

Εφαρμοσμένη Οπτική

Οπτική της Ύψρασης

Πάνος Δρακόπουλος
Γιώργος Ασημέλλης

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση ή αναπαραγωγή του παρόντος έργου στο σύνολό του ή τμημάτων του με οποιονδήποτε τρόπο και η μετάφρασή του ή εκμετάλλευσή του με οποιονδήποτε τρόπο αναπαραγωγής έργου λόγου ή τέχνης, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.2121/1993 και της διεθνούς Σύμβασης Βέρνης-Παρισιού, που κυρώθηκε με το Ν.100/1975. Επίσης απαγορεύεται η αναπαραγωγή της στοιχειοθεσίας, σελιδοποίησης, εξομάλυνση και γενικότερα της όλης αισθητικής εμφάνισης του βιβλίου, με φωτοτυπικές, ηλεκτρονικές, ή οποιεσδήποτε άλλες μεθόδους, σύμφωνα με το άρθρο 51 του Ν. 2121/1993.

Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα

ΕΚΤΥΠΩΣΗ-ΒΙΒΛΙΟΔΕΞΙΑ:

ΑΛΦΑΒΗΤΟ ΑΒΕΕ.
ΒΡΙΛΗΣΣΟΥ 80, ΑΘΗΝΑ
(210) 646 6086
www.alphabet.gr



Σύγχρονη
Γνώση

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΓΝΩΣΗ
ΓΡΑΜΜΟΥ 87, ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ, 16451
(210) 991 9838
info@optics-books.gr
www.optics-books.gr

ISBN 978-960-98531-6-3



9 789609 853163 >

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ 26/6/2012

ΠΑΝΟΣ ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ

ΓΙΩΡΓΟΣ ΑΣΗΜΕΛΛΗΣ

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΟΠΤΙΚΗ

ΟΠΤΙΚΗ ΤΗΣ ΟΡΑΣΗΣ

- Ο Οφθαλμός στη Φύση
- Όραση στον Ανθρώπινο Οφθαλμό
- Οπτική του Ανθρώπινου Οφθαλμού
- Οπτική του Αμφιβληστροειδή
- Αμετρωπίες Χαμηλής Τάξης
- Κυματικές Εκτροπές
- Έγχρωμη Όραση
- Θεωρία Χρωμάτων
- Ανατομία του Ανθρώπινου Οφθαλμού
- Βιομετρία του Ανθρώπινου Οφθαλμού

Ελληνική

1. Ασημέλλης Γιώργος, Οπτική και Υπερόραση, Σύγχρονη Γνώση, 2008
2. Ασημέλλης Γιώργος, Μαθήματα Οπτικής, Σύγχρονη Γνώση, 2009
3. Ασημέλλης Γιώργος, Βαμβακάς Γιάννης, Δρακόπουλος Πάνος, Γεωμετρική Οπτική, Σύγχρονη Γνώση, 2012
4. Αλεξόπουλος Κ.Δ., Δ.Ι. Μαρίνος, Οπτική, Εκδόσεις Ολυμπία, Έκδοση 1^η, 1992
5. Δρακόπουλος Πάνος, Ασημέλλης Γιώργος, Οπτικά Όργανα Απεικόνισης, Σύγχρονη Γνώση, 2011
6. Κατσούλος Κώστας, Ασημέλλης Γιώργος, Σύγχρονη Διαθλαστική Εξέταση, Σύγχρονη Γνώση, 2009
7. Κατσούλος Κώστας, Μακρυνιώτη Δήμητρα, Φακοί Επαφής, Σύγχρονη Γνώση, 2010
8. Ορφανάκος Β., Χρωματομετρία Βασικές Αρχές, Σταμούλης, 2004

