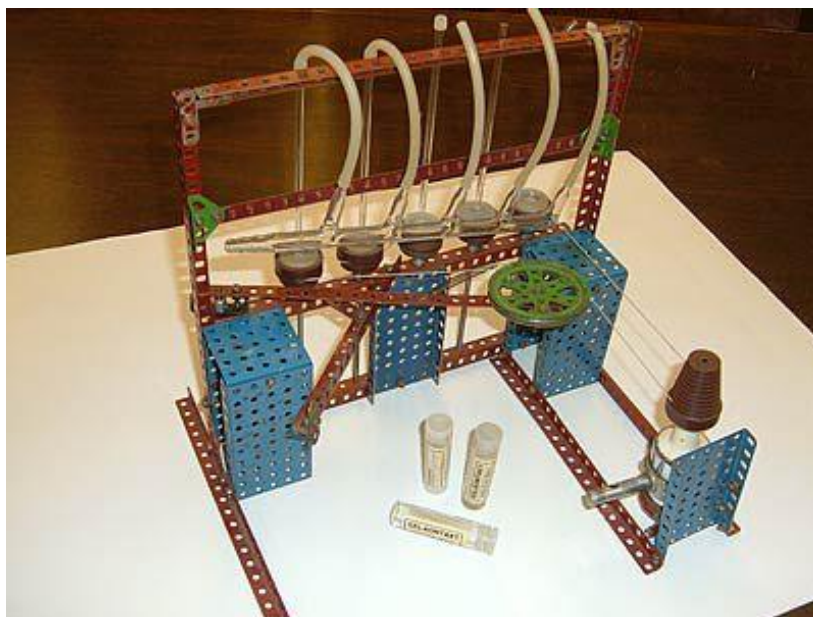
Οι πιθανές γεωμετρίες καθορίζονται από τα τρία τελευταία χαρακτηριστικά.

### 3.1.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ

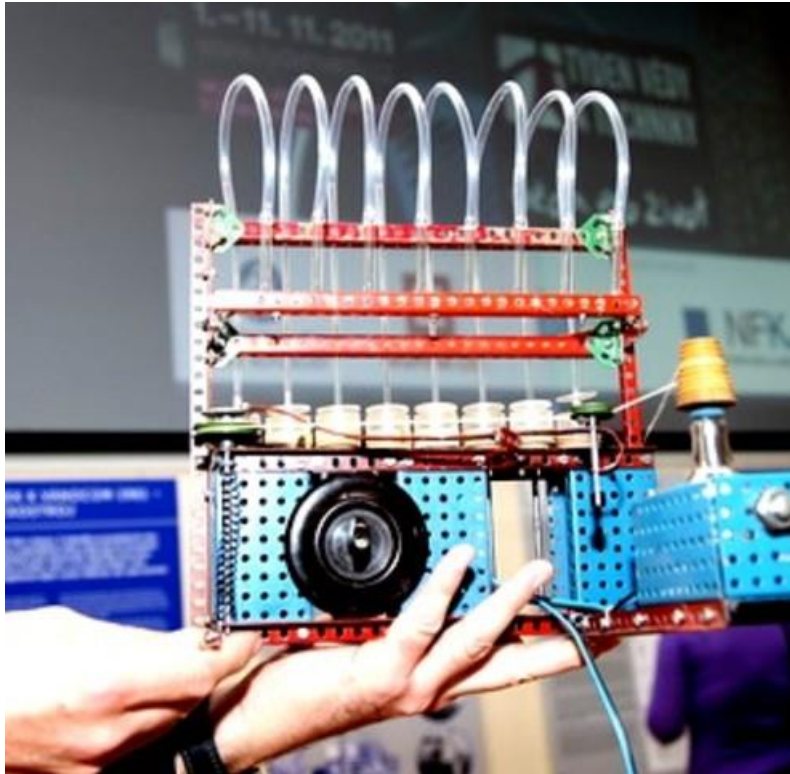
Με τη μέθοδο περιστροφής ή φυγοκέντρωσης (spin casting) κατασκευάστηκαν οι πρώτοι μαλακοί φακοί από τον Otto Wichterle την δεκαετία του 1960.

Στη σημερινή της εκδοχή, η μέθοδος βασίζεται στην εισαγωγή του πολυμερούς σε υγρή μορφή σε ένα κοίλο χυτό καλούπι, το οποίο στη συνέχεια περιστρέφεται. Η μπροστινή επιφάνεια του φακού εξαρτάται από τη γεωμετρία του καλουπιού, ενώ το πάχος και η καμπυλότητα το υλικού στην οπίσθια επιφάνεια (και τελικά την ισχύ του φακού) εξαρτώνται από την ταχύτητα περιστροφής, και τη φύση του υλικού.

Η μεγάλη ταχύτητα περιστροφής θα καταλήξει σε πιο επίπεδη πίσω επιφάνεια συγκριτικά με την εμπρόσθια, άρα και σε θετικότερο φακό, ενώ η αντίστροφη διαδικασία θα καταλήξει σε πιο αρνητικό. Λόγω της περιστροφής, η πίσω επιφάνεια δεν είναι ποτέ σφαιρική αλλά “ασφαιρική”, καθώς επίσης είναι αδύνατο να κατασκευαστούν δικάμπυλωτές ή πολυκαμπυλωτές πίσω επιφάνειες, αλλά μόνο μονοκαμπυλωτές.



Σχήμα 1.17: Το μηχανήμα που χρησιμοποιείται για τη μέθοδο της περιστροφής.

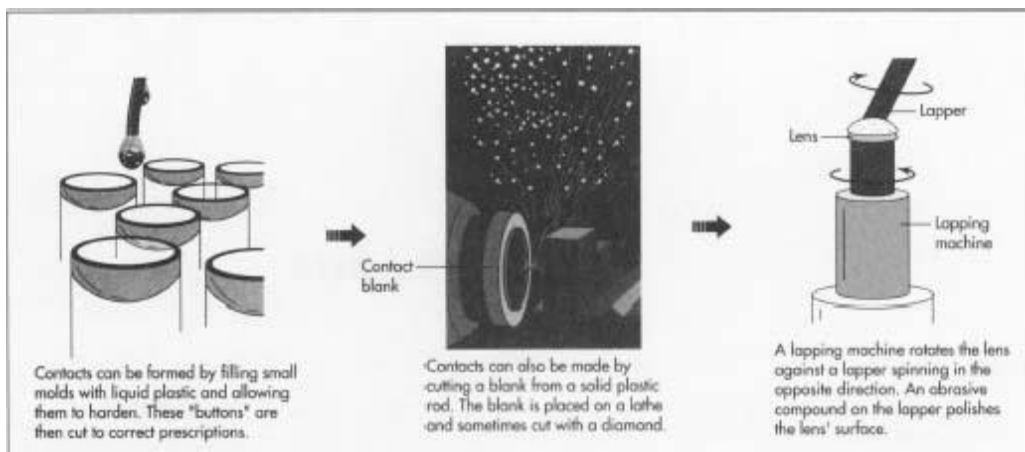


Σχήμα 1.18: Ένα μικρότερο σε μέγεθος μηχανήμα περιστροφής για κατασκευή φακών επαφής.

### 3.1.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΕΚΜΑΓΕΙΟΥ

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος σήμερα (και εναρκτήρια για τους φακούς επαφής) στην παραγωγή φακών συχνής αντικατάστασης είναι αυτή του εκμαγείου ή έγχυσης σε καλούπι (impression molding).

Το υγρό πολυμερές εγχέεται στο κενό ανάμεσα σε δύο καλούπια, ένα κυρτό και ένα κοίλο, και στη συνέχεια στερεοποιείται. Η απόσταση ανάμεσα στα δύο καλούπια σε συνδυασμό με το σχήμα αυτών, θα καθορίσει το πάχος και τελικά την ισχύ του φακού.



Σχήμα 1.19: Η μέθοδος κοπής φακών με εκμαγείο.

Οι τορικοί φακοί είναι πιο εύκολο να κατασκευαστούν σε περισσότερες παραμέτρους με τη μέθοδο του εκμαγείου, καθώς με ένα κυρτό πίσω καλούπι κατασκευάζονται τορικοί φακοί σε οποιονδήποτε άξονα, απλά περιστρέφοντας το κυρτό καλούπι σε σχέση με το κοίλο. Επιπρόσθετα, η οπίσθια επιφάνεια των τορικών φακών είναι τορική, με αποτέλεσμα να μειώνεται η παραμόρφωση και η ανομοιομορφη μεγέθυνση που προκαλείται κι έτσι εφαρμόζουν καλύτερα σε έναν τορικό κερατοειδή.

### **3.1.4 ΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ ΣΗΜΕΡΑ**

Οι σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές έχουν βοηθήσει στην κατασκευή των φακών επαφής τόσο ώστε τα υλικά που χρησιμοποιούν σήμερα οι κατασκευαστές να έχουν όσο το δυνατόν καλύτερες επιδόσεις σε σταθερότητα, άνεση αλλά κυρίως καλύτερη όραση για τους χρήστες φακών επαφής. Ωστόσο, δεν είναι εφικτό μέχρι και σήμερα να συνδυαστούν όλες οι απαραίτητες ιδιότητες-προϋποθέσεις που χρειάζεται να πληρεί ένας φακός επαφής ανά περίπτωση, έτσι τόσο οι σκληροί αεροδιαπερατοί όσο και οι μαλακοί φακοί επαφής, χαρακτηρίζονται από πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα.

### **3.1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΚΛΗΡΩΝ ΑΕΡΟΔΙΑΠΕΡΑΤΩΝ ΦΑΚΩΝ**

Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί υπερτερούν συγκριτικά με τους μαλακούς φακούς στον τομέα της ποιότητας της όρασης. Υπάρχουν καταστάσεις όπου μόνο ένας σκληρός αεροδιαπερατός φακός μπορεί να δώσει τη λύση και να βελτιώσει την όραση (π.χ. κερατόκωνος, μετά από κερατοπλαστική). Η εφαρμογή σκληρών φακών προσφέρει καλύτερα ποιοτικά αποτελέσματα ακόμα και σε έναν μέσο χρήστη χωρίς ιδιαίτερη ανωμαλία, καθώς οι λιγότερες εκτροπές υψηλής τάξης (π.χ. κόμη κ.ά.) λόγω του φακού δακρύων κάτω από τον φακό, και η σταθερότητα της δομής του σκληρού αεροδιαπερατού υλικού, έχουν ως αποτέλεσμα την καλύτερη ευαισθησία αντίθεσης. (Α.Ο.Α. 2016)

Οι σκληροί αεροδιαπερατοί είναι η καλύτερη επιλογή σε περιστατικά μεγάλου αστιγματισμού, αλλά και πρεσβυωπίας, αφού μπορούν να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν σε οποιαδήποτε παράμετρο (χαμηλός δείκτης διάθλασης και υψηλός δείκτης διάθλασης κ.ά.). Οι κατασκευαστικές παράμετροι των σκληρών αεροδιαπερατών υλικών είναι το “δυνατό” σημείο τους εν συγκρίσει με τα υδρόφιλα υλικά.

### 3.1.6 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΚΛΗΡΩΝ ΑΕΡΟΔΙΑΠΕΡΑΤΩΝ ΦΑΚΩΝ

Παρότι προσφέρουν πολλές κατασκευαστικές επιλογές, οι σκληροί αεροδιαπερατοί έχουν ένα σοβαρό μειονέκτημα και αυτό αφορά καθαρά στην αίσθηση της άνεσης που δίνουν στον χρήστη.

Ο χρήστης χρειάζεται ένα αρκετά μεγάλο διάστημα για να συνηθίσει τους φακούς ( από 7 έως 10 ημέρες) κι αυτό γιατί του προκαλείται έντονη ενόχληση από την αίσθηση ξένου σώματος(πιθανότατα από το βάρος του φακού) στο μάτι. Αυτή η εντύπωση προκαλείται επειδή το άνω βλέφαρο έρχεται σε επαφή με το άκρο του φακού, και όχι από την επαφή του φακού με τον κερατοειδή. Μια προσεγμένη εφαρμογή μπορεί να μειώσει αυτή την κακή αίσθηση με το πέρασ των ημερών, ωστόσο πάντα χρειάζεται η ανάλογη παρακολούθηση του χρήστη από τον εφαρμοστή, καθώς μπορεί να δημιουργηθεί μείωση της ευαισθησίας του κερατοειδή από υποξία.( American Optometry Association, 2016)



Σχήμα 1.20 : (Αριστερά) Σχηματισμός εντρόπιου από επιπλοκή σκληρών αεροδιαπερατών φακών,([www.Bausch+Lomb](http://www.Bausch+Lomb). 2015)





Σχήμα 1.21 : Εναποθέσεις λιπιδίων στην οπίσθια επιφάνεια ενός σκληρού αεροδιαπερατού φακού( <http://www.ofthalmologiko-iatrio.gr> ,2016)

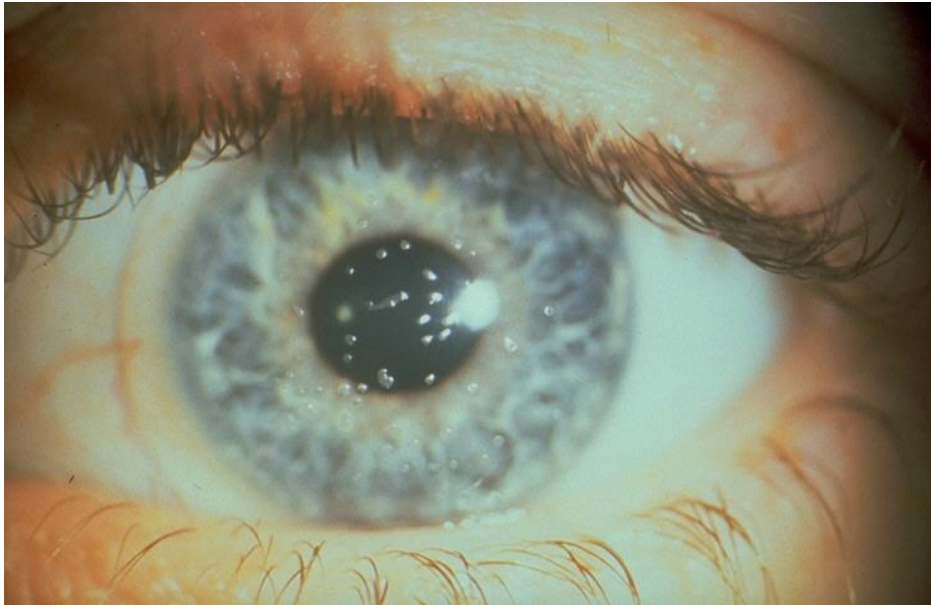
### 3.1.7 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΑΛΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ

Το μεγάλο πλεονέκτημα των μαλακών φακών επαφής είναι η αρχική αλλά και μακροχρόνια άνεση που προσφέρουν στο χρήστη κατά την εφαρμογή. Η άνεση αυτή οφείλεται στη μεγάλη διάμετρο, τα λεπτά άκρα, την περιορισμένη κινητικότητα και τη μειωμένη αντίσταση των βλεφάρων κατά το κλείσιμο τους. Ο εφαρμοστής χρειάζεται πολύ λιγότερο χρόνο για να δώσει οδηγίες ή ακόμα και να εφαρμόσει( εάν είναι η πρώτη επαφή του χρήστη με τον φακό επαφής) τον φακό επαφής, καθώς επίσης και να συνταγογραφήσει το υλικό, χάρη στο ευέλικτο πρόγραμμα που μπορεί να χρησιμοποιήσει (Κ. ΚΑΤΣΟΥΛΟΣ- Δ. ΜΑΚΡΥΝΙΩΤΗ, 2010 ). Περιστασιακοί χρήστες είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούν μαλακούς φακούς αντί σκληρούς αεροδιαπερατούς που χρειάζονται μεγαλύτερη περίοδο προσαρμογής.

### 3.1.8 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΑΛΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ

Το κύριο μειονέκτημα των μαλακών φακών είναι οπτικό: σε αρκετές περιπτώσεις (π.χ. κερατόκωνος, εκτασίες κ.ά.) οι χρήστες παραπονιούνται για κακή όραση, αποτέλεσμα που προκύπτει από την ελλιπή διόρθωση της κερατοειδικής ασυμμετρίας (Κ. ΚΑΤΣΟΥΛΟΣ- Δ. ΜΑΚΡΥΝΙΩΤΗ, 2010). Η ύπαρξη νερού στους υδρόφιλους φακούς, σε σχέση με την απουσία του στους σκληρούς αεροδιαπερατούς, κάνει την επιφάνεια τους πιο υγρή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την πιθανότητα αύξησης των εναποθέσεων που προκαλούνται από βακτήρια, λίπη, πρωτεΐνες που προέρχονται από τα δάκρυα και γενικότερα μικρές εναποθέσεις που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα και εύκολα εγκλωβίζονται στον φακό των δακρύων αλλά και στον υπόλοιπο οφθαλμό.

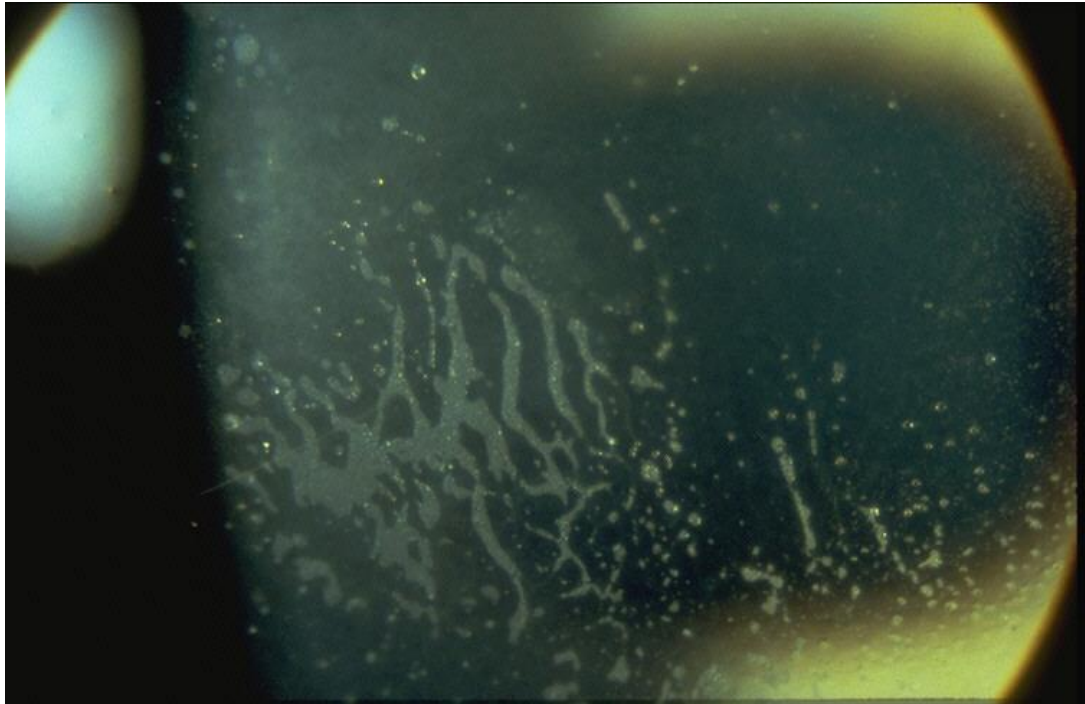
Παρόλο την άνεση που προκαλεί η υδροφιλία των μαλακών φακών, καθώς και όλων των υδρόφιλων υλικών, οι επιπλοκές που μπορεί να προκληθούν σε αντίθεση με τους αεροδιαπερατούς, είναι ποικίλες και συχνές.



