

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Π.Μ.Σ: ΒΑΣΙΚΗ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΝΩΣΙΑΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Διπλωματική Εργασία
«Διοφθάλμιος Ανταγωνισμός»

Δάφνη Ρουμάνη
07Μ17

Αθήνα, 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η συγγραφή μιας εργασίας κάθε άλλο παρά ατομική δουλειά είναι και θα ήταν αδύνατο να μην ευχαριστήσω όλους εκείνους τους ανθρώπους που με βοήθησαν να ολοκληρώσω αυτή εδώ την δουλειά. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Βασίλη τον Πελεκάνο, υποψήφιο διδάκτορα στο τμήμα ΜΙΘΕ, για την πολύτιμη βοήθεια του σε όλες τις φάσεις υλοποίησης της πειραματικής δουλειάς. Ευχαριστώ, επίσης, την αδερφή μου Ιωάννα Ρουμάνη, γραφίστρια, που σχεδίασε και ζανασχεδίασε τα ερεθίσματα που χρησιμοποιήσαμε. Την ευχαριστώ για το χρόνο που μου διέθεσε, την υπομονή της και γενικότερα όλη την συμπαράστασή της μέχρι τώρα.. Ευχαριστώ ακόμα, τον Σταμάτη το Λευκιμιάτη, για το χρόνο του και το πρόγραμμα που υλοποίησε, βοηθώντας μας να ξεπεράσουμε βασικά ζητήματα στην επεξεργασία των πειραματικών μας δεδομένων. Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα παιδιά, φίλους και συμφοιτητές, για τις ώρες και την υπομονή που διέθεσαν αποτελώντας τους συμμετέχοντες στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής. Ιδιαίτερα ευχαριστώ το Δημήτρη και την Ελίζα, για τις συζητήσεις, την ενθάρρυνση, την ηθική και πρακτική υποστήριξη.

Χωρίς βέβαια τους δύο επιβλέποντές μου η πραγματοποίηση της εργασίας δεν θα ήταν δυνατή. Έτσι, θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Αργυρώ τη Βατάκη, για όλη την βοήθεια της τον τελευταίο χρόνο που είχα την χαρά να έρθω σε επαφή μαζί της στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος. Την ευχαριστώ για τη βοήθεια της στο να βρούμε τον απαραίτητο εξοπλισμό, τις παρατηρήσεις, τις συμβουλές και πάνω από όλα για το γεγονός ότι ήταν πάντοτε διαθέσιμη και πρόθυμη να βοηθήσει όποτε και αν της το ζήτησα.

Τέλος, αλλά πρώτον από όλους, θέλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Κωνσταντίνο Μουτούση, για μια πολύ εποικοδομητική συνεργασία καθόλη την διάρκεια φοίτησής μου στο μεταπτυχιακό. Μου έδωσε το κίνητρο και την ευκαιρία να ασχοληθώ με το θέμα και ήταν ουσιαστικά παρών σε όλα τα στάδια της έρευνάς μου. Τον ευχαριστώ για τους ατέλειωτους καφέδες, τις συζητήσεις, τα σχόλια, την ανταλλαγή ιδεών, την προθυμία, τη θετική του ενέργεια, το χρόνο του και για όλη την καθοδήγηση τόσο εντός όσο και εκτός του εργαστηρίου.

Φυσικά δεν θα είχα φτάσει έως εδώ χωρίς υποστήριξη της οικογένειάς μου, και ιδιαίτερα της μητέρας μου, που με στηρίζει πάντοτε σε κάθε μου βήμα. Αφιερώνω αυτή την εργασία στην μνήμη του πατέρα μου.