Διεθνής

1. Atchison DA, Smith G. Optics of the Human Eye, Butterworth – Heinemann, 2000
2. Bass Michael, Editor. Handbook of Optics, Volume III, McGraw-Hill Inc, 3rd edition, 2010
3. Born M, Wolf E. Principle of Optics, Pergamon Press, 6th edition, 1980
4. Blaker JW, Schaeffer O. Optics, an Introduction for Technicians and Technologists, Prentice-Hall, 2000
5. Carson FA. Basic Optics and Optical Instruments, Dover Publications, 1997
6. Davson H. Davson's physiology of the eye. 5th ed. London: Macmillan Academic and Professional Ltd. 1990
7. Elkington AR. Frank HJ, Clinical Optics, 2nd edition, Blackwell Scientific Publications, 1991.
8. Fischer R, Tadic-Galep B. Optical system Design, SPIE Press, Mc Graw Hill, 2000
9. Freeman MH. Optics, Butterworth – Heinemann, 10th edition, 1990
10. Goss DA, Roger GW. Introduction to the optics of the Eye, Butterworth-Heinemann, 2002
11. Hecht E. Optics, Addison Wesley, 4th edition, 2001
12. Henson DB. Optometric Instrumentation, Butterworth-Heinemann, 2nd edition, 1996
13. Jameson D. Hurvich LM. (editors), Handbook of Sensory Physiology. Visual Psychophysics. Vol 7. Berlin: Springer-Verlag. 1972
14. Johnson BK. Optics and Optical Instruments, Dover Publications, 1960
15. Katz M. Introduction to Geometrical Optics, World Scientific, 2002
16. Keating M. Geometric, Physical and Visual Optics, Butterworth-Heinemann, 2nd edition, 2002
17. Klein MV, Furtak TE. Optics, John Wiley and Sons, 2nd edition, 1986
18. Kuehni RG, Schwarz A. Color Ordered. A Survey of Color Systems from Antiquity to the Present, Oxford University Press, 2008
19. Lang M, Nilsson D. Animal eyes, Oxford University Press, 2002
20. Levin LA, Nilsson, James ver Hoeve J, Wu S, Kaufman PL, Alm A. Adler's Physiology of the Eye, 11th Edition, Elsevier, 2011
21. Meyer-Arendt JR. Introduction to Classical and Modern Optics, Prentice-Hall, 1972
22. Morgan J. Introduction to Geometrical and Physical Optics, McGraw-Hill, 1953
23. Mouroulis P, McDonald J. Geometrical Optics and Optical Design, Oxford University Press, 1997
24. Pitts GD, Kleinstein NR. Environmental vision, Interactions of the Eye, Vision and the Environment, Butterworth-Heinemann, 1993.
25. Riggs LA, Light as a Stimulus for Vision. Chapter 1. In: Graham, CH (ed), Vision and Visual Perception. Wiley, 1965

26. Schwiegerling J, Field Guide to Visual and Ophthalmic Optics, SPIE Press, 2004
27. Shevell S, The Science of Color, Optical Society of America, 2003
28. Smith G. Atchison DA. The eye and visual optical instruments, Cambridge University Press, 1997
29. Smith WJ, Modern optical engineering, SPIE Press, Mc Graw Hill, 2000
30. Spalton JH, Hitchings A, Hunter AP. Ophthalmology 2nd edition, Wolfe, 1994.
31. Vaughan D, Asbury T. General Ophthalmology, LANGE Medical Publications, 18th edition, 2011

Διαδικτυακές πηγές

1. [users.rcn.com / jkimball.ma.ultranet / BiologyPages / V / Vision.html](http://users.rcn.com/~jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/V/Vision.html)
2. [www.opt.uh.edu / research / aroorda / ao_res.htm](http://www.opt.uh.edu/research/aroorda/ao_res.htm)
3. [library.thinkquest.org / C003776 / ingles / print / eye_problems.htm](http://library.thinkquest.org/C003776/ingles/print/eye_problems.htm)
4. [www.cquest.utoronto.ca / psych / psy280f / ch2 / optics.html](http://www.cquest.utoronto.ca/psych/psy280f/ch2/optics.html)
5. [www.ncbi.nlm.nih.gov / ehretz / query.fcgi](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ehretz/query.fcgi)
6. [www.Mattmemahon.com / ao.html](http://www.Mattmemahon.com/ao.html)
7. [www.metas.ch / en / labours / 7 / 73einh.html](http://www.metas.ch/en/labours/7/73einh.html)
8. [people.hofstra.edu / faculty / sina_y_rabbany / eng981 / optics.html](http://people.hofstra.edu/faculty/sina_y_rabbany/eng981/optics.html)
9. [thierry.bandart.waika9.com / unifocal / doc / eye.htm](http://thierry.bandart.waika9.com/unifocal/doc/eye.htm)
10. [www.dur.ac.uk / r.g.bower / optics.html](http://www.dur.ac.uk/r.g.bower/optics.html)
11. [www.dbugman.com / optics.html](http://www.dbugman.com/optics.html)
12. computer.howstuffworks.com/fiber-optic.htm
13. www.cornealdystrophyfoundation.org/
14. <http://www.scottmcd.net/artanalysis/?p=1131>
15. <http://pabloartal.blogspot.gr/>
16. <http://webvision.med.utah.edu/>