Σχήμα 1.22: Σχηματισμός εναποθέσεων στην οπίσθια επιφάνεια ενός μαλακού φακού επαφής. ([www.bausch+Lomb.com](http://www.bausch+Lomb.com) .2015)

Το πολύ μικρό ποσοστό της μεταβιβαστικότητας του οξυγόνου που χαρακτηρίζει τους μαλακούς φακούς, είναι ίσως από τους πιο ισχυρούς λόγους να επιλέξει ένας έμπειρος εφαρμοστής τη χρήση σκληρών αεροδιαπερατών φακών. Όταν το οξυγόνο που βρίσκεται στο εξωτερικό περιβάλλον δεν μπορεί να διαπεράσει το υλικό του φακού από την πρόσθια προς την οπίσθια επιφάνεια του, τότε ο κερατοειδής του ασθενούς είναι πολύ πιθανό να εμφανίσει φαινόμενα υποξίας (MENG C. LIN, THAO N. YEH, Eye Contact Lens. 2013).

Τα σύγχρονα και σαφώς πιο εξελιγμένα υλικά όπως η σιλικόνη-υδρογέλη, έχουν σχεδόν μηδενίσει τις πιθανότητες εμφάνισης υποξίας, ωστόσο οι σκληροί αεροδιαπερατοί θεωρούνται πάντα μια πιο ασφαλής επιλογή (με εξαίρεση τους σκληρούς από γόμα σιλικόνης) για την αποφυγή αυτού του φαινομένου.



Σχήμα 1.23 : Λιπιδικές εναποθέσεις σε RGP φακό(<http://www.athensvision.gr>, 2016)

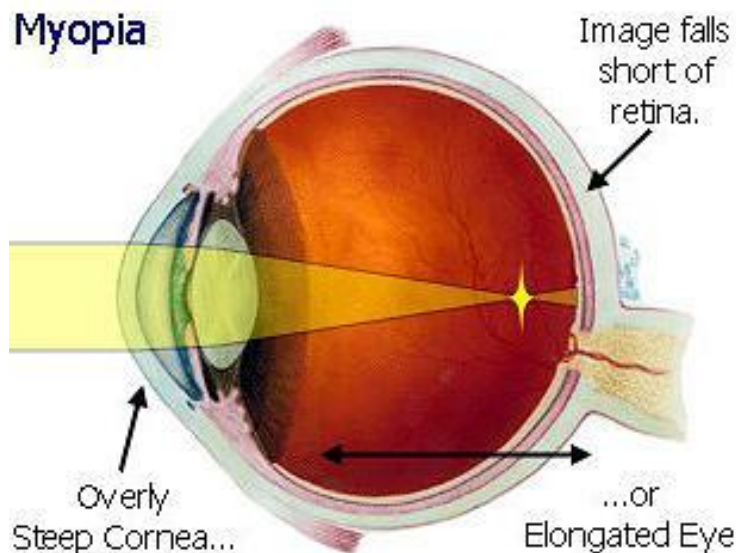
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΦΑΙΡΟΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΜΕ ΦΑΚΟΥΣ ΕΠΑΦΗΣ

#### 4.1.1 ΜΥΩΠΙΑ

Η μυωπία είναι μια πολύ συχνή διαθλαστική ανωμαλία που παρατηρείται στο 30% του γενικού πληθυσμού. Στη συγκεκριμένη ανωμαλία, οι ακτίνες του φωτός από το εξωτερικό περιβάλλον δεν εστιάζονται πάνω στον αμφιβληστροειδή του ματιού (όπως συμβαίνει στα εμμετρωπικά μάτια), αλλά μπροστά από αυτόν με αποτέλεσμα να μην υπάρχει σαφής ευκρίνεια ιδίως για τα αντικείμενα που βρίσκονται σε μακρινή απόσταση.

Η μυωπία συνήθως παρουσιάζεται στην αρχή της εφηβείας, μεγαλώνει προοδευτικά με διαφορετικούς ρυθμούς και σταθεροποιείται στην ηλικία των 17-20 ετών. (KIERSTAN BOYD, A.A.O. 2013) Σε ορισμένες παθολογικές καταστάσεις, μπορεί να παρουσιαστεί σε πολύ μικρότερη ηλικία και να φθάσει σε πολύ μεγάλους βαθμούς. Μυωπία μπορεί να παρουσιαστεί και στην Τρίτη ηλικία (ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, 2016), η οποία οφείλεται συνήθως στην αύξηση της διαθλαστικής δύναμης του φακού από καταρράκτη.

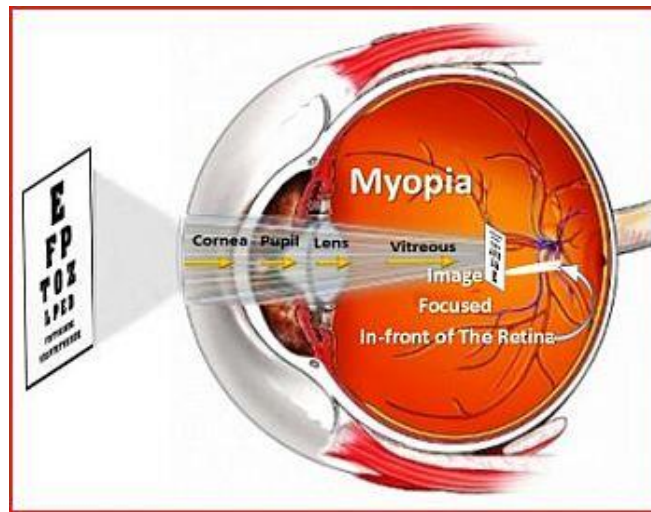


Σχήμα 1.24 : Πρόσπτωση ακτίνων σε ένα μυωπικό οφθαλμό.  
( <http://www.londoneyehospital.com> ,2016)

Η διόρθωση της μυωπίας αποτελεί ίσως τη μεγαλύτερη ομάδα χρηστών φακών επαφής. Οι λόγοι είναι αρκετοί : η ευκολία που παρέχεται στην διόρθωση της μυωπίας από τους φακούς επαφής, η αισθητική βελτίωση σε σχέση με τα γυαλιά, η βελτιωμένη οπτική οξύτητα αλλά και το μεγαλύτερο οπτικό πεδίο που προσφέρουν, ειδικά σε μεσαίες και μεγάλες μυωπίες. Ωστόσο, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις όπου χρήστες μαλακών φακών επαφής χάρη στην ποικιλία των υλικών και την εύκολη



διαθεσιμότητα τους στην αγορά, έχουν πειραματιστεί με τα λάθος προϊόντα και έχουν καταλήξει με δική τους πρωτοβουλία και όχι με απόφαση και μέτρηση του εφαρμοστή) σε πιθανόν λανθασμένους φακούς επαφής.( Κ. ΚΑΤΣΟΥΛΟΣ- Δ. ΜΑΚΡΥΝΙΩΤΗ. 2010)



Σχήμα 1.25: Αντίληψη της εικόνας σε ένα μυωπικό οφθαλμό.  
(<http://wynneeyeassociates.com>, 2016)



Σχήμα 1.26: Η όραση ενός μυωπικό και ενός φυσιολογικού οφθαλμού.  
(<https://www.eyes.org/>, 2004-2016)

## 4.2 ΜΕΣΑΙΑ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΜΥΩΠΙΑ

Στην μεσαία μυωπία αντιστοιχούν 4.00 έως 8.00 dpt, ενώ στη μεγάλη από 8.00 και άνω. Η κατηγορία αυτή είναι μεγαλύτερη πρόκληση στον εφαρμοστή από ό, τι μια μικρή μυωπία. Ο λόγος είναι το αυξημένο πάχος των φακών, από το οποίο εξαρτάται τόσο η αίσθηση όσο και η οξυγόνωση του κερατοειδή χιτώνα.(HealthWise., 2014)

Ιδανικές επιλογές για την αντιμετώπιση της μεσαίας μυωπίας είναι:

- Οι φακοί επαφής σιλικόνης- υδρογέλης,

- Οι φακοί επαφής υδρογέλης με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό (50% και άνω)
- Οι υπέρλεπτοι φακοί επαφής υδρογέλης, και
- Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί.

Σε μια πρώτη ματιά, οι φακοί σιλικόνης – υδρογέλης φαίνεται να είναι η ιδανική λύση για νέους χρήστες , μιας και ένας τέτοιος φακός θα είναι λιγότερο εύκαμπτος από ένα φακό υδρογέλης. Στην περίπτωση ενός πιο έμπειρου χρήστη(χρήστης υδρογέλης) η διαφορά στην εφαρμογή θα γίνει φανερά αισθητή, ενώ αν επιλεγθούν φακοί με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό ή με χαμηλό δείκτη ελαστικότητας/τριβής ή με λιπαντικούς/ενυδατικούς παράγοντες θα είναι η πιο κατάλληλη εφαρμογή.( Κ. ΚΑΤΣΟΥΛΟΣ- Δ. ΜΑΚΡΥΝΙΩΤΗ. 2010)

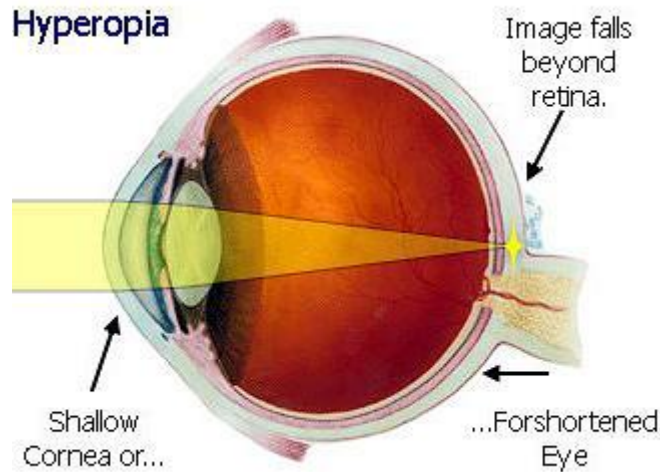
Σε ότι αφορά τους υδρόφιλους φακούς, θεωρούνται από τις πιο καλές λύσεις.

### 4.3 ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ

Στην περίπτωση της υπερμετρωπίας, ο ασθενής δεν βλέπει σωστά, ούτε κοντά, ούτε μακριά.

Τόσο τα μακρινά όσο και τα κοντινά αντικείμενα εστιάζονται πίσω από τον αμφιβληστροειδή, αυτός είναι και ο λόγος που χρειάζονται φακοί με θετική ισχύ. Βέβαια, ένας νέος σε ηλικία υπερμέτρωπας χρησιμοποιεί το διαθέσιμο εύρος προσαρμογής του για να αντισταθμίσει την έλλειψη οπτικής ισχύος, και έτσι βλέπει κάπως καθαρά, με αντίτιμο την κοπιωπία (eyestrain) από τη συνεχή λειτουργία του ακτινωτού μυ και των οφθαλμοκινητικών μυών. Ωστόσο, αν η υπερμετρωπία είναι μεγάλη, μπορεί το εύρος προσαρμογής να μην αρκεί για την αντιμετώπιση της και να βλέπει πάντα θολά.

Από την άλλη, σε μεγαλύτερες ηλικίες όπου εμφανίζεται υπερμετρωπία(π.χ. σε ήδη πρεσβύωπα), καθώς το εύρος προσαρμογής είναι κατά μεγάλο ποσοστό χαμένο, η επιβεβαίωση της θολής όρασης σε κοντινές αποστάσεις γίνεται πολύ πιο γρήγορα και εύκολα αντιληπτή. ( ΓΙΩΡΓΟΣ ΑΣΗΜΕΛΛΗΣ. 2008)



Σχήμα 1.27: Πρόσπτωση ακτίνων σε υπερμετρωπικό οφθαλμό.  
<http://www.londoneyehospital.com>, 2016)

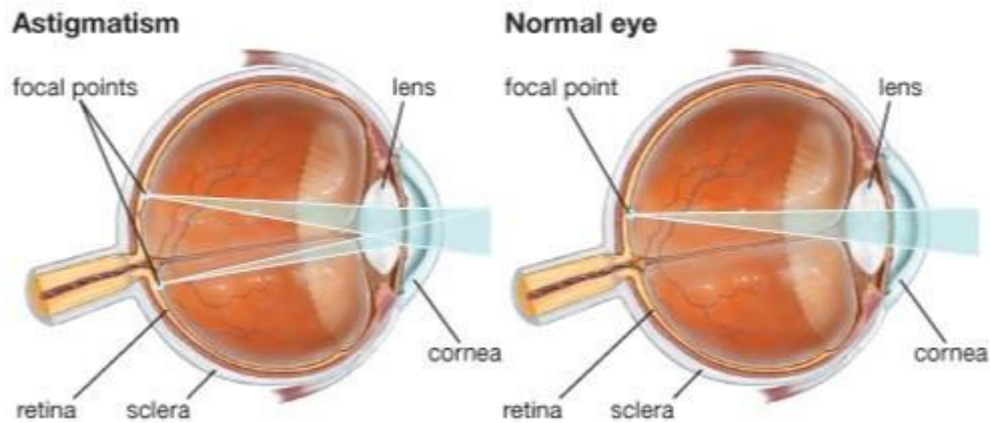
Οι φακοί που μπορούν να διορθώσουν την συγκεκριμένη σφαιρική ανωμαλία είναι οι εξής:

- Φακοί επαφής σιλικόνης-υδρογέλης (για αυξημένη οξυγόνωση)
- Υπέρλεπτοι φακοί επαφής. Εξαιτίας της θετικής του ισχύος, αυξάνεται το πάχος του-σε σχέση με το αντίστοιχο των μυωπικών-και ο φακός αποκτά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Επίσης, είναι αρκετά πιο ελαφρύς από τους συνηθισμένους υπερμετρωπικούς φακούς, μια παράμετρος που δίνει μεγαλύτερη άνεση στον χειρισμό του από τον χρήστη.
- Φακοί επαφής υδρογέλης με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό, άνω του 50%.
- Σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής. Η επιλογή ενός σκληρού φακού γίνεται κυρίως σε περιπτώσεις μεγάλων υπερμετρωπιών, καθώς προσφέρει το πλεονέκτημα της αυξημένης οξυγόνωσης και της μεγαλύτερης γκάμας παραμέτρων. Αν συγκριθούν δύο σκληροί φακοί s +7.00 και +5.00 η αίσθηση που θα προκληθεί και από τους δύο φακούς στον υπερμέτρωπα θα είναι σχεδόν όμοια, σε αντίθεση με τα υδρόφιλα υλικά που λόγω του πάχους και του βάρους τους η αίσθηση θα είναι τόσο έντονη όσο και διαφορετική. Σε περιπτώσεις μικρών αμετρωπιών, δύσκολα θα γίνουν ανεκτοί.( Κ. ΚΑΤΣΟΥΛΟΣ- Δ.ΜΑΚΡΥΝΙΩΤΗ.2010)

Για καλύτερα αποτελέσματα στις υπερμετρωπικές περιπτώσεις, ένας εφαρμοστής πρέπει να έχει πάντα στο μυαλό του ότι η άνεση( υπάρχει κακή αίσθηση εξαιτίας του βάρους των φακών) θα πρέπει να είναι αυξημένη επιλέγοντας τα προς χρήση υλικά να έχουν χαμηλούς συντελεστές ελαστικότητας και τριβής.

#### 4.4 ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ

Στην περίπτωση του αστιγματισμού, για να επιλεγεί ο κατάλληλος τύπος φακού επαφής απαιτείται η σωστή διαθλαστική εκτίμηση του υποψήφιου χρήστη. Καθώς η κατάσταση του αστιγματισμού θεωρείται κατά περιπτώσεις ένας γρίφος, σήμερα οι επιλογές για την διόρθωση του είναι πιο πολλές από ποτέ.



Σχήμα 1.28: Πρόσπτωση ακτίνων σε έναν αστιγματικό και ένα φυσιολογικό Οφθαλμό,( <https://www.britannica.com> ,2016)

Για την διόρθωση του αστιγματισμού υπάρχουν δύο επιλογές:

- Οι υδρόφιλοι φακοί επαφής, που μπορεί να εφαρμοστούν με το σύστημα του σφαιρικού ισοδύναμου, οι υδρόφιλοι τορικοί φακοί εμπρόσθιας και οπίσθιας επιφάνειας, και
- Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί, που μπορεί να είναι σφαιρικοί, τορικοί οπίσθιας ή εμπρόσθιας επιφάνειας, ή και διτορικοί(bitoric) στους οποίους και η οπίσθια αλλά και η εμπρόσθια επιφάνεια είναι τορικές



Σχήμα 1.29: Αντίληψη της εικόνας με αστιγματικό οφθαλμό (<http://www.bausch.com> ,2016)

Η εφαρμογή τους απαιτεί ευθύγραμμη τοποθέτηση με τους δύο κύριους μεσημβρινούς του αντίστοιχου οφθαλμού και δεν πρέπει να περιστρέφονται( όπως συμβαίνει σε άλλα διαθλαστικά σφάλματα χαμηλής τάξεως)(Britannica., Inc., 2016). Η σταθεροποίηση είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς για κάθε 3° περιστροφής ουσιαστικά “χάνεται” ~10% της αστιγματικής διόρθωσης, ενώ στις 30° η διόρθωση έχει ουσιαστικά χαθεί.