Περιεχόμενα

ΜΕΡΟΣ Ι: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1. Εισαγωγή	4
2. Μια Ιστορική Ανάγνωση της Μελέτης του Διοφθάλμιου Ανταγωνισμού.....	6
3. Σύγχρονη Φάση Έρευνας: Ψυχοφυσικές Μελέτες	
3.1 Τι συμβαίνει κατά την καταστολή	13
3.2. Το Μοντέλο Αμφίδρομης Αναστολής: Ανταγωνισμός Ματιών (Eye Rivalry).....	16
3.2.1 Δεδομένα κατά του οφθαλμικού ανταγωνισμού.....	21
3.3 Ο ανταγωνισμός ως Ανταγωνισμός Ερεθισμάτων (stimulus Rivalry).....	24
4. Η Νευρωνική Βάση του Ανταγωνισμού	
4.1 Ηλεκτροφυσιολογία.....	32
4.2 Προκλητά οπτικά δυναμικά (Visually Evoked Potential- VEP).....	34
4.3 Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (Functional Magnetic Resonance Imaging - fMRI).....	35
4.4 Τι συμβαίνει τελικά;	39
5. Επίλογος	41
ΜΕΡΟΣ ΙΙ: Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΈΡΕΥΝΑ	
1. Εισαγωγή	44
2. Μέθοδος	
2.1 Συμμετέχοντες.....	51
2.2. Υλικό.....	51
2.3. Ερεθίσματα.....	51
2.4 Πρωτόκολλο – Συνθήκες	53
3. Αποτελέσματα	
3.1 Συνθήκη 1 ^η : Διοφθάλμιος Ανταγωνισμός χωρίς προσαρμογή.....	55
3.2. Συνθήκη Ίδιας Προσαρμογής.....	56
3.3 Συνθήκη κατηγορικής προσαρμογής	57
3.4. Συνθήκη Γλωσσικής Προσαρμογής.....	58
4. Συμπεράσματα – Συζήτηση	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65

ΜΕΡΟΣ Ι: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

ΔΙΟΦΘΑΛΜΙΟΣ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ:

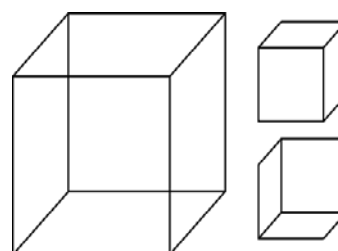
Ανταγωνιζόμενες απόψεις για ένα ξεχωριστό οπτικό φαινόμενο

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

*Πιότερο επιθυμώ να δω παρά να πω...
(Κ. Καβάφης)*

Υπάρχουμε και κινούμαστε σε ένα περιβάλλον το οποίο πρέπει ανά πάσα χρονική στιγμή να ερμηνεύσουμε προκειμένου η αλληλεπίδρασή μας με αυτό να είναι αποτελεσματική. Ο ρόλος της όρασης και της οπτικής αντίληψης σε αυτή την αλληλεπίδραση είναι καθοριστικός. Το οπτικό σύστημα είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο και καλά οργανωμένο σύστημα του ανθρώπινου εγκεφάλου που επιφορτίζεται με το έργο της αποκωδικοποίησης των εισερχόμενων από το περιβάλλον πληροφοριών προκειμένου να νοηματοδοτηθεί η οπτική σκηνή στην οποία δρούμε. Για να το κάνει αυτό επιστρατεύει ένα πλήθος οπτικών περιοχών, κάθε μία από τις οποίες επεξεργάζεται επιλεκτικά διάφορα χαρακτηριστικά της όπως το χρώμα, η κίνηση, ο προσανατολισμός ή ακόμα και πιο πολύπλοκες μορφές όπως είναι τα πρόσωπα. «Συνήθως βλέπουμε χωρίς ασάφειες επειδή ο εγκέφαλος συνδυάζει τις πληροφορίες από τα διακριτά χαρακτηριστικά της οπτικής εικόνας και διατυπώνει την πιο ευλογοφανή ερμηνεία» (F. Crick, 1997). Και μάλιστα, παρά το γεγονός ότι οι πληροφορίες αυτές προέρχονται και από τα δύο μάτια, και επομένως είναι αναπόφευκτα διαφορετικές (εφόσον τα μάτια 'βλέπουν' τον κόσμο από δύο ελαφρώς διαφορετικές γωνίες), η ερμηνεία που προκύπτει είναι μία και μοναδική. Έτσι, έχουμε *μια* μόνο εικόνα για τον κόσμο εφόσον ο εγκέφαλος καταφέρνει να συγχωνεύσει τις μονοφθάλμιες αυτές πληροφορίες σε ένα μοναδικό και συνεκτικό διοφθάλμιο αντίλημμα, αξιοποιώντας μάλιστα αυτή την ανομοιότητα για να δημιουργήσει την αντίληψη του βάθους. Η στερεοσκοπική αντίληψη προκύπτει από αυτήν την διαφορά ανάμεσα στα δισδιάστατα αμφιβληστροειδικά είδωλα που σχηματίζονται και είναι υπεύθυνη για την δική μας τρισδιάστατη αντίληψη των πραγμάτων (Wheatstone 1838).