Πρόλογος	ix
Εισαγωγή	xi
1. Τύποι Οφθαλμών	
1.1. Εξέλιξη του οφθαλμού στη φύση	1
1.1.1 Από το πιο Απλό στο πιο Σύνθετο	1
1.1.2 Η Εξελικτική Πορεία	3
1.1.3 Η Αναγκαιότητα του Διαφράγματος	4
1.2 Τι θεωρείται 'καλός' οφθαλμός;	6
1.3. Παρουσίαση διαφόρων οφθαλμών	11
2. Όραση στον Ανθρώπινο Οφθαλμό	
2.1. Ιστορική Εξέλιξη των Γνώσεών μας για την Όραση	17
2.2. Η Όραση, Όπως τη Γνωρίζουμε Σήμερα	18
2.2.1 Κάτι Περισσότερο από Οπτική	20
2.2.2.1 Ανάπτυξη της Όρασης με την Ηλικία	24
2.2.2 Η Συνεργασία των Οφθαλμών	24
2.3. Ο Βασικός Μηχανισμός της Όρασης	28
2.3.1 Οφθαλμός και Φωτογραφική Μηχανή	28
3. Οπτική του Ανθρώπινου Οφθαλμού	
3.1. Διάθλαση στον Οφθαλμό	35
3.1.1 Θεμελιώδη Σημεία	36
3.1.2 Κερατοειδής Χιτώνας	39
3.1.2.1 Ασφαιρικότητα Κερατοειδή	43
3.1.2.2 Τορικότητα Κερατοειδή	45
3.1.3 Κρυσταλλοειδής Φακός	47
3.1.4 Τιμές Δείκτη Διάθλασης στον Οφθαλμό	49
3.1.5 Προσαρμογή Κρυσταλλοειδή Φακού	52
3.1.6 Η Οπτική του Προσθίου Θαλάμου	56
3.1.7 Οπτική Ισχύς Οφθαλμού	57
3.2. Διαφράγματα και Άξονες του Οφθαλμού	59
3.2.1 Ίριδα και Κόρη	59
3.2.1.1 Μεταβολές Κορικής Διαμέτρου	60
3.2.2 Άξονες και Σημεία Αναφοράς του Οφθαλμού	64
3.2.3 Γωνίες στον Οφθαλμό	67
3.3. Σχηματικοί Οφθαλμοί	72
3.3.1 Ελαχιστοποιημένο Σχηματικό Μοντέλο	73
3.3.2 Σχηματικός Οφθαλμός του Gullstrand	74
3.4. Διαδρομή Φωτός στον Οφθαλμό	76
3.4.1 Απώλειες από Ανάκλαση	77
3.4.2 Απώλειες από Απορρόφηση	78
3.4.3 Σκέδαση	81
3.4.3.1 Μέτρηση Διάχυτου Φωτός στον Οφθαλμό	83
3.4.3.2 Αντικειμενική Μέθοδος Εκτίμησης Σκέδασης	85
3.5. Οπτική Οξύτητα	88

3.5.1 Διακριτική Ικανότητα Οφθαλμού	88
3.5.2 Περίθλαση και το Όρια Όρασης	92
3.5.3 Πίνακες Οπτικής Οξύτητας	94
3.5.3.1 Κλάσματα Snellen, Δεκαδική Οπτική Οξύτητα, και logMAR	98