Οι μέθοδοι σταθεροποίησης στους αστιγματικούς φακούς επαφής είναι οι:

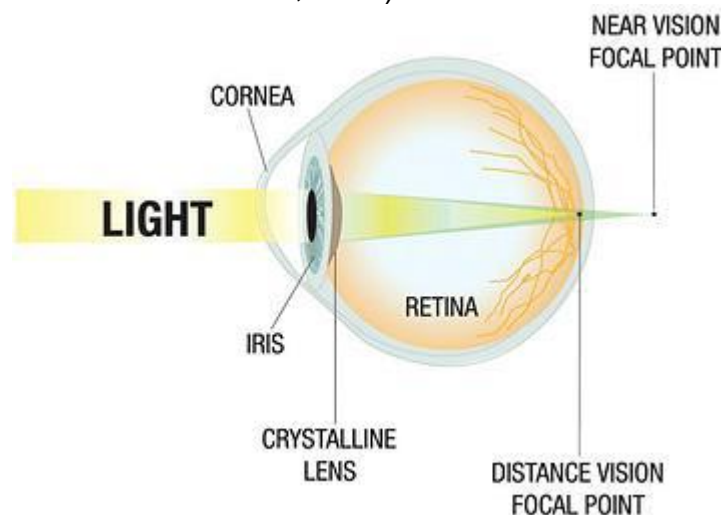
- Τορική πίσω επιφάνεια. Χρησιμοποιώντας σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς, μπορεί να επιτευχθεί ο σωστός προσανατολισμός σε αντίθεση με τους μαλακούς φακούς όπου η ακρίβεια εφαρμογής τους εξαρτάται εκτός από το είδος του υλικού και από άλλους παράγοντες, όπως η επίδραση των βλεφάρων, τα χαρακτηριστικά των κανθών, της βλεφαρικής σχισμής κ.ά.
- Πρισματικό αντίβαρο ή πρισματική σταθεροποίηση. Στη συγκεκριμένη μέθοδο τοποθετείται φακός με ενσωματωμένο πρίσμα με βάση κάτω στην 6<sup>η</sup> ώρα, συνήθως για διοπτρίες από 1.00 Δ έως 1.50 Δ, που λειτουργεί ως αντίβαρο και κρατά ευθυγραμμισμένο το φακό. Είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν μαλακοί αλλά και σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί, με ένα μικρό προβάδισμα των σκληρών φακών καθώς το πρίσμα μπορεί να μεταβληθεί και να παραγγεληθεί ειδικά, ενώ στους μαλακούς φακούς παραμένει αμετάβλητο.
- Πριμοδυναμική(prismodynamic) ή περι-πρισματική σταθεροποίηση. Η σχεδίαση αποτελείται από δύο πρίσματα που εκτείνονται από την 4<sup>η</sup> έως την 8<sup>η</sup> ώρα, και δεν καλύπτουν την οπτική ζώνη του φακού. Κατασκευαστικά, σχεδιάζεται σαν ένας φακός αρνητικής ισχύος, από τον οποίο αποκόπτεται το άνω τμήμα. Η εφαρμογή της πριμοδυναμικής μεθόδου συναντάται μόνο σε υδρόφιλους φακούς.
- Δυναμική(dynamic stabilization)σταθεροποίηση. Ο φακός έχει κανονικό πάχος στο άνω και κάτω τμήμα του και η κεντρική του ζώνη( από την 3<sup>η</sup> έως και την 9<sup>η</sup> ώρα)έχει μεγαλύτερο πάχος. Η σχεδίαση αυτή λειτουργεί ως “τραμπάλα” και η βαρύτητα που επιδρά στον φακό τον διατηρεί ευθυγραμμισμένο στο σωστό προσανατολισμό. Συναντάται μόνο σε μαλακούς φακούς επαφής.
- Κολόβωμα(truncation). Σχεδιασμός που απαιτεί το κάτω μέρος του φακού να είναι αποκομμένο. Το τμήμα του φακού που αφαιρείται είναι κοίλο, και έχει συνήθως τοξοτικό βάθος 1-2 mm για να ταιριάζει με το σχήμα του βλεφάρου. Η σταθεροποίηση επιτυγχάνεται με την εξισορρόπηση του κάτω βλεφάρου, ωστόσο, η επιλογή της συγκεκριμένης μεθόδου σπάνια προτιμάται λόγω της μειωμένης άνεσης που προκαλεί.

## 4.5 ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑ

### 4.5.1. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ

Η πρεσβυωπία, η μείωση δηλαδή της ελαστικότητας του κρυσταλλοειδή φακού και του ακτινωτού μυός με την ηλικία και συνεπώς η σταδιακή απώλεια της προσαρμοστικότητας, είναι ένα πρόβλημα που θα εμφανιστεί σε όλους τους ανθρώπους εμμέτρωπες ή αμμετρωπες κάποια στιγμή στη ζωή τους με την πάροδο του χρόνου. (Rutherford Eye Care., 2016) Συνήθως, η εμφάνιση της αρχίζει κατά τη μέση ηλικία λίγο πριν αλλά κυρίως μετά τα 40 χρόνια.

Εκτός από τη μείωση της προσαρμογής του φακού και την αδυναμία του ακτινωτού μυός, παρουσιάζεται σταδιακή μείωση της αδιαφάνειας σχεδόν σε όλα τα διαθλαστικά μέσα του οφθαλμού. Ο αμφιβληστροειδής χάνει την ευαισθησία του και η δακρυϊκή στιβάδα υποβαθμίζεται ποιοτικά και ποσοτικά, λόγω εκφυλισμού του δακρυϊκού και των μειβομιανών αδένων. Επίσης, η κάλυψη της οφθαλμικής επιφάνειας καθίσταται αδύνατη, καθώς δημιουργείται χαλάρωση τόσο του άνω (το βλέφαρο πέφτει πάνω στον κερατοειδή, ίσως και πάνω στην κόρη) όσο και του κάτω βλεφάρου(μπορεί να φτάσει σε σημείο να μην καλύπτει πια των κατώτερο βολβό). (Κ. ΚΑΤΣΟΥΛΟΣ- Δ. ΜΑΚΡΥΝΙΩΤΗ, 2010)



Σχήμα 1.30 : Πρόσπτωση ακτινών σε πρεσβυωπικό οφθαλμό.

( <http://www.rutherfordeyecare.com/> ,2016)

Υπάρχουν λοιπόν, αρκετά προβλήματα που εμφανίζονται σχεδόν παράλληλα για τους πρεσβύωπες χρήστες φακών επαφής.

Μιας και δεν υπάρχει η απόλυτη διόρθωση της πρεσβυωπίας μέχρι και σήμερα, οι εφαρμοστές προτείνουν τρεις οπτικές μεθόδους για την αντιστάθμιση της:

- Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι αυτή των γυαλιών για κοντά, ίσως και για μακριά εάν συνυπάρχει μακρινή αμετρωπία. Το πλεονέκτημα των γυαλιών για διαφορετικές αποστάσεις είναι ότι παρέχει την καλύτερη δυνατή ευκρίνεια της όρασης σε μια συγκεκριμένη απόσταση, πόσο μάλλον όταν αυξηθεί η πρεσβυωπία και κριθεί αναγκαίο και ένα τρίτο ζευγάρι γυαλιών για την μεσαία απόσταση(50-60cm)(Κ. ΚΑΤΣΟΥΛΟΣ-Γ. ΑΣΗΜΕΛΛΗΣ). Ωστόσο, είναι εξίσου σημαντικό, η μέθοδος διόρθωσης να παρέχει άνεση και



λειτουργικότητα στο χρήστη κι αυτό είναι ίσως ένα μεγάλο μειονέκτημα στη χρήση διαφορετικών γυαλιών για διαφορετικές αποστάσεις. Η εμφάνιση των διπλεσσιακών, τριπλεσσιακών και στη συνέχεια πολυεστιακών φακών ήρθε για να λύσει αυτό το πρόβλημα. Οι τελευταίοι και πιο σύγχρονοι, παρά το αυξημένο κόστος τους είναι εξαιρετικά δημοφιλείς και περιέχουν την ισχύ και για την μακρινή και για την κοντινή όραση( στο κάτω τμήμα τους), ενώ στα ενδιάμεσα κανάλια η ισχύς βαθμιδωτά αυξάνεται, έτσι ώστε ο χρήστης να βλέπει με την καλύτερη ευκρίνεια και στις ενδιάμεσες αποστάσεις. Σήμερα, οι παραλλαγές των πολυεστιακών φακών είναι πολλές και προσαρμόζονται ανάλογα με τις ανάγκες και τις συνήθειες του χρήστη.

- Από την άλλη, οι πολυεστιακοί ή προσαρμοστικοί ενδοφακοί με την μέθοδο της εγχείρησης έχει αρκετά πλεονεκτήματα, καθώς ο κρυσταλλοειδής φακός αφαιρείται, και αντικαθίσταται από έναν απόλυτα διαυγή, ενώ η δακρυϊκή στοιβάδα δεν δημιουργεί προβλήματα( Κ. ΚΑΤΣΟΥΛΟΣ- Δ. ΜΑΚΡΥΝΙΩΤΗ,2010).Όσο, όμως, η τοποθέτηση πρεσβυωπικού ενδοφακού συνοδεύεται από μεγάλη οικονομική επιβάρυνση, καθώς και από πιθανούς κινδύνους ή μετεγχειρητικές παρενέργειες, η καλύτερη οικονομικά αλλά και από θέμα ασφάλειας εναλλακτική λύση είναι αυτή των πολυεστιακών φακών επαφής.
- Οι πρεσβυωπικοί πολυεστιακοί φακοί επαφής είναι η εξέλιξη των διπλεσσιακών φακών, όπως είναι οι σχεδιάσεις με παραλλαγή segment(translating) και οι φακοί με δύο ή περισσότερες ομόκεντρες ζώνες διόρθωσης (concentric), και ακόμα πιο εξελιγμένοι είναι οι προοδευτικοί ασφαιρικοί (aspheric) και οι φακοί εξατομικευμένου σχεδιασμού. Όπως και στις εφαρμογές για τη διόρθωση των διαθλαστικών σφαλμάτων, έτσι και στην πρεσβυωπία, οι περισσότερες αλλά και πιο σύγχρονες επιλογές εμφανίζονται στο πεδίο των υδρόφιλων φακών. Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής βρίσκουν εφαρμογή σε ένα αρκετά μικρό κομμάτι πρεσβυώπων διατηρώντας τα γνωστά μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα τους. Τέλος, πιο σπάνια αλλά εξίσου σημαντική είναι και η εφαρμογή των σκληρικών-υβριδικών φακών επαφής που καλύπτουν το πεδίο των εξειδικευμένων εφαρμογών.

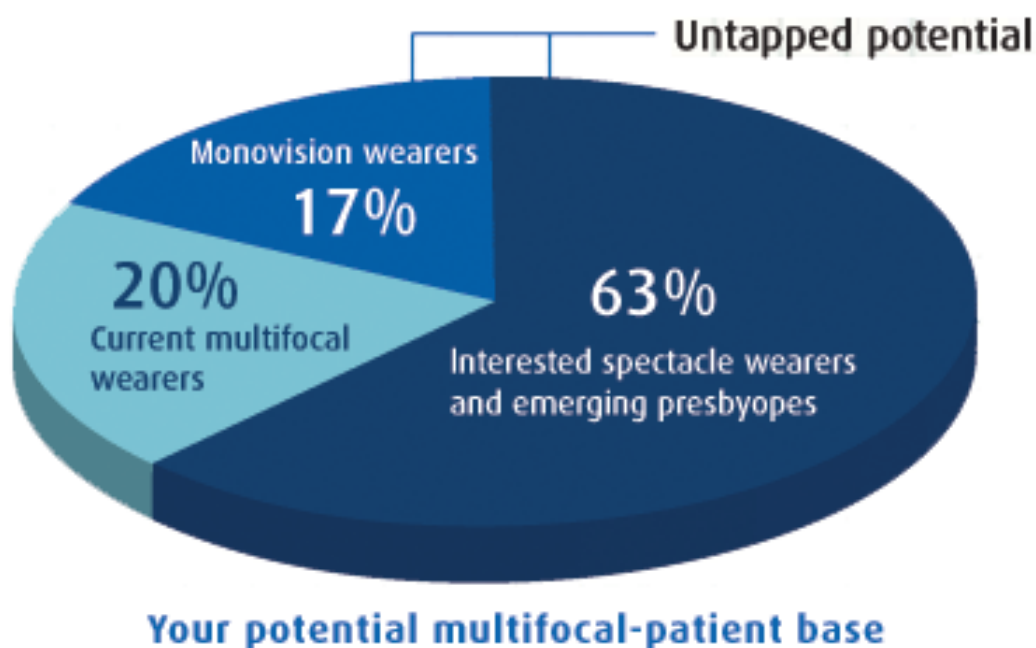
#### 4.6 ΜΟΝΟΟΡΑΣΗ

Η τεχνική της μονοόρασης(monovision) είναι μια επιλογή για την πρεσβυωπία. Βασίζεται στην αρχή της διόρθωσης με μονοεστιακούς φακούς για τη μακρινή όραση στον έναν οφθαλμό, και για την κοντινή όραση στον άλλο οφθαλμό, και έχει σαν κύριο πλεονέκτημα την καθαρή όραση και για μακριά και για κοντά. (Ophthalmology Management., 2008) Τα μειονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι αυτά που την καθιστούν σπάνια επιλογή για την διόρθωση της πρεσβυωπίας, καθώς, σε additions μεγαλύτερα του +1.75dpt η ενδιάμεση όραση σε μεσαίες αποστάσεις είναι σχεδόν ανέφικτη, όπως επίσης εκμηδενίζεται η διόφθαλμη στερεοσκοπική όραση, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα στην διόφθαλμη όραση και έντονη δυσφορία στον χρήστη.

Ωστόσο σε additions που δεν ξεπερνούν το +1.50, και γίνει σωστή επιλογή με βάση τις οπτικές ανάγκες του χρήστη η μονοόραση έχει επιτυχία σε δύο από τους τρεις υποψηφίους.

Η ενισχυμένη και η τροποποιημένη μονοόραση είναι δύο σύγχρονες εκδοχές της παραπάνω μεθόδου, στις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι πολυεστιακοί πρεσβυωπικοί φακοί επαφής.

Στην περίπτωση που ο εφαρμοστής επιλέξει να χρησιμοποιήσει την ενισχυμένη μονοόραση τότε θα φορεθεί μονοεστιακός φακός στον ένα οφθαλμό( συνήθως για την μακρινή όραση στον κυρίαρχο οφθαλμό), και πολυεστιακός φακός με βαρύτητα στην κοντινή όραση στον υπολειπόμενο οφθαλμό, ενώ αν επιλέξει τη μέθοδο της τροποποιημένης μονοόρασης, θα φορεθούν πολυεστιακοί φακοί και στους δύο οφθαλμούς όπου ο κυρίαρχος θα φοράει φακό με λίγο περισσότερη βαρύτητα στην μακρινή όραση και ο υπολειπόμενος θα φορά φακό με περισσότερη βαρύτητα στην κοντινή όραση.



Σχήμα 1.31 : Ποσοστά εφαρμογής της μονοόρασης.  
( <http://www.opthalmologymanagement.com> ,2014)



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ

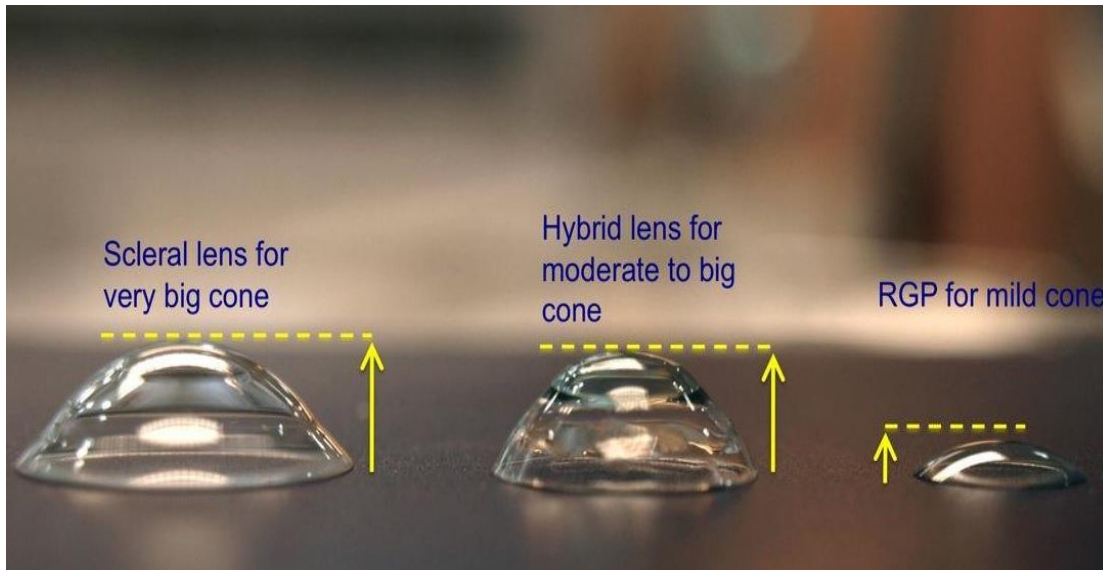
#### 5.1.1 ΕΚΤΑΣΙΕΣ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ

Οι κερατοειδικές εκτασίες περιλαμβάνουν μια ομάδα παθήσεων, οι οποίες χαρακτηρίζονται από λέπτυνση και προεξοχή του κερατοειδή προς τα έξω. Ο μηχανισμός που προκαλεί τις εκτασίες πιστεύεται πως είναι η δομική αποδυνάμωση του κολλαγόνου του κερατοειδή, με αποτέλεσμα ο κερατοειδής να ωθείται σταδιακά προς τα έξω, λόγω της ενδοφθάλμιας πίεσης. Οι εκτασίες του κερατοειδή μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Κερατόκωνος (keratoconus), που διακρίνεται σε υποκλινικό, ήπιο, μέτριο, και προχωρημένο.
- Περιφερειακή διαυγής εκφύλιση (Pellucid Marginal Degeneration, PMD), και
- Κερατόσφαιρα (keratoglobus).

#### 5.1.2 ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ

Ένα χαρακτηριστικό του κερατόκωνου είναι η απρόβλεπτη πορεία της εξέλιξης του. Σε ορισμένες κλινικές περιπτώσεις ο κερατόκωνος εμφανίζεται σε υποκλινική μορφή χωρίς να εξελιχθεί ποτέ, ενώ σε άλλες πάλι, μπορεί να εξελιχθεί ταχύτατα από ήπια σε προχωρημένη μορφή, φτάνοντας έως το στάδιο της κερατόσφαιρας. Το κύριο οπτικό σύμπτωμα του κερατόκωνου είναι η μεγάλη κόμη, ένα οφθαλμικό σφάλμα τρίτης τάξεως που οφείλεται στην κερατοειδική ασυμμετρία. Με βάση τις αντικειμενικές (εκτροπομετρία) αλλά και υποκειμενικές εξετάσεις, το σφάλμα που δημιουργείται, φανερώνει στον εξεταστή αστιγματισμό σύμφωνα με τον κανόνα και πιο σπάνια, μεγάλο παρά τον κανόνα αστιγματισμό. (Keratoconus Group., 2016) Για να επιτευχθεί η οπτική αντιστάθμιση της κόμης η λύση είναι η χορήγηση αστιγματικών γυαλιών, μια λύση όχι και τόσο ικανοποιητική εάν η πορεία της πάθησης είναι εξελικτική.



Σχήμα 1.32: Παραδείγματα φακών επαφής για περιπτώσεις κερατόκωνου.  
 α) σκληρικός φακός ,β) υβριδικός φακός , γ) σκληρός αεροδιαπερατός φακός  
 (<http://www.keratoconusgroup.org.uk> ,2015)

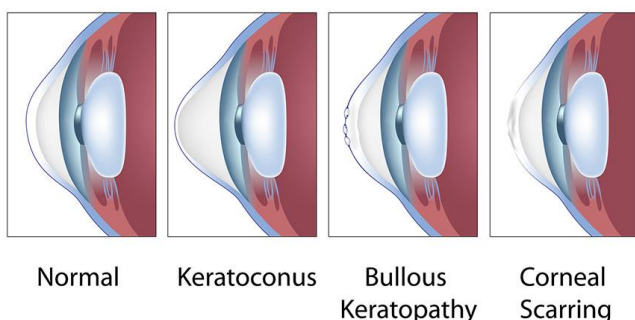
Σε περιστατικά όπως η κόμη, εφόσον η όραση δεν έχει καλύτερεύσει κατόπιν χρήσης γυαλιών, η πιο επιτυχημένη οπτική διόρθωση γίνεται με τη χορήγηση ειδικών φακών επαφής που είναι είτε μαλακοί σφαιρικοί κερατοκωνικοί, είτε μαλακοί τορικοί κερατοκωνικοί, είτε σκληροί αεροδιαπερατοί, είτε υβριδικοί μικρής ή μεγάλης διαμέτρου, είτε τέλος σκληρικοί.