Τι συμβαίνει όμως όταν η ερμηνεία που προκύπτει δεν είναι μία και μοναδική; Υπάρχουν περιπτώσεις που αυτή η προσπάθεια για απαρτίωση και συγχώνευση των πληροφοριών από τα δύο μάτια αποτυγχάνει και η 'μοναδική διοφθάλμια όραση' (binocular single vision), όπως την ονόμασε ο Wolfe (1986), χάνεται. Ο εγκέφαλος αδυνατεί να υπερκεράσει τις όποιες ασάφειες και να διατυπώσει μια και μόνη σταθερή *ευλογοφανή* ερμηνεία. Ένα τέτοιο παράδειγμα *πολυσταθούς* αντιληπτικού φαινομένου είναι ο κύβος του Necker¹, που ανήκει στην ευρύτερη κατηγορία των αμφισημών εικόνων (βλ. Leopold & Logothetis, 1999).



Κύβος του Necker

Όσο εστιάζουμε στην εικόνα αυτή ο εγκέφαλός μας αμφιταλαντεύεται ανάμεσα σε δύο αντιλήψεις (αυτές που παρουσιάζονται στο πλάι). Οι οπτικές αυτές αμφισημίες προκύπτουν επειδή απουσιάζει η διάσταση του βάθους από αυτό το (δισδιάστατο) σχέδιο και αυτή η απώλεια δημιουργεί αβεβαιότητα στην αντίληψη που με την σειρά της καταλήγει στις εναλλασσόμενες ερμηνείες του βάθους (Wade, 2005) ενώ σε νευροφυσιολογικό επίπεδο θεωρείται ότι μαρτυρά την ανταγωνιστική συνδεσμολογία του οπτικού συστήματος (Leopold & Logothetis, 1999).

Ένα ακόμη πιο εντυπωσιακό παράδειγμα αδυναμίας επίλυσης αμφισημίας είναι ο **διοφθάλμιος ανταγωνισμός**. Στην περίπτωση του διοφθάλμιου ανταγωνισμού «ο εγκέφαλος παρά τις εκπληκτικές του δυνάμεις, συμπεριφέρεται σαν ένας μπερδεμένος έφηβος» (Blake, 2001) και μοιάζει ανίκανος να πάρει μια οριστική απόφαση. Πρόκειται για το φαινόμενο εκείνο της οπτικής αντίληψης κατά την διάρκεια του οποίου η αντίληψη εναλλάσσεται ανάμεσα σε δύο διαφορετικές εικόνες. Προκύπτει από την ταυτόχρονη παρουσίαση δύο επαρκώς διαφορετικών ερεθισμάτων και στα δύο μάτια, ένα σε κάθε μάτι, σε αντίστοιχες περιοχές του αμφιβληστροειδούς (corresponding retinal locations). Ο συγχρονισμός ως προς την παρουσίαση, αλλά ο ανεξάρτητος χαρακτήρας της διχοπτικής, όπως ονομάζεται, διέγερσης, δίνει στον εγκέφαλο την εντύπωση ότι δύο διαφορετικά αντικείμενα καταλαμβάνουν την ίδια θέση στο χώρο (Blake 1989). Το δίλημμα είναι προφανές και ο εγκέφαλος μοιάζει να μην έχει μια οριστική απάντηση. Το αποτέλεσμα είναι η αντίληψή μας να χαρακτηρίζεται από διαδοχικές φάσεις *κυριαρχίας* (*dominance*) του

¹ Σύμφωνα με τον Wade κανονικά θα έπρεπε να ονομάζεται κύβος του Wheatstone καθώς αυτός πρώτος τον ανακάλυψε και τον περιέγραψε συστηματικά στο διάσημο μονόγραφο του σχετικά με την στερεοσκοπική αντίληψη, για τον οποίο θα γίνει λόγος και παρακάτω (Wade, 2005). Ο ίδιος ο Wheatstone, απαντά στον Necker σε αυτό το άρθρο (Wheatstone, 1838)