4. Οπτική του Αμφιβληστροειδή

4.1. Το Φίλμ του Οφθαλμού	103
4.1.1 Το Καμπύλο Σχήμα του Αμφιβληστροειδή	103
4.1.2 Χαρακτηριστικά Αμφιβληστροειδικού Ειδώλου	106
4.1.3 Γωνία και Πεδίο Όρασης	108
4.2. Φωτούποδοχείς	110
4.2.1 Η Στρωματωμένη Διάταξη	110
4.2.2 Κωνία και Ραβδία	111
4.2.3 Συνδεσμολογία Φωτούποδοχέων	115
4.3. Λειτουργία Φωτονικής Αίσθησης	119
4.3.1 Φασματική Ευαισθησία Οφθαλμού	120
4.3.2 Ευαισθησία στη Φωτεινότητα	121
4.3.3 Ευαισθησία στον Χώρο	126
4.4. Οπτική Φωτούποδοχέων	128
4.4.1 Οπτικές Ίνες	128
4.4.1.1 Φαινόμενο Stiles-Crawford	129
4.4.2 Ψηφιακό Σήμα και Ανάλυση	132
4.4.3 Δειγματοληψία και Ψηφιακή Όραση	134

5. Αμετρωπίες Χαμηλής Τάξης

5.1. Περιορισμοί στο Είδωλο	141
5.1.1 Αποστάσεις Ευκρινούς Όρασης	142
5.1.2 Βάθος Πεδίου	143
5.2. Εμμετρωπία	145
5.2.1 Αξονικό Μήκος και Εστιακή Απόσταση	145
5.2.2 Αμετρωπία ≠ Εμμετρωπία	146
5.2.2.1 Σφάλμα Χρωματικής Εκτροπής στον Οφθαλμό	147
5.2.2.2 Μονοχρωματικά Σφάλματα	147
5.3. Αφεστίαση	148
5.3.1 Μυωπία	148
5.3.2 Υπερμετρωπία	152
5.3.2.1 Επίδραση Αφεστίωσης στην Οπτική Οξύτητα	156
5.3.3 Αμετρωπία και Θεμελιώδη Σημεία	157
5.4. Αστιγματισμός	158
5.4.1 Κύριοι Μεσημβρινοί	158
5.4.2 Είδη Αστιγματισμού	161
5.4.3 Μέγεθος και Άξονας Αστιγματισμού	164
5.4.3.1 Πώς Αναφέρεται ο Αστιγματισμός;	165
5.4.4 Προέλευση Αστιγματισμού	166
5.4.4.1 Επίδραση Αστιγματισμού στην Οπτική Οξύτητα	169
5.5. Διόρθωση Αμετρωπιών	170
5.5.1 Διόρθωση Μυωπίας	170
5.5.2 Διόρθωση Υπερμετρωπίας	172
5.5.3 Οπτική των Διορθωτικών Φακών	173

5.5.3.1 Οπτική Ισχύς και Κλίση Δέσμης	173
5.5.3.2 Ενεργός Οπτική Ισχύς και Απόσταση Κορυφής	175
5.5.3.3 Κανόνας του Κnapr	180
5.5.3.4 Μεγέθυνση με Διορθωτικούς Φακούς	182
5.5.3.5 Φαινόμενο Μέγεθος Οφθαλμού και Πεδίο Όρασης	185
5.5.3.6 Πρισματικά Φαινόμενα	186
5.5.4 Διόρθωση Αστιγματισμού	191
5.5.5 Διόρθωση Όρασης με Διαθλαστική Χειρουργική	194
5.5.5.1 Τα Laser στη Διαθλαστική Διόρθωση	194
5.5.5.2 Οι Ενδοφακοί στη Διαθλαστική Διόρθωση	200
5.6. Κοντινή Όραση και Πρεσβυωπία	206
5.6.1 Τεχνικές Αντιμετώπισης Πρεσβυωπίας	207
5.6.1.1 Επεμβατικές Τεχνικές για την Πρεσβυωπία	209