Καθώς στον κερατόκωνο, η εκτασία βρίσκεται και στην πρόσθια αλλά και στην οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδούς, ενδέχεται με τη χρήση σκληρών, σκληρικών ή υβριδικών, να επιτευχθεί μεν καλή οπτική οξύτητα και εξουδετέρωση της πρόσθιας κόμης, αλλά να αποκαλυφθεί η κόμη της οπίσθιας επιφάνειας. Υπολειπόμενες σκιές και διπλά είδωλα στην όραση είναι πιθανό να εμφανιστούν με την εξέλιξη αυτού του φαινομένου.

Μια εξίσου καλή λύση, είναι αυτή των μαλακών κερατοκωνικών φακών, που προσφέρουν μεγαλύτερη άνεση στον χρήστη σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη κερατοκωνικών φακών και είναι σαφώς μια πιο οικονομική επιλογή. Οι φακοί αυτοί έχουν αυξημένο πάχος εν συγκρίσει με τους απλούς μαλακούς φακούς, καθώς το πάχος είναι απαραίτητο για να καλύψουν την ασυμμετρία του κερατοειδή, και να ομαλοποιήσουν τη διάθλαση.

Εναλλακτικά, σε ήπιας μορφής κερατόκωνο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής, οι οποίοι πλεονεκτούν βάση των χαρακτηριστικών τους μιας και προσφέρουν πολύ καλή οπτική απόδοση, ενώ χάρη στην κίνηση τους καταφέρνουν να σμιλεύσουν και να επιπεδώσουν την κερατοειδική επιφάνεια. Η σταθεροποίηση ή και υποχώρηση του κερατόκωνου είναι εμφανής για ένα διάστημα περίπου 6 μηνών αν και η σταθεροποιημένη αυτή πορεία ακόμα σε ερευνητικό στάδιο. Καθώς ο κερατόκωνος προχωράει στο μέτριο στάδιο, οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί είναι η καλύτερη επιλογή για τη διόρθωση της όρασης παρόλο την ενόχληση που προκαλούν ερχόμενοι σε επαφή με το άνω βλέφαρο.

## Common Corneal Conditions



Σχήμα 1.33: Κοινές περιπτώσεις εκτασιών του κερατοειδούς. α) φυσιολογικός κερατοειδής. Β) κερατοειδής με κερατόκωνο , γ) κερατοειδής με κερατοπάθεια, δ) ουλές κερατοειδούς. <http://www.drdeist.co.za/conditions/keratoconus> , 2016

Σε ακραίες περιπτώσεις ,όπου δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί σωστή επικέντρωση του φακού, η λύση δεν είναι άλλη παρά οι υβριδικοί φακοί(σκληροί στο κέντρο και μαλακοί στην περιφέρεια του φακού) μεγάλης διαμέτρου, που συνδυάζουν την μαλακή κίνηση ενός μαλακού φακού, ενώ η εφαρμογή κάτω από το σκληρό κέντρο είναι τόσο ιδανική, όπως ενός σκληρού. Ωστόσο, η εφαρμογή υβριδικών φακών απαιτεί μεγάλη εμπειρία από τον εκάστοτε εφαρμοστή, κάτι που συμβαίνει και με τους σκληρικούς φακούς, οι οποίοι μοιάζουν να είναι η ιδανικότερη λύση, καθώς σκεπάζουν όλο τον κερατοειδή και ο φακός δακρύων εξουδετερώνει τις περισσότερες εκτροπές της πρόσθιας κερατοειδικής επιφάνειας. Η οπτική οξύτητα φτάνει να είναι η μέγιστη δυνατή , και η αίσθηση πολλές φορές είναι πολύ καλύτερη από αυτή των σκληρών αεροδιαπερατών φακών.

Μια τελευταία εξέλιξη στους φακούς επαφής είναι οι μαλακοί φακοί με τεχνολογία wavefront. Η σχεδίαση αυτή εκτός από το σφαιροκυλινδρικό στοιχείο, διαθέτει και θετική κατακόρυφη κόμη στην εμπρόσθια επιφάνεια, χαρακτηριστικό που βοηθά τον εφαρμοστή να διορθώσει σε μεγάλο βαθμό την όραση του κερατοκωνικού ασθενή. Το ζήτημα της αποκέντρωσης ή της μικρής περιστροφής του φακού(άρα υπολειπόμενες εκτροπές), υφίσταται στον σχεδιασμό wavefront , ωστόσο, οι εφαρμογές που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, δείχνουν ότι η μονόφθαλμη ΜΔΟΟ μπορεί να φτάσει τα επίπεδα των 10/10 , ακόμα και σε προχωρημένα περιστατικά.

### 5.1.3 ΚΕΡΑΤΟΣΦΑΙΡΑ

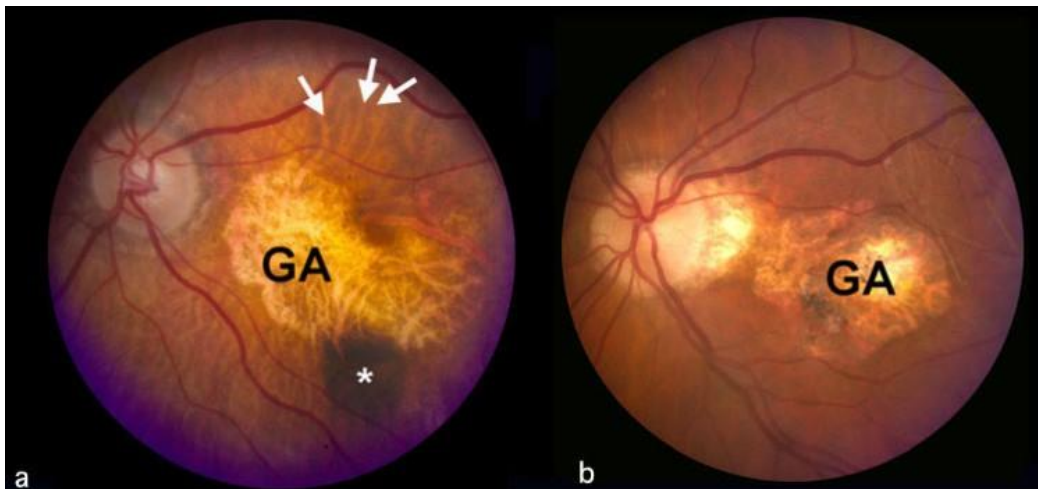
Η κερατόσφαιρα και οι μεταμοσχεύσεις του κερατοειδούς αποτελούν ίσως την πιο δύσκολη κατηγορία εφαρμογής φακών επαφής. Στην κερατόσφαιρα, το σχήμα του κερατοειδή είναι αρκετά κανονικό, με εξαίρεση τις καμπυλότητες που είναι πολύ μεγάλες. Η “παρουσία” της, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες εκτασίες που εμφανίζονται συνήθως προς το τέλος της δεύτερης δεκαετίας της ζωής, μπορεί να υπάρξει και σε εκ γενετής μορφή.

Στον κερατοειδή με μόσχευμα, μπορεί να συνυπάρχει και κλίση του μοσχεύματος, ή το μόσχευμα να έχει σχήμα τραπεζοειδές, με μια κεντρικά επιπεδωμένη περιοχή. Η διόρθωση της όρασης στις παραπάνω περιπτώσεις μπορεί να γίνει μόνο με φακούς επαφής, καθώς η Ο.Ο με γυαλιά στην πλειοψηφία των περιπτώσεων είναι μη λειτουργική. Οι επιλογές, κυμαίνονται ανάμεσα στους σκληρούς αεροδιαπερατούς, τους υβριδικούς μικρής διαμέτρου (7 με 9mm), καθώς οι υβριδικοί μεγάλης διαμέτρου θα προεξέχουν από το μόσχευμα και θα ταλαντεύονται, τους σκληρούς αεροδιαπερατούς μεγάλης διαμέτρου (9 mm με 10.50mm), αλλά με έντονη αντίστροφη γεωμετρία, ή τέλος, η περίπτωση των σκληρικών. Οι μαλακοί φακοί από την άλλη, με αντίστροφη γεωμετρία, είναι σίγουρα μια λύση που καλύπτει μια επιτυχημένη Ο.Ο αλλά καλό είναι να αποφεύγεται ή να εφαρμόζεται περιστασιακά, καθώς δεν πρέπει να παραλείπεται η ανάγκη ενός κερατοειδή μετά από κερατοπλαστική για οξυγόνο.

Για τον ίδιο λόγο, τα υλικά με τα οποία θα κατασκευασθούν και οι σκληροί αεροδιαπερατοί, θα πρέπει να έχουν αυξημένη διαπερατότητα στο οξυγόνο σε περιπτώσεις μοσχεύματος του κερατοειδή.

### 5.1.4 ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΔΙΑΥΓΗΣ ΕΚΦΥΛΙΣΗ

Η περιφερειακή διαυγής εκφύλιση είναι μια κατάσταση πιο ήπια από τις άλλες εκτασίες, και πιο συγκεκριμένα από τον κερατόκωνο. Η αντιμετώπιση της, στις περισσότερες περιπτώσεις είναι πολύ πιο εύκολη, και η οπτική διαφορά που προκαλείται ανάμεσα στην κορυφή του κώνου και την υγιή περιφέρεια του κερατοειδή, είναι μικρότερη από την ήπια μορφή του κερατόκωνου. Σε πολλές περιπτώσεις η περιφερειακή διαυγής εκφύλιση εξελίσσεται αργά στον κερατόκωνο, ενώ μπορεί να συνυπάρχει με αυτόν και μάλιστα όχι μόνο στον ένα αλλά και στους δύο οφθαλμούς του ίδιου ανθρώπου.



Σχήμα 1.34 : Περιφερειακή διαυγής εκφύλιση. (<http://www.uoachicago.com> ,2016)

## 5.2 ΚΟΣΜΗΤΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ

Η κύρια αποστολή ενός κοσμητικού φακού επαφής (cosmetic contact lens) είναι να αλλάξει, προς το καλύτερο, την εμφάνιση του οφθαλμού. Οι κοσμητικοί φακοί μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο χρήσης τους:

- Αλλαγή χρώματος ίριδας για αισθητικούς λόγους
- Προσθετικοί φακοί – εξομοίωση χρώματος της ίριδας με τον άλλο οφθαλμό,
- Φακοί για το θέατρο και τον κινηματογράφο.

Οι κοσμητικοί φακοί ανάλογα με το σκοπό χρήσης τους εφαρμόζονται με διαφορετικές προτεραιότητες, που αφορούν στην εφαρμογή, στο υλικό, στην κατασκευή και στον τρόπο καθαρισμού και απολύμανσης.

### 5.2.1 ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΙΡΙΔΑΣ ΓΙΑ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΥΣ ΛΟΓΟΥΣ

Οι κοσμητικοί φακοί είναι πλέον υδρόφιλοι για να επιτρέπουν τη συχνή αντικατάσταση, και γιατί η αισθητική παρέμβαση στο χρώμα της ίριδας πρέπει να έχει μέγιστη άνεση για το χρήστη. Ο σχεδιασμός, το υλικό και ο τρόπος κατασκευής τους, δίνει τη δυνατότητα να παραχθούν διαφορετικά σχήματα αντικατάστασης, όπως: ημερήσια, δεκαπενθήμερη, μηνιαία, τρίμηνη, και συμβατική ενός έτους.

Ο εφαρμοστής, ανάμεσα στις παραπάνω κατηγορίες, πρέπει να επιλέξει το φακό που να ικανοποιεί την αισθητική εικόνα, αλλά και την σωστή εφαρμογή, ώστε να παραμένει ομαλή η οφθαλμική φυσιολογία.



Σχήμα 1.35: Αποχρώσεις κοσμητικών φακών.( <http://www.eyewear.com> ,2016)

### 5.3 ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ-ΕΞΟΜΟΙΩΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΙΡΙΔΑΣ ΜΕ ΤΟΝ ΑΛΛΟ ΟΦΘΑΛΜΟ

Οι περιπτώσεις στις οποίες απαιτούνται προσθετικοί φακοί είναι:

- Ολική ή μερική αδιαφάνεια του κερατοειδή,
- Ανιριδία, λευκοκορία, κολόβωμα ίριδας, μικροκορία ή εκτοπισμένη ίριδα,
- Ετεροχρωμία,
- Αμβλυωπία ή Διόφθαλμη σύγχυση,
- Νυσταγμός ή Αλφισμός , και
- Φθισικός βολβός με ή χωρίς αίσθηση φωτός, και τεχνητός βολβός με ένθετο μόσχευμα.

Οι προσθετικοί φακοί είναι τριών τύπων(τα γνωστά υλικά), μαλακοί υδρόφιλοι, σκληροί και σκληρικοί. Οι σκληρικοί χρησιμοποιούνται πλέον σχεδόν μόνο στον κινηματογράφο για να επιτευχθούν ειδικά εφέ. Η κατασκευή τους γίνεται με υλικό PMMA , ενώ σκοπός τους είναι να καλύψουν όλο το μπροστινό μέρος του οφθαλμού, για να κρύψουν έντονες αισθητικές ασυμμετρίες, όπως: η αναπλήρωση του όγκου σε έναν φθισικό βολβό ή μεγάλου ή μεσαίου εύρους στραβισμό, Οι μαλακοί προσθετικοί φακοί σήμερα είναι η πρώτη επιλογή για τον εφαρμοστή λόγω της άμεσης προσαρμογής του χρήστη και της άνεσης που προσφέρουν. Ο εφαρμοστής μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε μια μεγάλη γκάμα παραμέτρων και ο φακός μπορεί να είναι σφαιρικής, ασφαιρικής, τορικής ή και αντίστροφης γεωμετρίας, ή συνδυασμός των



παραπάνω. Οι βασικοί παράγοντες που συμβάλουν σε μια επιτυχή εφαρμογή προσθετικών φακών είναι όλοι εξίσου σημαντικοί και είναι οι εξής:

- Η αισθητική αποκατάσταση,
- Η λειτουργική – δηλαδή η λειτουργική αποκατάσταση εάν είναι εφικτό,
- Η εξάλειψη του υποκειμενικού συμπτώματος του χρήστη, και
- Ο εναρμονισμός της λύσης με το ωράριο και τον τρόπο ζωής του χρήστη.

## 5.4 ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΑ

Η ορθοκερατολογία(orthokeratology, ortho-K) αναφέρεται στη δυνατότητα διόρθωσης της αμετροπίας με ειδικής σχεδίασης σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς, οι οποίοι φοριούνται μόνο τη νύχτα , και πιέζουν μηχανικά τον κερατοειδή, αλλάζοντας το σχήμα του.

Η ορθοκερατολογία όπως σήμερα είναι γνωστή σε εφαρμοστές, καθώς η ιδέα και οι πρώτες τεχνικές της έχουν ξεκινήσει την ανάπτυξη τους εδώ και αρκετές δεκαετίες, μπορεί να διορθώσει όχι μόνο τη μυωπία, αλλά και τον αστιγματισμό και την υπερμετροπία.

Τα οπτικά όρια αυτής της τεχνολογίας είναι από +2.00dpt υπερμετροπία έως -7.00 dpt μυωπία, και όχι παραπάνω από 1.75dpt κερατοειδικό σύμφωνα με τον κανόνα αστιγματισμό(με άξονα 30 μοιρών γύρω από τον οριζόντιο μεσημβρινό), ή 0.75 dpt παρά τον κανόνα αστιγματισμό (με άξονα 15 μοιρών γύρω από τον κάθετο μεσημβρινό). Επίσης, ο αστιγματισμός πρέπει να είναι κεντρικός, και να μην εκτείνεται σε όλο τον κερατοειδή. Με απλά λόγια, καλύπτεται σχεδόν το 50% των περιπτώσεων κερατοειδικού αστιγματισμού.

Στη σύγχρονη ορθοκερατολογία χρησιμοποιούνται σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής με πολύ μεγάλη μεταβιβαστικότητα οξυγόνου που εφαρμόζονται τη νύχτα(καθ' όλη τη διάρκεια του ύπνου) , ώστε η ενόχληση που προκαλείται στον χρήστη να είναι μειωμένη. Το αποτέλεσμα της ορθοκερατολογίας είναι η επιπέδωση του κερατοειδή και μείωση π.χ. της μυωπίας, σε διάστημα κάποιων εβδομάδων χρήσης. Ωστόσο η διόρθωση είναι φανερή αλλά παροδική, καθώς μετά την αφαίρεση των φακών κατά την πρωινή ώρα, ο κερατοειδής σταδιακά υπό την επίδραση ελαστικών δυνάμεων επανέρχεται στο φυσιολογικό του σχήμα.

Το “επιλεκτικό” κοινό που υιοθετεί προχωρημένες τεχνολογικά λύσεις, όπως είναι αυτή της ορθοκερατολογίας, μπορεί εύκολα να δεχτεί τον απαιτούμενο φακό συντήρησης (κάθε 2 ή 3 νύχτες), προκειμένου να διατηρηθεί το αποτέλεσμα της μεθόδου, όπως επίσης, έχει ταυτόχρονα την άνεση του χρόνου να ασχοληθεί και με την ιδιαίτερη φροντίδα των φακών αυτών.



Σχήμα 1.36 : Εφαρμογή ortho-K φακού. (<http://www.orthokdoctors.com> ,2016)

#### 5.4.1 ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ

Οι ορθοκερατολογικοί φακοί στην περίπτωση της μυωπίας, επιπεδώνουν τον κερατοειδή, ουσιαστικά μετακινώντας το επιθήλιο πιο περιφερειακά. Έτσι, η κεντρική μοίρα έχει πιο λεπτό επιθήλιο, και η περιφερειακή πιο παχύ, με αποτέλεσμα όλος ο κερατοειδής να είναι πιο πεπλατυσμένος σε σχέση με πριν την εφαρμογή. Οι υπερμετρωπικοί ορθοκερατολογικοί φακοί, προκαλούν μέσω της πίεσης πάχυνση του επιθηλίου τόσο της κεντρικής όσο και της μεσοπεριφερειακής μοίρας, αντιστοίχως.



Σχήμα 1.37: Εφαρμογή σκληρού ορθοκερατολογικού φακού, paragon CRT, για θεραπεία αναδόμησης κερατοειδούς, ([www.paragonvision.com](http://www.paragonvision.com) ,2015)

Υπάρχει πληθώρα σχεδιάσεων και παραμέτρων για τους ορθοκερατολογικούς φακούς, ώστε να παρέχεται εξατομικευμένη εφαρμογή σε κάθε περίπτωση. Η διαφορά μεταξύ τους έγκειται στη σχεδίαση τους, και πιο ειδικά στο αν είναι τρικαμπυλωτοί, τετρακαμπυλωτοί ή πολυκαμπυλωτοί, και στην επιλογή των χαρακτηριστικών της κύριας κεντρικής καμπύλης και αντιστροφής.

Ενδεικτικά, οι σύγχρονοι φακοί ορθοκερατολογικής θεραπείας είναι:



- DreamLens, CKR, BE retainer, Emerald, Nightmove και Contec Ok-E system, της εταιρείας Bausch+Lomb(Vision Shaping Treatment)
- Nightmove, Lightmove, Astigmove, Hypermove, από την εταιρεία Advanced Corneal Engineering, και
- Paragon CRT(Corneal Refractive Therapy) της Paragon.