6. Κυματικές Εκτροπές

6.1. Η Σύγχρονη Θεώρηση των Εκτροπών	213
6.1.1 Ταξινόμηση Σφαλμάτων	214
6.1.1.1 Σφαιρική Εκτροπή	217
6.1.1.2 Κόμη	217
6.1.1.3 Πλάγιος (ανώτερης τάξης) Αστιγματισμός	218
6.1.2 Σφάλματα στον Οφθαλμό – τα Εργαλεία Περιγραφής	219
6.1.2.1 Ιχνηλάτηση Ακτίνων και Διαγράμματα Σημείων	220
6.2. Γενικευμένη Συνάρτηση Κόρης	221
6.2.1 Μετασχηματισμός Γενικευμένης Συνάρτησης	221
6.2.1.1 Περίθλαση και Είδωλο	223
6.2.2 Συνάρτηση Ανάπτυξης Σημείου	224
6.2.2.1 Είδωλο από Συνέλιξη	226
6.2.3 Η Αντίθεση και η Μεταφορά της	227
6.2.3.1 Χωρικές Συχνότητες	228
6.2.3.2 Απεικόνιση της Αντίθεσης	229
6.2.4 Συνάρτηση Μεταφοράς Διαμόρφωσης	232
6.2.4.1 Είδωλο από Πολλαπλασιασμό	236
6.2.5 Σχέση Συναρτήσεων PSF και MTF	238
6.3. Τα Πολυώνυμα Zernike	241
6.3.1 Η Πυραμίδα των Πολυωνύμων	241
6.3.2 Συναρτήσεις των Πολυωνύμων	244
6.3.2.1 Χαμηλής Τάξης Πολυώνυμα	243
6.3.2.2 Υψηλής Τάξης Πολυώνυμα	246
6.3.3 Ιδιότητες Πολυωνύμων Zernike	251
6.4. Κυματικές Εκτροπές – Επίδραση στην Όραση	255
6.4.1 Επίδραση Κορικής Διαμέτρου στις Εκτροπές	258
6.4.2 Επίδραση Σφαλμάτων Χαμηλής Τάξης	262
6.4.2.1 Επίδραση Αφεστίασης	262
6.4.2.2 Επίδραση Αστιγματισμού	262
6.4.3 Επίδραση Σφαλμάτων Υψηλής Τάξης	264
6.4.3.1 Επίδραση Σφαιρικού Σφάλματος	264
6.4.3.2 Επίδραση Κόμης	265
6.5. Μέτρηση Εκτροπών – Εκτροπομετρία	269

6.5.1	Ιστορική Εξέλιξη Εκτροπομετρίας	269
6.5.2	Αρχή Λειτουργίας Εκτροπομετρίας	274
6.5.2.1	Εκτροπομετρία Hartmann-Shack	274
6.5.2.2	Εκτροπομετρία Tscherning	277
6.5.3	Η Εκτροπομετρία στην Πράξη	278
6.5.3.1	Απεικόνιση στην Εκτροπομετρία	279
6.5.3.2	Συντελεστές Zernike και Οφθαλμικές Εκτροπές	282
6.6.	Ευαισθησία Αντίθεσης	285
7.	Έγχρωμη Όραση	
7.1.	Τύποι κωνίων	293
7.2.	Θεωρία χρωματικής ανταγωνιστικότητας	298
7.2.1	Μονοχρωματική Όραση	298
7.2.2	Διχρωματική Όραση	299
7.2.3	Τριχρωματική Όραση	300
7.3.	Αχρωματοψία	304
8.	Θεωρία Χρωμάτων	
8.1.	Χρώμα	307
8.1.1	Ανάλυση και Σύνθεση Χρωμάτων	309
8.2.	Χρωματομετρικοί Όροι	313
8.3.	Σύνθεση Χρωμάτων	315
8.3.1	Σύνθεση Χρωμάτων με Πρόσθεση και Αφαίρεση	315
8.3.2	Τριχρωματικοί Συντελεστές και Χρωματικό Διάγραμμα	317
8.4.	Πρότυποι Φωτισμοί	323
8.4.1	Ομοιόμορφοι Χρωματικοί Χώροι	323
9.	Στοιχεία Ανατομίας του Ανθρώπινου Οφθαλμού	
9.1.	Η Εξωτερική Όψη του Οφθαλμού	327
9.1.1	Οι Οφθαλμοκινητικοί Μυς	327
9.1.2	Βλέφαρα και Δάκρυα	329
9.2.	Οι Χιτώνες του Οφθαλμού	335
9.2.1	Ινώδης Χιτώνας	335
9.2.2	Κερατοειδής Χιτώνας	336
9.2.3	Αγγειώδης Χιτώνας	346
9.2.3.1	Χοριοειδής Χιτώνας	346
9.2.4	Ίριδα	347
9.2.4.1	Πρόσθιος και Οπίσθιος Θάλαμος	352
9.2.4.2	Υδατοειδής Υγρό	352
9.2.5	Κρυσταλλοειδής Φακός	355
9.2.5.1	Πρεσβυωπία	357
9.2.5.2	Καταρράκτης	357
9.2.6	Υαλώδες Σώμα	361
9.2.7	Αμφιβληστροειδής Χιτώνας	362
9.3.	Η Κίνηση των Οφθαλμών	369
10.	Βιομετρία του Ανθρώπινου Οφθαλμού	
10.1.	Μετρώντας τα Μεγέθη του Οφθαλμού	373
10.1.1	Τεχνικές Μέτρησης Διαστάσεων στο Μάτι	373
10.1.2	Υπέρηχοι στη Βιομετρία του Οφθαλμού	375