Σχήμα 1.38 : Η Bausch&Lomb και η Paragon , με ορθοκερατολογικούς φακούς.  
(<http://burnetthoddoptometry.com> ,2015)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6.1 ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

#### 6.1.1 ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΟΝ ΟΦΘΑΛΜΟ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΗΣ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

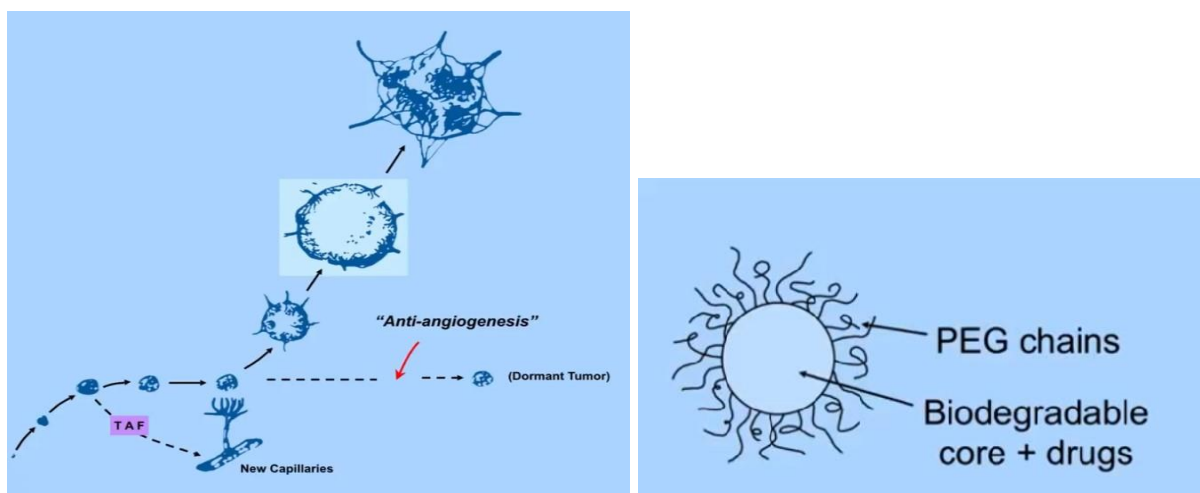
Η συχνότητα των κερατοειδικών ,μολύνσεων έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια εξαιτίας του αυξημένου αριθμού των χειρουργικών επεμβάσεων του κερατοειδούς για καταρράκτη, γλαύκωμα και μεταμοσχεύσεις κερατοειδούς, καθώς και της αυξημένης χρήσης φακών επαφής.

Ακόμα κι αν ο κερατοειδής χιτώνας προστατεύεται από το εξωτερικό περιβάλλον με ένα συνεχές υγρό δακρυϊκό φιλμ που δημιουργεί έναν ταχύ κύκλο ανανέωσης, ποικίλοι μικροοργανισμοί μπορεί να εισβάλουν στο μάτι(κερατοειδής) και να προκαλέσουν διάφορες λοιμώξεις όπως κερατίτιδα ή επιπεφυκίτιδα. Τέτοιες οφθαλμικές λοιμώξεις μπορεί να προκαλέσουν πολλά προβλήματα υγείας στον οφθαλμό αν δεν εντοπισθούν σωστά και έγκαιρα, όπως: ερυθρότητα του κερατοειδούς, αδιαφάνειες, ρήξη του κερατοειδούς, ερεθισμό και φλεγμονή που οδηγούν σε χαμηλή/σκοτεινή όραση ή και τύφλωση. Ένα κατάλληλο σύστημα χορήγησης φαρμάκου/γονιδίου, που να μπορεί να υποστηρίξει και να παραδώσει τη θεραπεία στους ιστούς-στόχους και τα κύτταρα, είναι μια βασική ανάγκη για τις οφθαλμικές ασθένειες.

Με τα συστήματα παροχής φαρμάκων, μπορεί να βελτιωθεί ο χρόνος παραμονής του φαρμάκου στην επιφάνεια του κερατοειδούς και να υπάρξει σημαντικό θετικό αντίκτυπο. Με τη βελτιωμένη βιοδιαθεσιμότητα του φαρμάκου, μπορεί σταδιακά να μειωθεί η συχνότητα χορήγησης των φαρμάκων και να αυξηθεί η συμμόρφωση των ασθενών.

Μια σημαντική τεχνολογική εξέλιξη, η οποία ερευνάται τα τελευταία χρόνια και που όπως φαίνεται υφίσταται ταχεία πρόοδο, είναι η εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στην ιατρική. Οι πρόσφατες εξελίξεις, βασίζονται σε θεραπευτικές προσεγγίσεις μέσα από την νανοϊατρική ,οι οποίες μπορούν να επιφέρουν σημαντικά οφέλη στην αντιμετώπιση των κύριων αιτιών τύφλωσης που σχετίζονται με καταρράκτη, γλαύκωμα, διαβήτη (διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια) και εκφυλισμό του αμφιβληστροειδούς(π.χ. ωχρά κηλίδα).

Το πεδίο της νανοϊατρικής, είναι ο κλάδος της ιατρικής που ασχολείται με την παράδοση φαρμάκων, με έναν πιο πολύπλοκο αλλά και στοχευμένο τρόπο εφαρμογής. Χρησιμοποιείται τεχνολογία νανοκλίμακας ( $\leq 100\text{nm}$ ) για τη διάγνωση, τη πρόληψη και τη θεραπεία των ασθενειών, καθώς και την κατανόηση της παθοφυσιολογίας των διαφόρων ασθενειών, με απώτερο στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής.



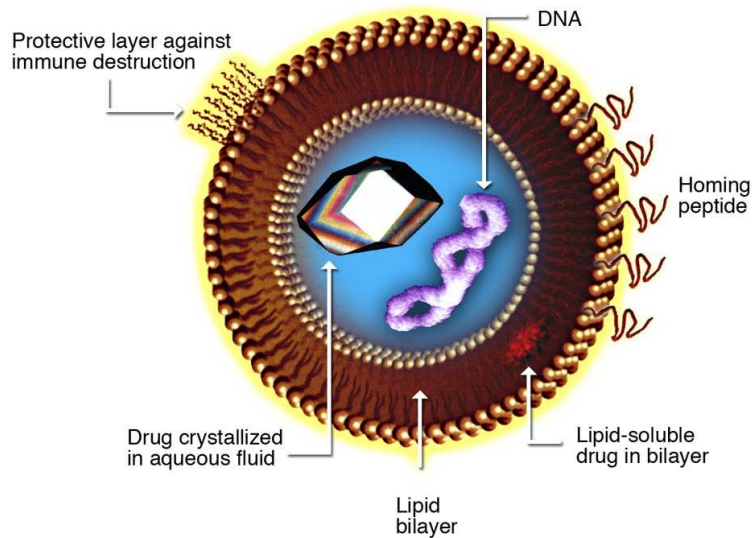
Σχήμα 1.39: Νανοσωματίδιακές βάσεις. ( <http://www.ibiology.org> , 2014)

Σε αυτό το πλαίσιο, η νανοϊατρική (χρήση “στοχευμένων φαρμάκων”) προσφέρει πολυάριθμα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τη θεραπεία σκέτων φαρμάκων. Σε αυτά τα πλεονεκτήματα περιλαμβάνονται : η παρατεταμένη απελευθέρωση θεραπευτικών παραγόντων, η στοχευμένη χορήγηση φαρμάκων σε συγκεκριμένα κύτταρα ή ιστούς , η βελτιωμένη παράδοση δύο υδατοδιαλυτών και βιομοριακών φαρμάκων και μειωμένες παρενέργειες.

Τι εννοούμε όμως όταν αναφέρουμε τον όρο “στοχευμένο φάρμακο”; Στον τομέα της νανοτεχνολογίας δεν είναι άλλα παρά , πολυμερή κεντρικά(πυρηνικά) κελύφη που περικλείουν φάρμακα στους έσω πυρήνες τους(νανοσωματίδια). Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει σε σωματίδια, που είναι μικρότερα από 200nm, να λειτουργούν ως «οχήματα» μεταφοράς φαρμάκων, που δρουν απευθείας στην ελαττωματική περιοχή, περιορίζοντας σημαντικά τις παρενέργειες που προκαλούν άλλες μέθοδοι θεραπείας και τέλος, δεν παρουσιάζουν μεγάλη κυτταροτοξικότητα. Τα νανοϋλικά που χρησιμοποιούνται στην νανοϊατρική περιλαμβάνουν τα λιποσώματα, τα δενδριμερή , τα μικκύλια, τα φουλλερένια και τους νανοσωλήνες άνθρακα.

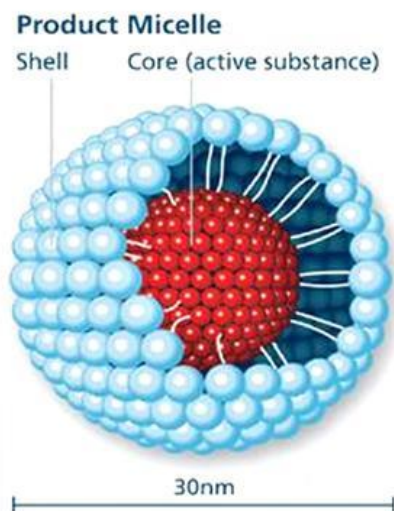
Τα λιποσώματα είναι μικρά σφαιρικά κυστίδια που παρασκευάζονται από φυσικά υλικά και αποτελούνται από λιπιδική μεμβράνη εξωτερικά που στην πραγματικότητα είναι μια λιπιδική στιβάδα, παρόμοια με την κυτταρική μεμβράνη, και από υδάτινο μέρος στο εσωτερικό τους. Στα λιποσώματα μπορούν να ενσωματωθούν τόσο υδρόφιλες ενώσεις(στο υδάτινο μέρος όσο και λιπόφιλες ενώσεις/φάρμακα(στη λιπιδική μεμβράνη)αντίστοιχα. (LACDR., 2015 ) Τα λιποσώματα , είναι ένα παράδειγμα νανοφαρμάκων που έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σε οφθαλμική χορήγηση φαρμάκων. Ο εγκλεισμός ιδοξουριδίνης σε λιποσώματα αύξησε τη διείσδυση του φαρμάκου στον κερατοειδή και έδειξε βελτιωμένη αποτελεσματικότητα σε σχέση με το διάλυμα ελεύθερου φαρμάκου, σε περίπτωση ερπητικής κερατίτιδας. Ο εγκλωβισμός ευαίσθητων ουσιών σε λιποσώματα τις προστατεύει από την κάθαρση στο αίμα και την αποικοδόμηση τους πριν ακόμη φτάσουν στο στόχο τους. Τέλος, η λιπιδική τους επιφάνεια αποτελεί κατάλληλο έδαφος για πολλών ειδών τροποποιήσεις, απαραίτητες για εξειδικευμένη χρήση των λιποσωμάτων.

## Liposome for Drug Delivery

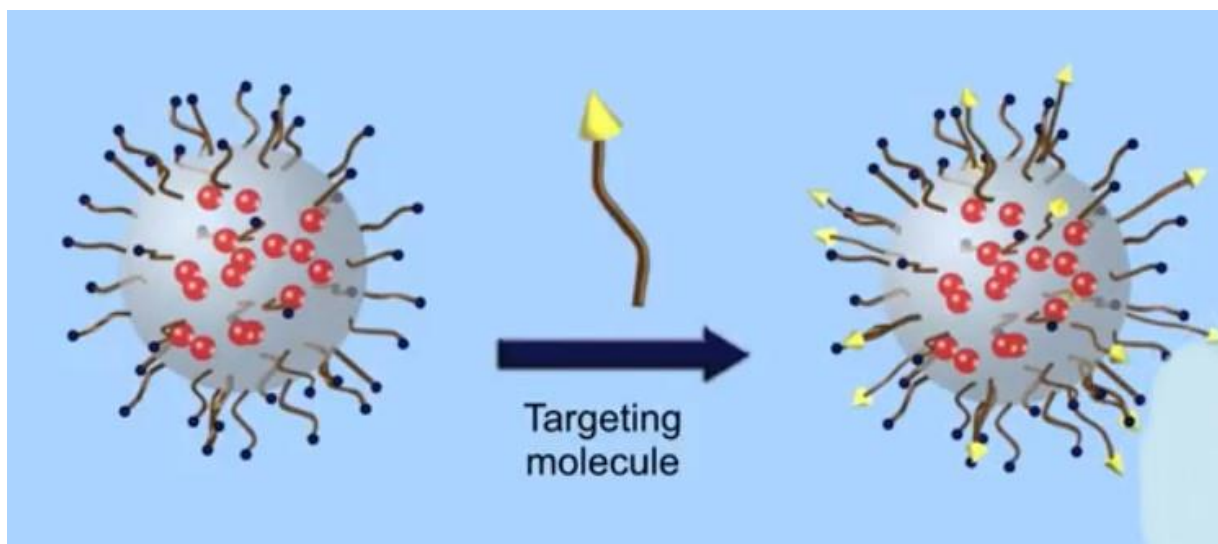


Σχήμα 1.40 : Δομή λιποσώματος. (<http://www.2-bbb.com> ,2015)

Τα μικκύλια από την άλλη, είναι δομές που έχουν την ιδιότητα να εγκλωβίζουν στο εσωτερικό τους τη δραστική ουσία ή το γενετικό υλικό στην υδρόφοβη περιοχή τους. Σε περιπτώσεις καταπολέμησης καρκινικών κυττάρων, κατά την επαφή του με την κυτταρική μεμβράνη(λιπιδική επιφάνεια) το μικκύλιο διαπερνά τη μεμβράνη ενώ ταυτόχρονα μετασχηματίζεται. Έτσι απελευθερώνεται η δραστική ουσία και επιτυγχάνεται η στοχευμένη χορήγηση του φαρμάκου.



Σχήμα 1.41: Δομή μικέλλιου. (<http://www.nanowerk.com> , 2013)



Σχήμα 1.42: Δενδριμερή, μεταφορά φαρμάκου από το ένα μόριο στο άλλο.  
(<http://www.nano.med.umich.edu> , 2010)

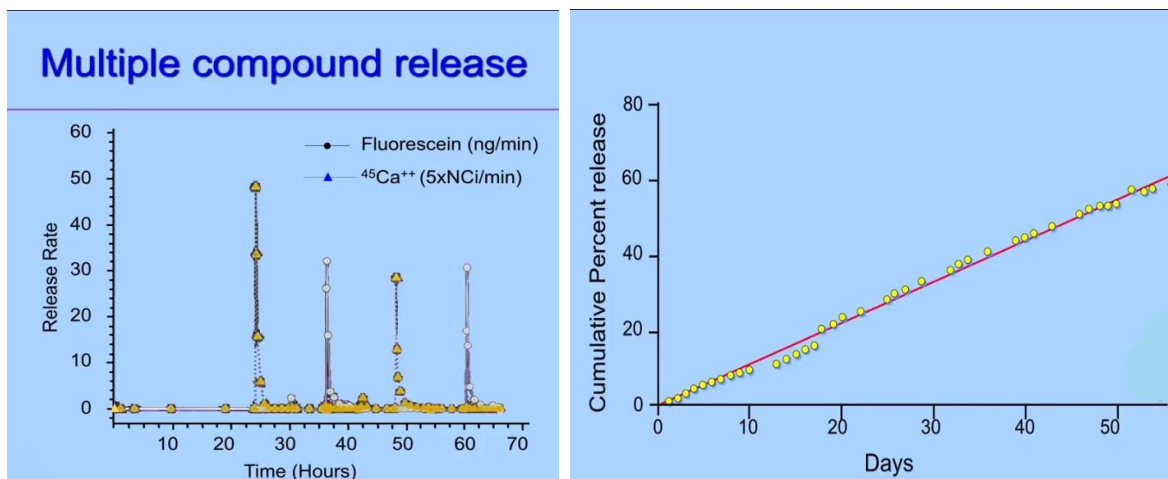
Εξαιτίας της ευμετάβλητης δομής τους, οι νανοσωλήνες άνθρακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσα για τη μεταφορά φαρμάκων στο σώμα. Οι νανοσωλήνες επιτρέπουν την ελεγχόμενη αποδέσμευση του φαρμάκου στο συγκεκριμένο σημείο, ελαττώνοντας έτσι και τη δόση που πρέπει να λαμβάνει ο ασθενής και την επιτυχάνουν με δύο τρόπους, είτε με το να είναι το φάρμακο προσκολλημένο πλευρικά ή πίσω από τον σωλήνα, είτε να είναι τοποθετημένο στο εσωτερικό του. Τέλος, η ιδιότητα των σωλήνων άνθρακα να φθορίζουν σε ένα μόνο μήκος κύματος ανάλογα με τη διάμετρο τους, επιτρέπει τη χρήση ενός εύρους διαμέτρων νανοσωλήνων άνθρακα, τον κάθε ένα για διαφορετικό στόχο, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται διάγνωση πολλαπλών παθήσεων με μια μόνο εξέταση.

Ένα δενδριμερές είναι ένα σφαιρικό πολυμερές μόριο με υψηλές διακλαδώσεις. Τα δενδριμερή είναι φτιαγμένα από δύο διαφορετικά μονομερή- ένα αντιδραστικό αμινοξύ και ένα ακρυλικό οξύ- και συναρμολογούνται σε βήματα που τους επιτρέπουν να κατασκευαστούν με μια ακριβή διάσταση που εξαρτάται από τον αριθμό των βημάτων εξάπλωσης. (Beibei Wang et al ., 2016) Η δομή των δενδριμερών τα καθιστά πιο κατάλληλα στη χρήση μεταφοράς φαρμάκων από ότι τα γραμμικά μόρια, γιατί διαθέτουν πολλές δραστικές ομάδες που μπορούν να συνδέονται χημικά με άλλες χαρακτηριστικές ομάδες έτσι ώστε οι διαφορετικές ιδιότητες τους να χρησιμοποιούνται π.χ. για αντισώματα ή για φάρμακα κατά του καρκίνου κ.α.

Ως συστήματα μεταφοράς φαρμάκων ,οι δενδριτικοί φορείς εκτός από τη δυνατότητα εγκλεισμού των ουσιών, έχουν τις εξής ιδιότητες:

- Πολλαπλή δυνατότητα τροποποίησης του μορίου,
- Ενίσχυση της στόχευσης,
- Καλή ικανότητα διάλυσης,

- Χαμηλή διασπορά.

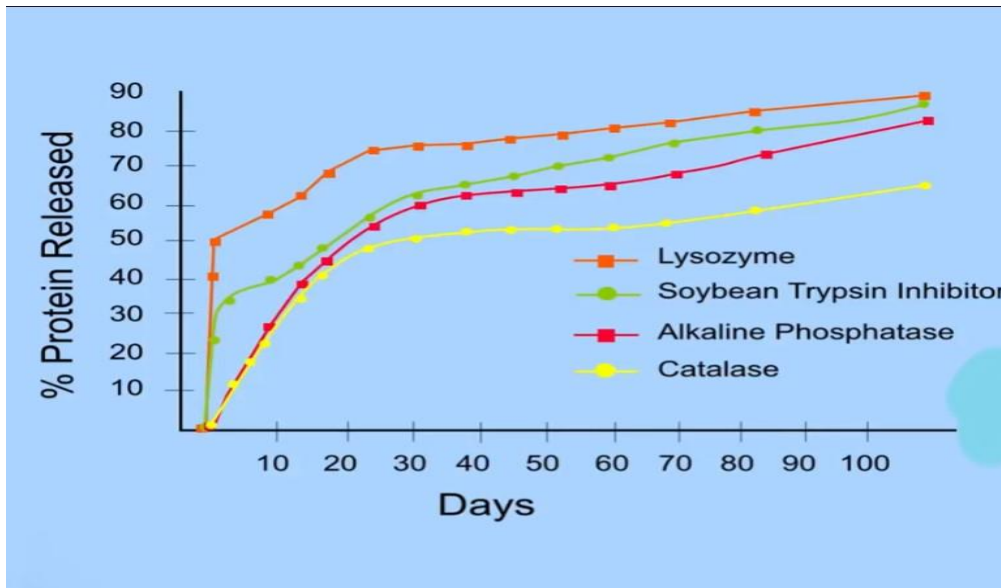


Σχήμα 1.43:(Αριστερά) Ποσοστά αθροίσματος απελευθέρωσης ενός φαρμάκου. (Δεξιά) Ποσοστά απελευθέρωσης πολ/πλών ενώσεων.(Langer et al, Science, 1976)

### 6.1.2 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΜΕ ΤΟΥΣ ΝΕΟΥΣ ΦΑΚΟΥΣ ΕΠΑΦΗΣ

Η σύνθεση φακών επαφής σιλικόνης-υδρογέλης με μοριακή αποτύπωση θα μπορούσε να βοηθήσει στην απελευθέρωση όχι μόνο μικρών μορίων όπως η κετοτιφένη, αλλά και την άνεση σε μόρια μεγάλου μοριακού βάρους όπως το υαλουρονικό οξύ(ΗΑ) και η υδροξυ-προ-πυλμεθ-κυτταρίνη. Η μοριακή αποτύπωση περιλαμβάνει την αυτόματη συναρμολόγηση μεταξύ των λειτουργικών μονομερών και του πρότυπου μορίου με μη-ομοιοπολικές αλληλεπιδράσεις και δεσμούς υδρογόνου. Αυτή η προσέγγιση(νανοτεχνολογική) προσφέρει τη δυνατότητα να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν φακοί επαφής σιλικόνης-υδρογέλης που θα παρέχουν μεγαλύτερη μοριακή άνεση, οδηγώντας σε φακούς επαφής που προκαλούν πολύ λιγότερη ξηρότητα.

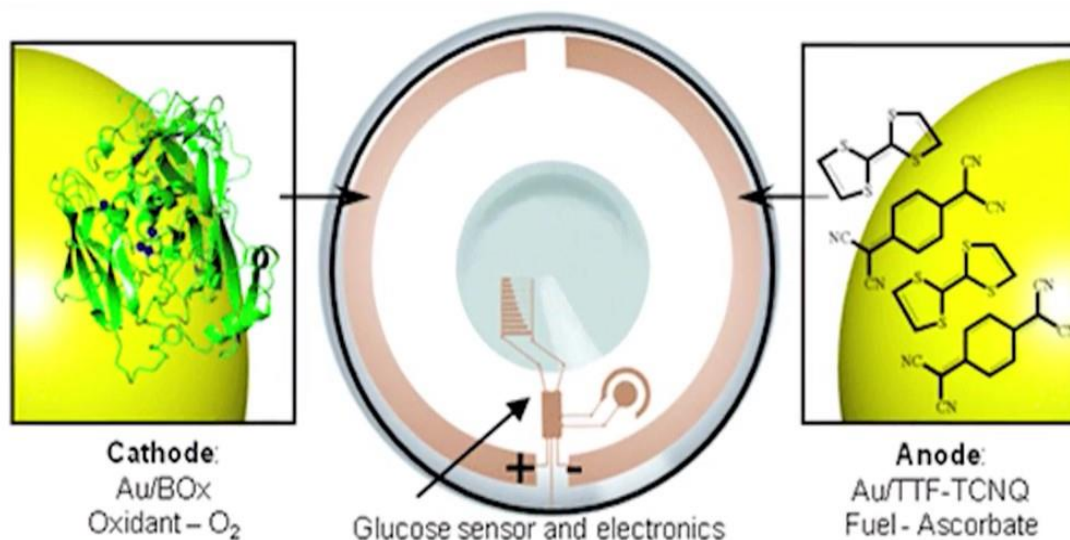




Σχήμα 1.44: Ποσοστά απελευθέρωσης πρωτεϊνών/φαρμάκων.(Langer et al, Science, 1976)

Οι σταγόνες για τα μάτια είναι η πιο συμβατική σύνθεση μέχρι και σήμερα για την οφθαλμική χορήγηση φαρμάκων και την αντιμετώπιση των ασθενειών που μπορεί να εμφανιστούν στην επιφάνεια του ματιού και όχι μόνο. Συνήθως, το ποσοστό βιοδιαθεσιμότητας που παρέχεται από τα κοινά κολλύρια είναι μόλις το 5% της φαρμακευτικής ουσίας και οφείλεται στην κακή διατήρηση της στην επιφάνεια του κερατοειδούς και την κακή “διαχείριση” του φιλμ δακρύων. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κερατοειδική επιφάνεια και κατ’ επέκταση την καλή διατήρηση του φαρμάκου, περιλαμβάνουν γρήγορη εναλλαγή δακρύων, το ανοιγόκλεισμα(βλεφαρισμό) των ματιών, και σαφώς την αποχετευτική λύση, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια του φαρμάκου μετά από τοπική χορήγηση. Επομένως οι συχνές εκχύσεις των οφθαλμικών σταγόνων είναι απαραίτητες προκειμένου να διατηρηθεί το επίπεδο του φαρμάκου στην κερατοειδική επιφάνεια. Η συχνή χρήση του συμπυκνωμένου φαρμάκου ωστόσο, είναι πιθανό να προκαλέσει τοξικότητα ή και ξηρότητα στον κερατοειδή, καθώς και σοβαρές συστηματικές ανεπιθύμητες παρενέργειες.

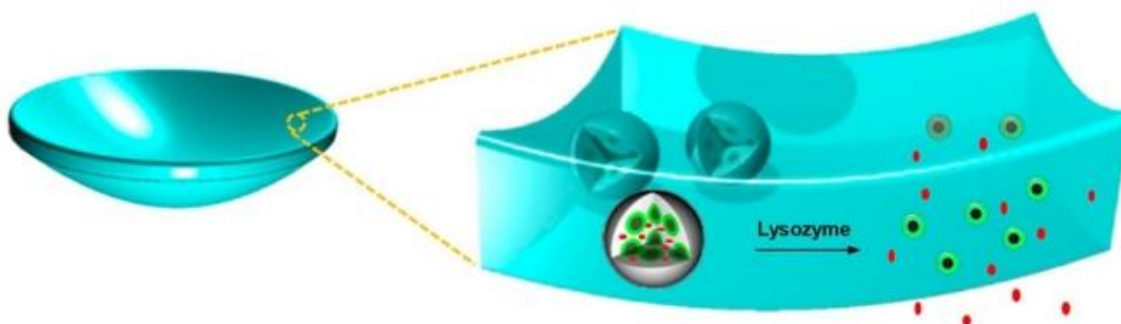
Μια ομάδα, με αρχηγό τον Dr.Daniel Kahone, καθηγητή του Πανεπιστημίου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης(Cambridge), που βρίσκεται στο παιδικό νοσοκομείο της Βοστώνης, δημιούργησαν ένα νέο φακό που μπορεί να διοχετεύσει φάρμακο κατευθείαν μέσα στο κέντρο του ματιού και να απορροφηθεί. Ο Joseph Ciolino, οφθαλμολόγος στην Κλινική Οφθαλμού και Αυτιού της Μασαχουσέτης και συνεργάτης στη συγκεκριμένη κατασκευή με τον Dr.Kahone, αναφέρει σε μια συνέντευξη του: “Ουσιαστικά είναι απλά ένας φακός αυτή η νέα σχεδίαση. Η διαφορά του με τους υπόλοιπους φακούς επαφής είναι ότι όλοι αυτοί φοριούνται για να θεραπεύσουν το μάτι, ενώ ο συγκεκριμένος έχει τη θεραπεία-φάρμακο στην ύλη του και απλώς τη μεταφέρει.”



Σχήμα 1.45: Ο αισθητήρας γλυκόζης σε ηλεκτρονικό κύκλωμα ψηφιακού φακού.  
(<http://www.novartis.com> , 2014)

Ο Dr. Kahone που είναι επίσης και διευθυντής του εργοστασίου Βιοϋλικών και Παράδοσης Φαρμάκων λέει: “Οι άνθρωποι μιλούν για τον σχεδιασμό φακών επαφής που θα μεταφέρουν φάρμακα εδώ και δεκαετίες, ένα θέμα που για διάφορους λόγους δεν έγινε εφικτό μέχρι και σήμερα”.

Αυτό πρόκειται να αλλάξει σύντομα. Σε ένα από τα τεστ των δύο ιατρών, χρησιμοποιήθηκε φακός επαφής που κατάφερε να χορηγήσει αντιβιοτικά για μια περίοδο περίπου εκατό ημερών. “Αυτός ο φακός θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να θεραπεύσει το γλαύκωμα, τον διαβήτη ή τις τοπικές λοιμώξεις, όπως επίσης το έλκος του κερατοειδή, είτε ακόμα για πληροφορίες προς θεραπεία και θεωρητικά, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για αυτό που λέμε εκφυλισμό της ωχράς κηλίδας ή macro degeneration” προσθέτει ο Dr.Ciolino.

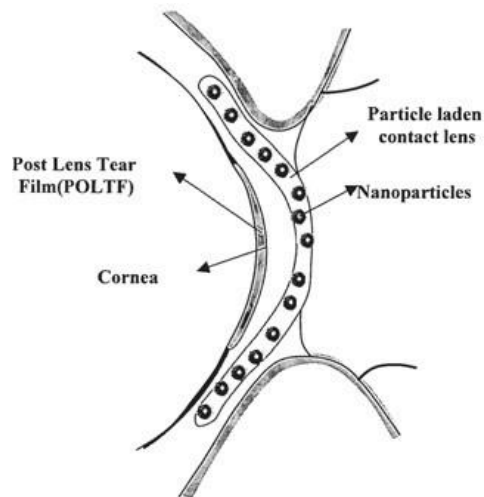


Σχήμα 1.46: Μόρια λισοζύμης, Φάρμακο μέσα σε φακό επαφής.  
(<http://laboratoria.net> , 2013)

Η μέθοδος των Kahone και Ciolino για αυτόν το σχεδιασμό είναι η εξής:



Προσθέτουν τα φάρμακα σε ένα πολυμερές, το οποίο στη συνέχεια προστίθεται πάνω στο υλικό του φακού επαφής, που είναι η υδρογέλη. Ουσιαστικά, το φάρμακο εγκλωβίζεται ανάμεσα στην υδρογέλη και το πολυμερές στρώμα. Έπειτα το φάρμακο που εμπεριέχεται μέσα στο πολυμερές, δημιουργεί ένα δαχτυλίδι γύρω από το κέντρο του υλικού, οπότε η φυσιολογική όραση δεν επηρεάζεται. Κατόπιν, με τη φροντίδα του υγρού δακρύων επιτρέπεται η δίοδος του φαρμάκου στο μάτι.



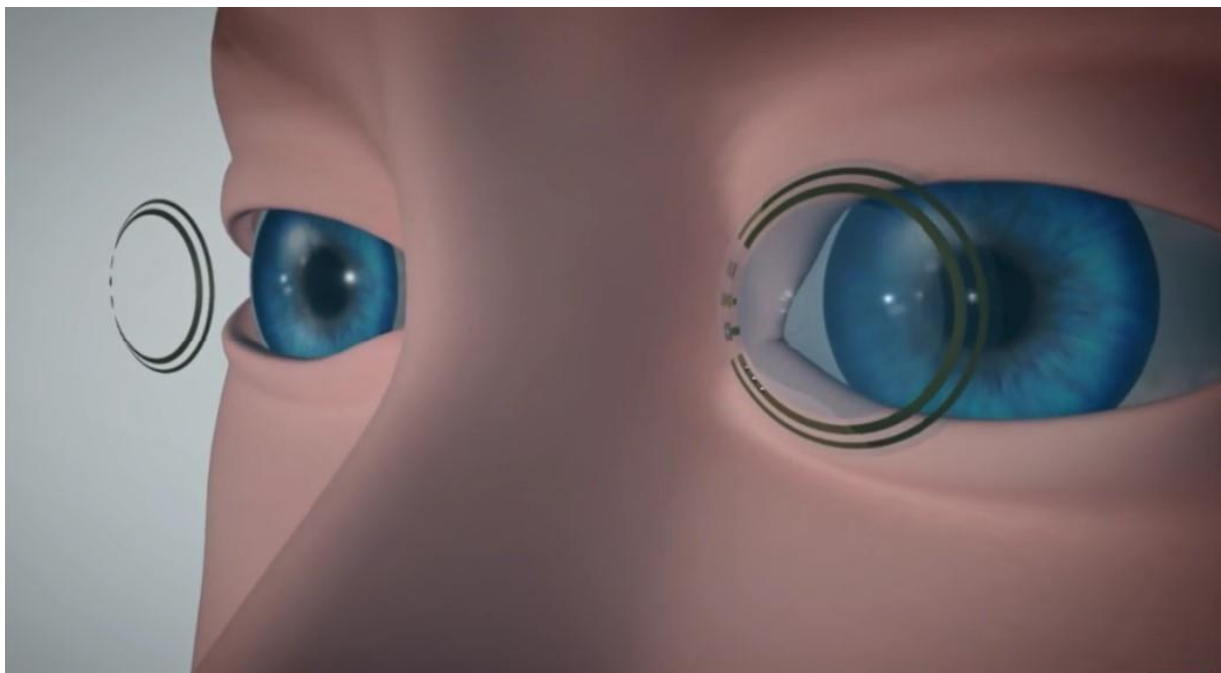
Σχήμα 1.47: Εφαρμογή φακού επαφής με νανοσωματίδια και η δράση του φιλμ δακρύων για τη μεταφορά φαρμάκου προς τον κερατοειδή φακό (<http://innovation.ox.ac.uk/>, 2013)

Αυτοί οι φακοί, υποβάλλονται προς το παρόν σε διάφορα τεστ, άρα σίγουρα θα χρειαστεί να περάσει ακόμα αρκετό χρονικό διάστημα μέχρι το προϊόν να εμφανιστεί στην αγορά και να εμπορικοποιηθεί, αλλά η χρησιμότητα του δείχνει να μπορεί να λάβει μέρος στον χώρο της καινοτομίας, και οι πιθανότητες δείχνουν πως αυτοί φακοί επαφής μπορούν 100% να διαχειριστούν τα φάρμακα και την παράδοσή τους.

## 6.2 ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ ΓΙΑ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Αν παρατηρήσει κανείς τη φροντίδα της ανθρώπινης υγείας όπως παρέχεται μέχρι σήμερα, θα δει πως το πρώτο πράγμα που κάνουμε όταν νιώθουμε άρρωστοι είναι να επισκεφθούμε έναν γιατρό. Ο γιατρός με τη σειρά του, θα ζητήσει να συλλέξει από εμάς ένα πρώτο δείγμα της κατάστασης μας π. χ πίεση ή θερμοκρασία σώματος και έπειτα μια σειρά από βιοχημικές εξετάσεις π. χ αίματος ή ούρων. Αυτή η συνήθης και σχεδόν τυπική διαδικασία βοηθά στο να γνωρίσουμε την κατάσταση της υγείας σαφώς, αλλά μόνο στιγμιαία. Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα μπορούν αν δώσουν συγκεκριμένες απαντήσεις αλλά ο σκοπός είναι να καταφέρουμε να φτάσουμε αφενός πιο κοντά στο σώμα και αφετέρου να αποκτήσουμε γνώση για συνεχόμενα και μακροχρόνια αποτελέσματα των δεδομένων του οργανισμού μας.

Πώς θα ήταν άραγε αν μπορούσαμε να έχουμε συνεχείς πληροφορίες όσον αφορά την υγείας μας?



Σχήμα 1.49: Εφαρμογή ψηφιακών φακών με κύκλωμα που δεν περιορίζει την είσοδο ακτινών στην ίριδα

([https://www.youtube.com/watch?v=-g1sjOQU-Yk&index=5&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul\\_zyVcFA](https://www.youtube.com/watch?v=-g1sjOQU-Yk&index=5&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul_zyVcFA) , 2009)

Ο Κος Babak Pavniz και η ομάδα του ισχυρίζονται πως αν μπορούσε να υπάρξει μια συσκευή που να βρίσκεται μέσα στο σώμα μας και να μας επιτρέπει να βλέπουμε και να αναλύουμε όλα τα δεδομένα της υγείας μας, θα μπορούσε η επιστήμη να φροντίσει την πρόγνωση, την πορεία και τη θεραπεία πολλών ασθενειών που μέχρι και σήμερα δυσκολεύουν πολύ τη ζωή των ασθενών.

Ένας τρόπος όπως ισχυρίστηκαν, είναι τα εμφυτεύματα ο πιο άμεσος μέχρι σήμερα για να μπορέσουμε να αλλάξουμε ή να καθοδηγήσουμε την πορεία της υγείας μας. Ωστόσο, όσα διαθέσιμα είδη κι αν υπάρχουν σήμερα, δυστυχώς, ο ανθρώπινος οργανισμός αντιδρά σε αυτά. Επίσης, δεν υπάρχει κάποιος χημικός αισθητήρας που να αντέχει για μεγάλο χρονικό διάστημα μέσα στο σώμα.

“Ο δεύτερος τρόπος είναι να τοποθετήσουμε «κάτι» στην επιφάνεια του σώματος.”(Babak Pavniz, 2012) Η πραγματικότητα δείχνει πως όλα τα φάρμακα και οι θεραπείες που χορηγούνται μέχρι και σήμερα έχουν εφευρεθεί με βάση τις πληροφορίες που λαμβάνουμε από τις εξετάσεις αίματος.

Αυτό όμως δεν είναι απόλυτο γιατί ότι πληροφορίες μπορούμε να πάρουμε από το αίμα μπορούμε να τις βρούμε και στα δάκρυα των ματιών μας. Αυτό συμβαίνει γιατί το μάτι διαθέτει ζωντανά κύτταρα τα οποία ο οργανισμός τροφοδοτεί συνεχώς προκειμένου να παραμείνουν ζωντανά. Άρα, υπάρχει άμεση σύνδεση της επιφάνειας του ματιού με ολόκληρο το σώμα μας.

Παρουσιάζουμε ένα πρόγραμμα στο οποίο δουλεύουμε εδώ και αρκετά χρόνια, στο οποίο παρουσιάζεται η αποθήκευση δεδομένων στους φακούς επαφής σαν

μικροσυσκευές. (Babak Pavriz., 2014) Τι θα γινόταν αν εξοπλίζαμε τους φακούς επαφής με μικροσυσκευές;

“Γίνεται προσπάθεια για δύο διαφορετικών ειδών συσκευές για συγκεκριμένους λόγους: Πρώτον ,πιστεύουμε ότι μπορεί να έχει ενδιαφέρουσα εφαρμογή στη δημόσια υγεία και δεύτερον οι φακοί επαφής με εγκατεστημένες σε αυτούς συσκευές μπορούν να δώσουν ενδιαφέρουσες πληροφορίες.”