10.1.2.1 Βιομετρία με Υπερήχους	375
10.1.2.2 Η Συσκευή Απεικόνισης Artemis	376
10.1.2.3 Βιομετρία με Οπτική Συμβολομετρία	377
10.2. Διαστάσεις Οφθαλμού	379
10.2.1 Αξονικό Μήκος	375
10.2.2 Βάθος Προσθίου Θαλάμου	381
10.2.3 Διάμετρος Κόρης	383
10.3. Μετρήσεις του Κερατοειδή	384
10.3.1 Σημασία Πάχους του Κερατοειδή	385
10.3.2 Τεχνικές Παχυμετρίας και Απεικόνισης Κερατοειδή	387
10.3.2.1 Τεχνολογία Scheimpflug	389
10.3.2.2 Τεχνολογία OCT	392
10.3.3 Πάχος Επιθηλίου	394
10.3.4 Καμπυλότητα Κερατοειδή	398
10.3.5 Αρχή Λειτουργίας Κερατομετρίας	399
10.3.5.1 Κερατόμετρο	400
10.3.6 Τοπογραφία Κερατοειδή	404
10.3.6.1 Σύγχρονη Τοπογραφία	406
10.3.6.2 Τοπογραφικοί Χάρτες	409
10.3.6.3 Απεικόνιση Πρόσθιας και Οπίσθιας Κερατοειδικής Επιφάνειας	417
10.3.6.4 Περιορισμοί Τοπογραφίας Placido	421
10.3.6.5 Εναλλακτική Τοπογραφία Προβολής Πλέγματος Σημείων	424

Ευρετήριο Όρων	427
-----------------------	-----

Foreword

One of the challenges in writing a textbook on ophthalmic optics is how to cover the large and can complex area involving vision. There are core information relating to biological science, physical science and clinical science. This textbook has met this challenge and beautifully integrates these three very complex areas to produce a textbook that is useful for the novice and for the expert in specific fields of vision science. When writing such a textbook the authors often find it hard to avoid including their own areas of expertise and integrating this within the text often leads to readers being outside their comfort zone. This is a good thing as it challenges the reader to expand their knowledge and continue the learning process.

The text begins with basic optics and vision principles and like all good texts, goes through some historical perspectives to remind us of the adage that 'in order to know where you are going, one needs to be aware of the past'. Basic optics is integrated with imaging technology which is becoming the standard of care in ophthalmic practice. The textbook continues to review basic anatomy and visual function and begins to integrate geometric and physical optics. As the book continues, the integration of clinical information becomes a strength and is one of the many unique features of the textbook. The reader may wish to peruse the quite useful anatomical information and colour vision text in the latter part of the text before they head into the optics of the eye. The text finishes with recent biometric measurements which have become indispensable clinical information for modern ophthalmic practice.

Panos Drakopoulos and George Asimellis have written a text as though they are students and provide a well illustrated, comprehensive and highly readable textbook. I congratulate them for their achievement and have no reservations in recommending this textbook to all those with an interest in vision science.

Professor Michael Kalloniatis [BSc(Optom), MSc(Optom), PhD]

Director, Centre for Eye Health

Professor of Optometry and Vision Science

University of New South Wales, Sydney 2052, Australia

Darwin ch. 6 *Origin of Species* quote

"To suppose that the eye with all its inimitable contrivances for adjusting the focus to different distances, for admitting different amounts of light, and for the correction of spherical and chromatic aberration, could have been formed by natural selection, seems, I freely confess, absurd in the highest degree.

Yet reason tells me, that if numerous gradations from a perfect and complex eye to one very imperfect and simple, each grade being useful to its possessor, can be shown to exist; if further, the eye does vary ever so slightly, and the variations be inherited (); and if any variation or modification in the organ be ever useful to an animal under changing conditions of life, then the difficulty of believing that a perfect and complex eye could be formed by natural selection, though insuperable by our imagination, can hardly be considered real".