Dr. Kahone,

“Φανταστείτε έναν υψηλής τεχνολογίας φακό που θα ξεκουράζεται πάνω στον κερατοειδή και θα μπορεί να συλλέξει πληροφορίες από πολλές παραμέτρους. Πιστεύω πως η σωστή και υγιής επιστήμη μπορεί να φέρει ανέλπιστα καλά αποτελέσματα τόσο στην υγεία όσο και στον τομέα των επιχειρήσεων.”

Ο Dr. Babak Pavriz και η ομάδα του, στο πανεπιστήμιο της Ουάσιγκτον, έχουν αποπειραθεί πάνω σε αυτά τα υψηλής τεχνολογίας υλικά-σχεδιασμούς, κατασκευάζοντας έναν φακό επαφής που διαθέτει ηλεκτρονική συσκευή με βιολογικούς αισθητήρες, ασύρματα συνδεδεμένη.

Ξεκίνησαν ελέγχοντας τα επίπεδα σακχάρου με τον εξής μηχανισμό: Η κεραία συλλέγει ασύρματα ενέργεια όπως ένα κινητό τηλέφωνο και ο κύκλος σιλικόνης αναλαμβάνει να το μεταφέρει με σταθερή τάση. Έπειτα, το “κέντρο”(αισθητήρας γλυκόζης) εξάγει ένα ηλεκτρικό ρεύμα κατάλληλο για τη μέτρηση του ποσού γλυκόζης και δίνει το ερέθισμα στην επιφάνεια του ματιού. Αυτά τα δεδομένα, επιστρέφονται, αναλύονται και στέλνονται πίσω στην εξωτερική συσκευή.

Θεωρητικά αυτή η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαβάσει πολλές πτυχές της χημείας του σώματος ή ακόμα και να ερευνήσει διάφορα ποσά βακτηρίων ή και ιών.



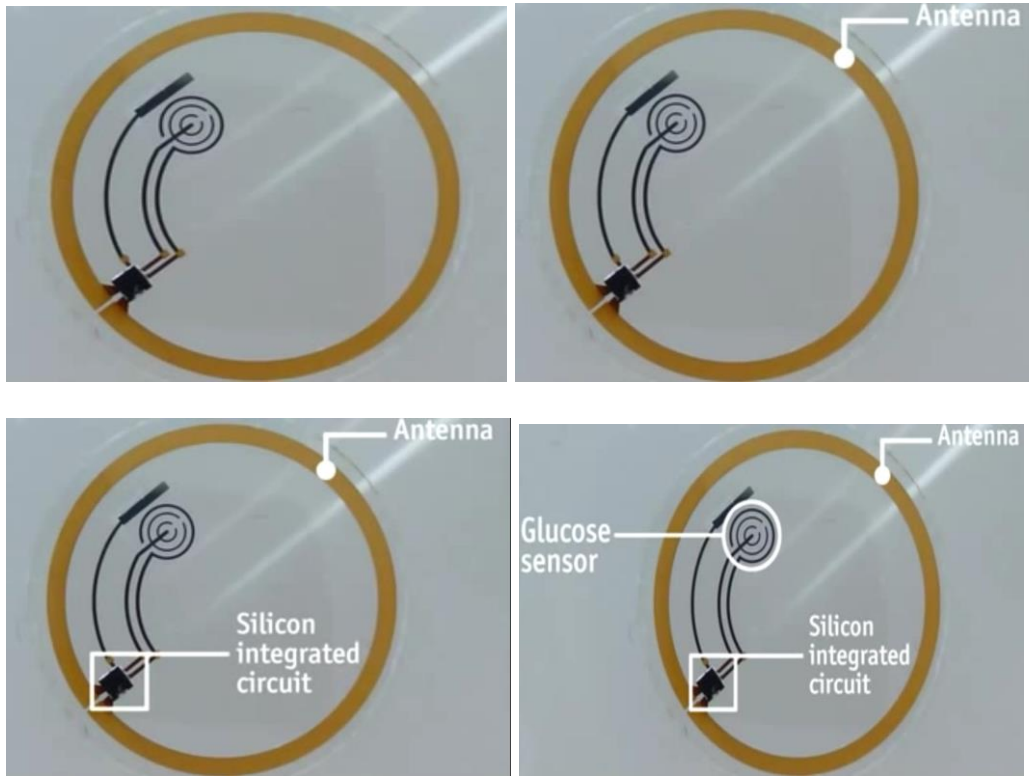
**Continuous health monitoring  
with contact lenses**

- **Completing a blood test without collecting blood?**
- Why? Managing diabetes, lactate sensing, ...

New type of data → new medical knowledge → new therapies

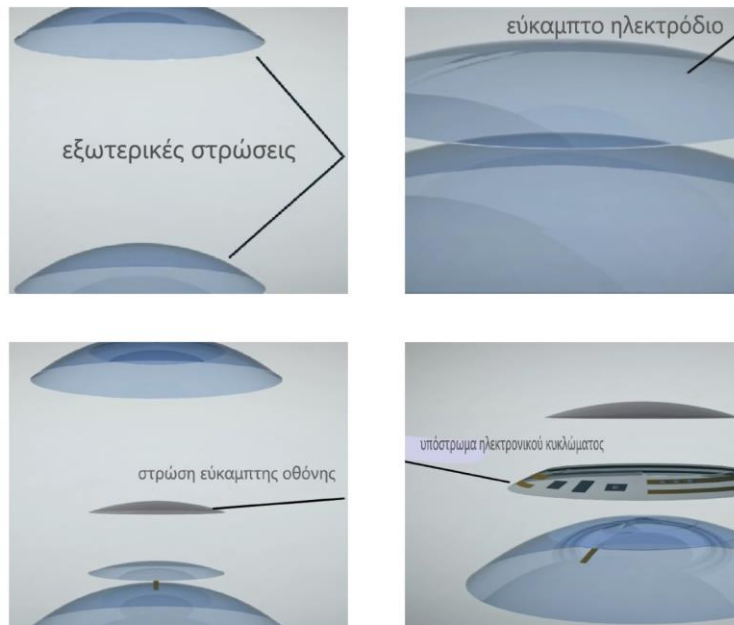
Σχήμα 1.50: Η πρωτότυπη μορφή της ιδέας των ψηφιακών φακών.

([https://www.youtube.com/watch?v=7vifMCymu-l&index=3&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul\\_zyVcFA](https://www.youtube.com/watch?v=7vifMCymu-l&index=3&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul_zyVcFA) , 2012)



Σχήμα 1.51: Απεικόνιση λειτουργίας του κυκλώματος ενός ψηφιακού φακού. ([https://www.youtube.com/watch?v=g1sjOQU-Yk&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul\\_zyVcFA&index=5](https://www.youtube.com/watch?v=g1sjOQU-Yk&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul_zyVcFA&index=5) , 2009)

Πως θα μπορούσαν οι φακοί επαφής να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση του Διαβήτη;



Σχήμα 1.52: Οι επιστρώσεις σε έναν ψηφιακό φακό. (Screenshot <http://www.geobeatsnews.com> , 2014)

Αισθητήρες είναι ενσωματωμένοι μεταξύ δύο μαλακών στρωμάτων στον φακό και μέσω μιας μικρής σχισμής στον φακό επαφής επιτρέπεται στο δακρικό υγρό να διαρρεύσει μέσα στον αισθητήρα και να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση επιπέδων σακχάρου στο αίμα. Μια ασύρματη κεραία λεπτότερη από το πάχος μιας ανθρώπινης τρίχας, θα ενεργεί ως ελεγκτής για να επικοινωνούνται οι πληροφορίες στην ασύρματη συσκευή. Τα δεδομένα τότε θα μπορούν να σταλούν σε μια εξωτερική συσκευή.

Οι μηχανικοί της Google θεώρησαν ακόμη, πως αν προσθέσουν φώτα Led που μπορούν να προειδοποιούν τον χρήστη μόλις με ένα ανάμμα του φωτός όταν τα επίπεδα γλυκόζης ξεπερνούν ορισμένα όρια θα ήταν ακόμα πιο αποτελεσματικό το προϊόν, αν και, από ότι έδειξαν κάποιες δοκιμές σαν ιδέα είναι αρκετά δύσκολο να υλοποιηθεί μιας και οι αρσενικοί πολωτές των Led μπορεί να αποδειχθούν επικίνδυνοι για την υγεία.



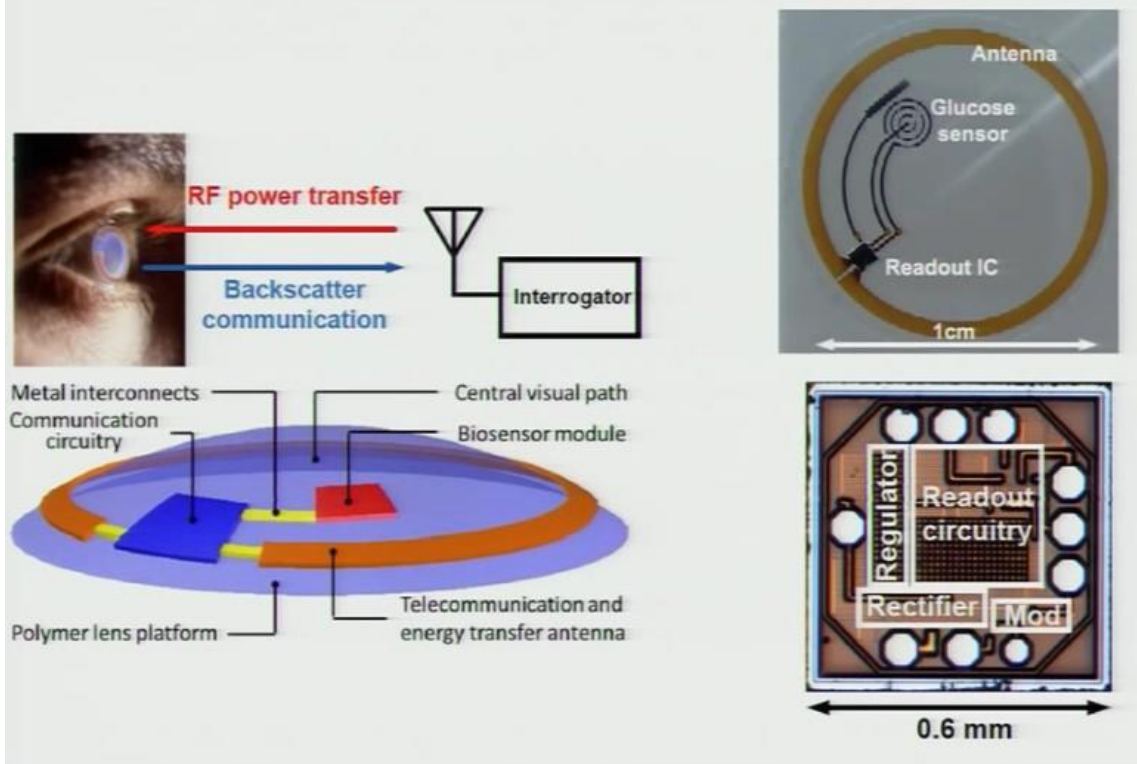
Σχήμα 1.53: Η μικροσυσκευή (πομπός- δέκτης) του κυκλώματος που ενσωματώνεται στον φακό επαφής.

[https://www.youtube.com/watch?v=1CVN5FRI5F8&index=4&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul\\_zyVcFA](https://www.youtube.com/watch?v=1CVN5FRI5F8&index=4&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul_zyVcFA) , Screenshot, 2012)

Ο φακός επαφής αναλύει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα κάθε δευτερόλεπτο και μεταδίδει τα δεδομένα σε ένα αντίστοιχο application. Οι λεπτομερείς μετρήσεις θα είναι διαθέσιμες απλά με το πάτημα ενός κουμπιού στο κινητό μας τηλέφωνο. Όταν η γλυκόζη στο αίμα ξεπερνάει συγκεκριμένα όρια η συσκευή θα προειδοποιεί τον ασθενή είτε να ενεργήσει άμεσα είτε να επικοινωνήσει με τον θεράποντα γιατρό του εάν η κατάσταση είναι σοβαρή.



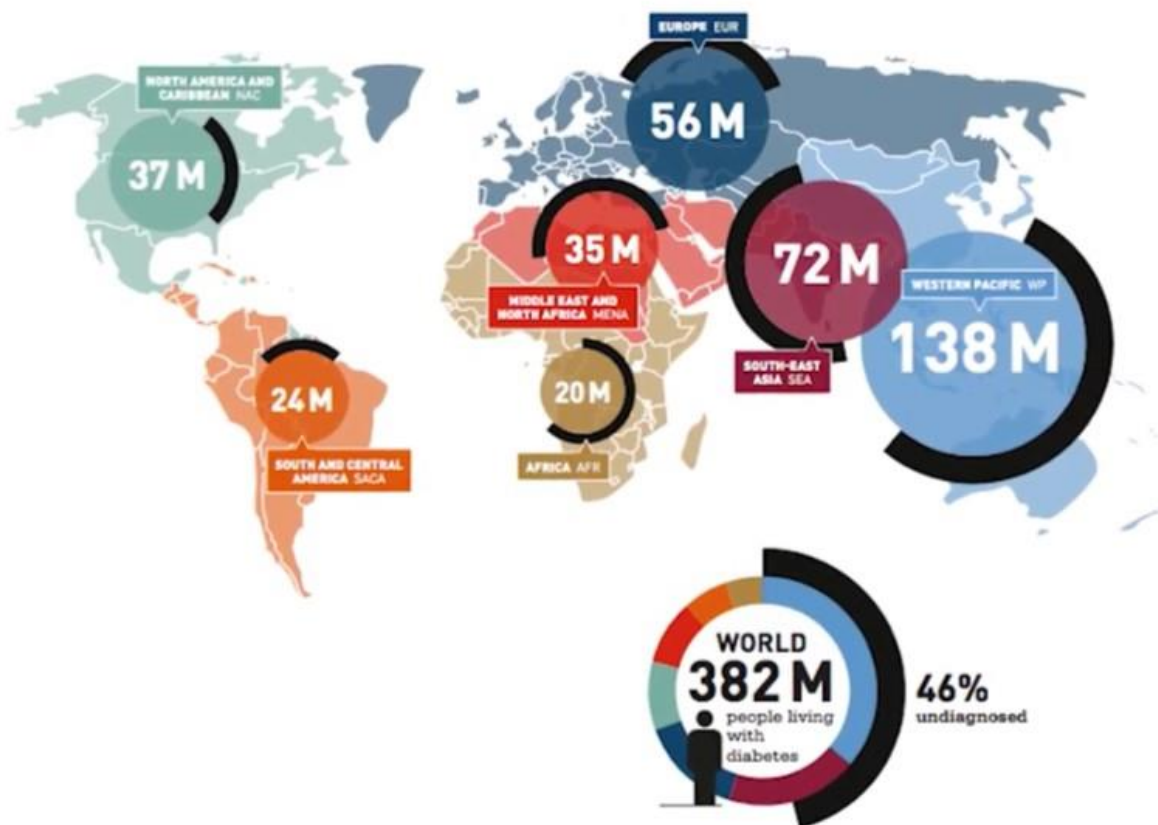
## Recent glucose sensor results



Σχήμα 1.54: Ανάλυση ψηφιακού φακού επαφής. (Screenshot <http://we.solveforx.com/>, 2012)

Η διαδικασία διατήρησης των σωστών επιπέδων σακχάρου στο αίμα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας συμπεριλαμβανομένων και των ωρών του ύπνου, δεν θα είναι πια θέμα τύχης. Οι διαβητικοί ασθενείς θα μπορέσουν επιτέλους να ξεφύγουν από τη διαδικασία μέτρησης με το καθιερωμένο "τσίμπημα" στο δάχτυλο του χεριού αρκετές φορές την ημέρα. Ακόμα κι αν ακούγεται ουτοπικό, αυτός ο νέος και ίσως ο πιο ισχυρός τεχνολογικά τρόπος θα αλλάξει μια για πάντα την αντιμετώπιση της συγκεκριμένης πάθησης.

Number of people with diabetes by IDF Region, 2013

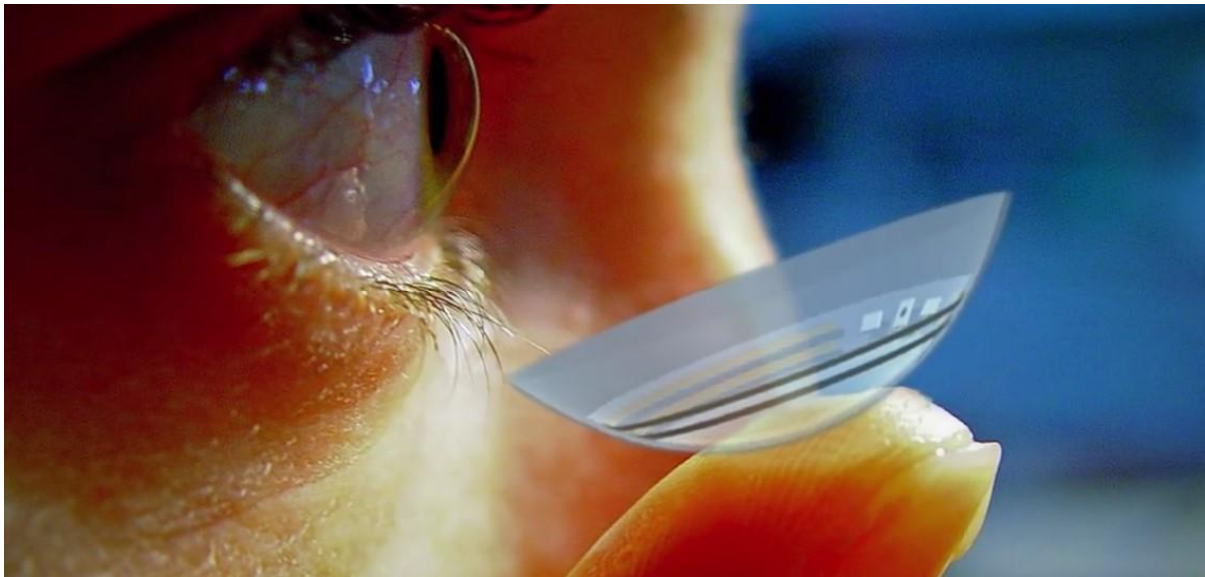


Σχήμα 1.56: Συχνότητα εμφάνισης διαβήτη σε παγκόσμια κλίμακα. Αμερική, Αφρική, Ευρώπη, Ασία κλπ. (Screenshot <http://www.idf.org> , 2013)

### 6.3 ΟΘΟΝΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ- LCD DISPLAYS

Η ιδέα των ψηφιακών φακών επαφής ανατέθηκε για πρώτη φορά στην GoogleX, στην ομάδα “Moonshot” που διαχειρίζεται τα εργαστήρια της εταιρείας και από ότι φαίνεται μέχρι σήμερα οι πιο ξεχωριστοί επιστήμονες δουλεύουν πάνω στο συγκεκριμένο project. Η Google φαίνεται να συζητά με τον FDA έτσι ώστε να καταφέρει να αποκτήσει τις κατάλληλες προδιαγραφές για το προϊόν της όπως συνιστά ο οργανισμός Υγείας. Για να καταφέρει να παρέχει στο προϊόν τις προδιαγραφές που είναι αναγκαίες συνεργάζεται επίσης με την Alcon , την εταιρεία Pharma του Ομίλου Novartis. Έχοντας την Pharma σε συνεργασία, μια εταιρεία με εμπειρία στο οφθαλμικά προϊόντα θα καταφέρει η Google να εισάγει στην αγορά τους ψηφιακούς φακούς επαφής ενδεχομένως πιο γρήγορα αλλά και αντιμετωπίζοντας ευκολότερα τυχόν ρυθμιστικά θέματα.