"Το να υποθέσει κανείς ότι το μάτι, με όλες τις μοναδικές του ιδιότητες για ρύθμιση της εστίασης σε διάφορες αποστάσεις, για διέλευση διαφορετικών ποσοτήτων φωτός και για διόρθωση σφαιρικών και χρωματικών εκτροπών, θα μπορούσε να έχει δημιουργηθεί μέσω της φυσικής επιλογής μοιάζει, ομολογώ, παράλογο στον υπέρτατο βαθμό...

...ωστόσο, η λογική μου λέει ότι αν πολυάριθμες διαβαθμίσεις από το τέλειο και περίπλοκο μάτι ως ένα πολύ ατελές και απλό, με κάθε διαβάθμιση να είναι χρήσιμη στον κάτοχό της, μπορούσε ναδειχθεί ότι υπάρχουν, κι αν ακόμα τα μάτια διαφέρουν τόσο λίγο, και ότι οι ποικιλίες μπορούν να κληρονομηθούν..."

Charles Darwin, 'Η προέλευση των ειδών', 'Όργανα εξαιρετικής τελειότητας και περιπλοκότητας'

Ο Darwin είχε πλήρη επίγνωση των δυσκολιών που θα αντιμετώπιζε προκειμένου να πείσει τους συγχρόνους του για την ορθότητα της θεωρίας του, που ήθελε όλους τους οργανισμούς να έχουν εξελιχθεί από έναν κοινό πρόγονο.

Συγκεκριμένα, για αυτό το υπέρτατο όργανο της αίσθησης της όρασης, τον οφθαλμό, ο ίδιος ο Δαρβίνος καταγράφει κάποιες από τις τότε γνωστές διαβαθμίσεις, αλλά δεν διαθέτει τις γνώσεις που διαθέτουμε σήμερα, ούτε βεβαίως τις τεχνικές που θα του επέτρεπαν να μελετήσει τις απλούστερες διαβαθμίσεις ματιών που ήταν γνωστές στην εποχή του. Έτσι, η αναζήτηση των διαβαθμίσεων στην περιπλοκότητα των ματιών έμελλε να πέσει στις πλάτες των επιγόνων του. Σήμερα γνωρίζουμε πια πάρα πολλά είδη ματιών (παραδείγματος χάρη, τα σύνθετα μάτια των εντόμων, τα οποία αποτελούνται από πλήθος ομματοδίων), αλλά αυτά που δείχνουν καθαρά την εξελικτική



πορεία του ματιού είναι τα εντελώς πρωτόγονα μάτια. Τόσο πρωτόγονα, ώστε με δυσκολία να πληρούν τις προϋποθέσεις για τον όρο ‘μάτια’, τουλάχιστο όπως εμείς τον αντιλαμβανόμαστε: ως όργανα μέσω των οποίων οι εικόνες του εξωτερικού μας περιβάλλοντος ερμηνεύονται από εγκέφαλο.

Το βιβλίο αυτό αποσκοπεί στο να παρουσιάσει σε βάθος όλους τους μηχανισμούς που σχετίζονται με αυτή την αλληλεπίδραση του φωτός με το αισθητήριο όργανο της όρασης. Η πλευρά της οπτικής κατέχει κυρίαρχο ρόλο. Ο μηχανισμός με τον οποίο γίνεται η ερμηνεία του οπτικού σήματος από τον εγκέφαλο δεν αποτελεί αντικείμενο αυτού του βιβλίου. Σε αρκετά σημεία, το αναγκαίο θεωρητικό υπόβαθρο για την κατανόηση των λεπτομερειών και των κανόνων της οπτικής που ίσως κάποιος αναγνώστης θελήσει να αναζητήσει, παρέχεται από τα δύο βιβλία που προηγούνται στη σειρά ‘Εφαρμοσμένη Οπτική’, δηλαδή τα βιβλία ‘Γεωμετρική Οπτική’ και ‘Οπτικά Όργανα Απεικόνισης’.

Πιστεύουμε ότι το βιβλίο αυτό θα αποτελέσει ένα πολύτιμο οδηγό για τον επιστήμονα της Όρασης, είτε ερευνητικό είτε κλινικό.

Ιούνιος 2013

Πάνος Δρακόπουλος

Γιώργος Ασημέλλης