Σε συνέντευξη του ο συνιδρυτής της Google Κος Sergey Brin δήλωσε “Το όνειρο μας είναι να χρησιμοποιήσουμε την τελευταία λέξη της τεχνολογίας στην σμίκρυνση ηλεκτρονικών συσκευών προκειμένου να βοηθήσουμε στην βελτίωση της ποιότητας ζωής για εκατομμύρια διαβητικούς ανθρώπους”.



Σχήμα 1.55: Ο φακός επαφής της GoogleX, οθόνη απεικόνισης ([https://www.youtube.com/watch?v=1CVN5FRI5F8&index=4&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul\\_zyVcFA](https://www.youtube.com/watch?v=1CVN5FRI5F8&index=4&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul_zyVcFA) , 2012)

“Ο δεύτερος τομέας ο οποίος ενδιαφέρει την ομάδα μας είναι να προσπαθήσουμε να φτιάξουμε φακούς επαφής που να λειτουργούν σαν οθόνες απεικόνισης. Άρα να

υπάρχει ένας φακός που να μπορεί κάποιος να τον φοράει άνετα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, με το όφελος να μπορεί να του παρέχει και πληροφορίες παράλληλα μέσα από έναν κόσμο απεικόνισης.” Αναφέρει σε συνέντευξη του ο Κος Ραντζ.

Κατασκευάζοντας κεφαλές απεικόνισης σε ένα φακό επαφής μπορείς να ανακαλύψεις πως οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται και αλληλεπιδρούν στον κόσμο τους. Το να δημιουργήσουμε το πρώτο Pixel ήταν το πιο δύσκολο κομμάτι, οπότε πιστεύω πως το να φτάσουμε στα πολλά που χρειαζόμαστε θα είναι μια πιο εύκολη διαδικασία.

Χρειάζονται βέβαια εκατομμύρια Pixels για να δημιουργήσουμε τις εικόνες που προσδοκούμε και αυτό δεν μπορεί να γίνει χειρονακτικά. Οπότε ο Dr. Ραντζ με την ομάδα του δημιούργησαν μια συντόμευση της διαδικασίας με μια καινοτόμα τεχνική. Έφτιαξαν ένα υγρό που περιέχει χιλιάδες ελεύθερα pixels, μετά την κόλλησαν ανάμεσα σε δύο κομμάτια από γυαλί κι έτσι όταν ρίχνουν το υγρό μέσα σε αυτή την συσκευή, τα pixels κολλάνε στα μεταλλικά σημεία του κυκλώματος



Σχήμα 1.56: Ασύρματη μεταφορά δεδομένων από τον έξυπνο φακό επαφής στην κινητή συσκευή. (<https://www.youtube.com/watch?v=7vifMCymu-l>, 2012)

Αν και η Google είναι η πρώτη εταιρεία που ασχολήθηκε με την κατασκευή ψηφιακών φακών επαφής για την αντιμετώπιση του διαβήτη, δεν είναι η πρώτη που άρχισε να αναπτύσσει ένα βοήθημα όρασης.

Αμερικάνοι ερευνητές χρησιμοποίησαν γραφίτη μέσα σε φακό για να ανιχνεύσει ολόκληρο το υπέρυθρο φάσμα με ορατό και υπεριώδες φως - ανιχνεύοντας την ανθρώπινη όραση με βάση την καταμέτρηση της αύξησης του ρυθμού των συχνοτήτων που θα μπορούσε να ανιχνεύσει.

Στην Κίνα , μια ομάδα ερευνητών κατάφερε με επιτυχία να αναπτύξει ένα αόρατο ηλεκτρικό κύκλωμα μέσα σε ένα πολυμερές, υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή φακών επαφής.

Ακόμα, Η ελβετική εταιρεία Sensimed , έχει ήδη πάρει την έγκριση από το FDA για τον δικό της έξυπνο φακό επαφής που στοχεύει στην αντιμετώπιση του Γλαυκώματος, την πιο συχνή αιτία τύφλωσης. Η Sensimed χρησιμοποιεί ένα λεπτό φακό σιλικόνης που είναι ενσωματωμένος με ένα μικροαισθητήρα ο οποίος μπορεί να φορεθεί για εικοσιτέσσερις ώρες, ακόμα και κατά τη διάρκεια του ύπνου. Ωστόσο παραμένει αυτό το προϊόν να έχει τις μεγαλύτερες πιθανότητες να ανταποκριθεί στις ανάγκες της μάζας του πληθυσμού περισσότερο από κάθε άλλο προϊόν.

Όλες οι παραπάνω εταιρείες έχουν το καλύτερο πλάνο για να πραγματοποιηθεί η κυκλοφορία ενός ευρέως διαθέσιμου προϊόντος που μάλιστα, έχει οριστεί να κυκλοφορήσει για γενική χρήση γύρω στο 2019 αν και δοκιμές αναμένεται να ξεκινήσουν αργότερα στο έτος 2016.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρατηρώντας την ανάπτυξη της τεχνολογίας αλλά και την πρόοδο των υλικών και των ιδιοτήτων των φακών, μπορούμε με σιγουριά να υποθέσουμε πως το μέλλον των φακών επαφής προμηνιέται λαμπρό. Οι επιστήμονες έχουν προτείνει επαναστατικές χρήσεις με φακούς επαφής όπως η μετάδοση φαρμάκων απευθείας στον οφθαλμό και με τη βοήθεια του φιλμ δακρύων στο αίμα, τη χρήση ηλεκτρονικού κυκλώματος σε φακό επαφής για την πρόληψη, τη διάγνωση και ενδεχομένως τη θεραπεία χρόνιων παθήσεων όπως ο διαβήτης, το γλαύκωμα, οι βιοκαρκινικοί δείχτες κ. α

Οι ερευνητές έχουν ήδη προτείνει λύσεις για τις κλινικές και ερευνητικές προκλήσεις που προκύπτουν από τις επαναστατικές νέες χρήσεις των φακών επαφής , που πηγαίνουν πολύ πιο πέρα από τη διόρθωση της όρασης όπως οι οθόνες απεικόνισης όπου σε αυτή την περίπτωση , ένας εντελώς καινούργιος κόσμος θα ανοιχτεί μπροστά στα μάτια μας τα επόμενα χρόνια. Έχοντας δημιουργήσει ήδη εδώ και κάποια χρόνια αρκετές προϋποθέσεις για να εγκριθούν οι νέες ιδέες και πλατφόρμες διαφόρων εταιρειών αλλά και ομάδων επιστημόνων από τον FDA , όλα δείχνουν πως στα επόμενα 20 χρόνια θα μπορούμε να ψυχαγωγούμαστε, να παρακολουθούμε την πορεία της υγείας μας και να αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο απλά με έναν βλεφαρισμό.

Το σίγουρο είναι πως οι προσπάθειες είναι σημαντικές και φυσικά ο κάθε χρόνος που περνά, σημαίνει πρόοδος.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Anthony G. Sabell "Dr. Joseph Dallos-An appreciation", 1979, Contact lens J, 5:16-18

Brayden D.J., "Controlled release technologies for drug delivery", 2003, 8: 976-8

Bennet E. S, and Weissman B. A "Clinical Contact lense Practise", google e-books, 2016,

Huges G.A "Nanostructure-mediated drug delivery", 2005, Nanomedicine, 1:22-30

Deacock G., "Life of Tomas Young, MD, FRS., Chapter 4-Optical discoveries-first epoch", Google e-books, 2016, 1(11):855

Douthwaite W. "Contact lenses and lens design" Google e-books, 2006

Wang B. , Zheng - Rong L. and Mingqian T. "Development of Dendrimer based Nanomaterials for diagnostic and therapeutic applications" Nanomaterials in Pharmacology Chapter 3, Google e-books, 2016, 978-1-4939-3121-7

Peer D, Karp JM, Hong S, Farokhzad OC, Margalit R, Langer R. , 2007,"Nanocarriers as an emerging platform for caner therapy", 2(12):751-60

Langer R. "Biomaterials and biotechnology: from the discovery of the first angiogenesis inhibitors to the development of controlled drug delivery systems and the foundation of tissue ", 2013, 101(9):2449-55

Leitm M. "Manual ophthalmological examination and diagnostic" Ελληνική Έκδοση, Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης, 2005

Snell R. & Lemp M." Clinical Anatomy of the Eye", Ελληνική Έκδοση, Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης, 2005

Berson F. "Basic Ophthalmology", Ελληνική Έκδοση, Ιατρικές Εκδόσεις, Π. Χ. Πασχαλίδης, 2001

Jones L."Modern contact lens materials-A clinical performance update", 2002, 17(9): 24 - 35.

Nicholson P.C and Vogt J ."Soft contact lens polymers-an evolution" ,2001,Biomaterials, 22 (24): 3273-83.

Brennan N. "Predicted reduction in high myopia for various degrees of myopia control" . BCLA, 2012

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Παλημέρης Γ. "Οπτική Διάθλαση και Φακοί Επαφής, Τόμος Γ' ",1996,Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης

Κατσούλος Κ. , Μακρυγιώτη Δ. "Φακοί Επαφής, Επιστήμη και Βασικές Αρχές, Τόμος Α' " ,2010,Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση

Κατσούλος Κ. Μακρυγιώτη Δ. "Φακοί Επαφής, Κλινική Πρακτική και Εφαρμογές, Τόμος Β' " 2010,Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση

Ασημέλλης Γ. "Μαθήματα Οπτικής", 2005, Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση

Δημητρόπουλος Ε. "Εισαγωγή στη Μεθοδολογία της Επιστημονικής Έρευνας",3η έκδοση, 2009, Εκδόσεις ΕΛΛΗΝ

Θεοδοσιάδης Γ. Δαμανάκης Α. "Βασικές Αρχές Στραβισμού",2009,Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας

Κατσούλος Κ. Ασημέλλης Γ. "Η Σύγχρονη Διαθλαστική Εξέταση",2008, Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση

## ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/InVitroDiagnostics/ucm227935.htm> "Letter to Manufacturers of Blood Glucose Monitoring Systems Listed with the FDA", FDA US Food & Drug Administrator, 2014

[www.visioncenterdirect.com](http://www.visioncenterdirect.com) ,"Modern scleral contact lenses", 2015,

[www.peoo.gr/αξιολογηση-αστιγματικων-πολυεστιακων/](http://www.peoo.gr/αξιολογηση-αστιγματικων-πολυεστιακων/) , «Αξιολόγηση αστιγματικών-πολυεστιακών φακών επαφής», 2015, Πανελλήνια Ένωση Οπτικών και Οπτομετρών

[www.allaboutvision.com/over40/multifocals.htm](http://www.allaboutvision.com/over40/multifocals.htm) , "Multifocal contact lenses" , Gary Heiting, OD. & Michael Depaolis,OD. , 2005,

[www.andrewgasson.co.uk](http://www.andrewgasson.co.uk) "The overseas Pioneers", British Contact Lens Association, 2006

[www.nytimes.com](http://www.nytimes.com) "The first scleral contact lens in 1930's", 2010,

[www.college-optometrists.org](http://www.college-optometrists.org) "Diabetes care", The College of Optometrists, 2016,

[www.aaopt.org/eye-health/diseases/myopia-nearsightedness](http://www.aaopt.org/eye-health/diseases/myopia-nearsightedness) "Myopia control", American Academy of Ophthalmology, 2013,

<http://www.aoa.org/patients-and-public/eye-and-vision-problems/glossary-of-eye-and-vision-conditions/myopia?sso=y> “Common diseases- Myopia”, American Optometric Association, 2016,

[http://www.siliconehydrogels.org/editorials/dec\\_05.asp](http://www.siliconehydrogels.org/editorials/dec_05.asp) “Is the daily wear the principal use of silicone-hydrogel materials?” Eurolens research, University of Manchester, 2012,

<http://www.alfalens.gr/article/44/egxrwmoi-fakoi-epafhs-leitoyrgoyn.html> Έγχρωμοι φακοί επαφής, 2016,

[http://www.icrsjournal.org/article/S0886-3350\(16\)30260-7/fulltext](http://www.icrsjournal.org/article/S0886-3350(16)30260-7/fulltext) “New drug delivery for corneal administrator” , Journal of Cataract and Refractive Surgery, 2016,

<http://medicalfuturist.com/googles-amazing-digital-contact-lens-can-transform-diabetes-care> ,”Digital contact lenses can transform diabetes care”, The Medical Futurist, 2016,

<http://www.idf.org/about-diabetes/facts-figures> “Diabetes Atlas Seventh Edition”, International Diabetes Federation, 2015,

<http://www.ibiology.org/ibioseminars/robert-langer-part-3.html> “Biomaterials for Drug Delivery Systems and Tissue Engineering”, MIT University

[www.nano.med.nmich.edu](http://www.nano.med.nmich.edu) “Dendrimers Introduction”, Michigan Nanotechnology Institute for Medicine and Biological Sciences, 2010,

<http://www.innovation.ox.ac.uk/license-details/electrochemical-detection-tagged-nanoparticles> “Electrochemical detection of tagged nanoparticles”, Oxford University, 2012,

<http://laboratoria.net> «Μέθοδοι εξαγωγής κυττάρων και μελέτη των ιδιοτήτων των πρωτεϊνών» ,2013,

<http://www.nanowerk.com> “A ph-responsive nanoscale raccine with tailored immune responses” Walkey, 2013,

<http://www.pdb101.rcsb.org/motm/9> “Lysozyme attacks the cell walls of bacteria”, Molecular Explorations Through Biology and Medicine, Goodsell D., 2000,

<http://wynneeyeassociates.com/Your-Eye-Exam/Myopia> “Myopia-Normal vision and Myopia”, Wynne Eye Associates, 2016,

<http://www.webmd.com/eye-health/tc/nearsightedness-myopia-topic-overview> “Nearsightedness, Myopia”, Healthwise, 2014,

<http://www.rutherfordeyecare.com/your-eyes/presbyopia> “Presbyopia”, Rutherford Eye Care, 2016

<http://www.opthalmologymanagement.com/articleviewer.aspx?articleid=101779> "Monovision Work-Monovision potential multifocal-patient base" , Ophthalmology Management, 2008

<http://patient.info/support/keratoconus-group.htm> "Keratoconus Care", Keratoconus Group, 2015

<http://uaochicago.com> "Cornea and external disease" , Common Conditions-University Ophthalmology Associates, 2016,

<http://www.drdeist.co.za/conditions/keratoconus> "Conditions of Keratoconus disease" , Dr.Mark Deist, MBCHB, Sandhurst Eye Centre, 2016,

<http://www.carlobenedetti.it> "Lesioni periferiche Della retina", Dott. Carlo Benedetti, 2014

<http://www.orthokdoctors.com> "How does orthokeratology (ortho-k) work", Ortho-k Doctors, 2016

<http://www.2-bbb.com/Technology/G-Technology> "liposome" Leiden Academic Center For Drug Research of Netherlands, 2015

<http://londoneyehospital.com> , "myopia", 2016

<https://www.britannica.com/science/astigmatism-eye-disorder> "Astigmatism eye disorder" Encyclopedia Britannica. Inc, 2016

<http://lornekashin.weebly.com> "Scleral Contact Lenses" Lorne Kashin R.O., Professional Learning, 2014

<http://bjo.bmj.com/content/30/10/607.full.pdf+html?sid=2345705e-bda2-428f-a397-893835258909> "Sattler's Veil", J. Dallos Br. J Ophthalmol 1946, 30:607-613, 2016,

<http://www.paragonvision.com/ecp/professional-resources/facts-about-myopia> "Increased Rise of Childhood Myopia", Paragon Vision Science, 2016

<https://www.youtube.com/watch?v=62tha1Kxa2c> "How its made: Contact Lenses", How Its Made Episodes, 2009

[http://www.youtube.com/watch?v=r\\_Yq6Me\\_Qjw](http://www.youtube.com/watch?v=r_Yq6Me_Qjw) "1930's Contact Lenses-Ouh!(1938)", British Pathe, 2014

<http://www.youtube/watch?v=jqMKOFo184w> "Making Contact Lenses 1946's", British Pathe, 2014

<http://www.youtube.com/watch?v=7HgcPliKnJI&ebc=ANyPxKqc6Phx> "History of Contact Lenses-part 1-Paul Wayenborgh- Mr. Charles- H.Keeler", Keeler Company, 2015

<http://www.youtube.com/watch?v=G2KQ40qOX08> "History of Contact Lenses-part 2"  
Paul Wayenborgh, 2015

<https://www.youtube.com/watch?v=yaCXUuKITTI> "Smart Lens Technology  
Presentation", JonYcFc's Channel, 2012

<https://www.youtube.com/watch?v=7vifMCymu-I> "LCD Displays On Your Contact  
Lenses", GeoBeats News, 2012

<https://www.youtube.com/watch?v=1CVN5FRI5F8> "Bionic Contact Lens Displays  
Have Gone Up to Eight Pixels Resolution" Alexander Guseff, 2012

<https://www.youtube.com/watch?v=qP7asPQI-QE> "Bionic Lens", City Health, Speech  
from Dr. Garth Webb, Optometrist & CEO, Ocumetics Technology, 2015,

<https://www.youtube.com/watch?v=RWuwiO0gUmc> "The Cure-World's First Bionic  
Eye", Al Jazeera English, 2014,

[https://www.youtube.com/watch?v=d6g581tJ7bM&index=6&list=PL4jthluD4T6BXXo-  
xcWGLrC1ul\\_zyVcFA](https://www.youtube.com/watch?v=d6g581tJ7bM&index=6&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul_zyVcFA) "Babak Pavriz on Building Microsystems on the Eye" , We  
Solve X channel , X: The Moonshot Factory of Google, 2012

[https://www.youtube.com/watch?v=o4moymWepUg&index=1&list=PL4jthluD4T6BXX  
o-xcWGLrC1ul\\_zyVcFA](https://www.youtube.com/watch?v=o4moymWepUg&index=1&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul_zyVcFA) "Drug Delivery Technology: Present and Future", ibiology,  
2015,

[https://www.youtube.com/watch?v=-g1sjOQU-Yk&index=5&list=PL4jthluD4T6BXXo-  
xcWGLrC1ul\\_zyVcFA](https://www.youtube.com/watch?v=-g1sjOQU-Yk&index=5&list=PL4jthluD4T6BXXo-xcWGLrC1ul_zyVcFA) "Bionic Lens", 2009,

<http://ocumetics.com> "Bionic Lens", Ocumetics Technology Corp, 2015