ενός ερεθίσματος και καταστολής (*suppression*) του άλλου. Όταν το ένα ερέθισμα είναι ορατό το άλλο απλά γίνεται αόρατο, παρά το γεγονός ότι εξακολουθεί να υπάρχει. Και είναι αυτή η αποσύνδεση (*dissociation*), φυσικής διέγερσης και αντίληψης, που κάνει τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό ένα τόσο εντυπωσιακό φαινόμενο. Χωρίς κανέναν απολύτως χειρισμό από την μεριά του ερευνητή, χωρίς καμία ελεγχόμενη εξωτερική απομάκρυνση του ερεθίσματος, το ίδιο το οπτικό σύστημα απομακρύνει το ένα από τα δύο ερεθίσματα, προσωρινά μόνο, από την οπτική επίγνωση για να το επαναφέρει λίγο αργότερα. Και ένα από τα πιο ενδιαφέροντα ερωτήματα που προκύπτουν είναι τι θα κάνει η νευρωνική δραστηριότητα διαφορετικών οπτικών περιοχών υπό τις συνθήκες αυτής της δισταθούς (*bistable*), εν προκειμένω, αντίληψης. Θα ακολουθήσει τις αντιληπτικές εναλλαγές ή θα παραμείνει ανεπηρέαστη εφόσον η φυσική διέγερση παραμένει ίδια (Leopold and Logothetis, 1999); Θα μπορούσε να μας πει αυτό κάτι για τα νευρωνικά συστήματα της οπτικής επίγνωσης; Πως όμως φτάσαμε στην διατύπωση αυτού του ερωτήματος και γιατί έχει νόημα να προσπαθεί κανείς να μελετήσει σήμερα τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό;

2. ΜΙΑ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΟΥ ΔΙΟΦΘΑΛΜΙΟΥ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ

Συχνά ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός έχει απορριφθεί από αρκετούς επιστήμονες ως ένα «τεχνητό εργαστηριακό φαινόμενο» (βλ. Clifford, 2006 Fox, 2005) και η αλήθεια είναι ότι δεν ερχόμαστε συχνά αντιμέτωποι στην καθημερινή μας ζωή με συνθήκες διχοπτικής διέγερσης. Μια τέτοια όμως θέση θα ήταν αφοριστική και ανάξια της πορείας μελέτης του φαινομένου, η οποία μετρά περισσότερο από έναν αιώνα συστηματικής διερεύνησης. Ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός άλλωστε συνδέεται άρρηκτα με πολύ βασικά ζητήματα που αφορούν τόσο τους μηχανισμούς της φυσιολογικής διοφθάλμιας όρασης (π.χ. στερεοσκοπική αντίληψη, Wheatstone, 1838) όσο και με πιο εκλεπτυσμένα ζητήματα που αφορούν την εμπλοκή ανώτερων γνωστικών διεργασιών στην αντίληψη (Fox, 2005 · Logothetis 1998). Ταυτόχρονα η ίδια η φύση του φαινομένου, διττή καθώς είναι, επιτρέπει την διερεύνηση της οπτικής αντίληψης σε πολλαπλά επίπεδα, τόσο σε επίπεδο συνειδητής όσο και ασυνειδητής επεξεργασίας (Lin & He, 2009).

Η πρώτη αναφορά στο φαινόμενο του διοφθάλμιου ανταγωνισμού γίνεται από τον Giambattista della Porta τον 16^ο αιώνα (Blake, 2005). Τοποθετώντας ένα

διάφραγμα στην μέση του βιβλίου, και ικανοποιώντας έτσι την βασική συνθήκη της διχοπτικής διέγερσης (απαραίτητη προϋπόθεση για την έκλυση του φαινομένου), βίωσε ανταγωνισμό ανάμεσα στις δυο σελίδες του βιβλίου. Ακολουθούν αναφορές από τον Theophile Desaguliers (17^{ος} αιώνας) και τον DuTour (19^{ος} αιώνας), ο οποίος μίλησε για ανταγωνισμό μεταξύ χρωμάτων και μορφής (Wade, 2005 · Wheatstone, 1838). Την πρώτη ωστόσο *συστηματική* περιγραφή του φαινομένου έκανε ο **Charles Wheatstone** το 1838 στην περίφημη μελέτη του σχετικά με την στερεοσκοπική όραση (βλ. Tong 2001). Η μελέτη του Wheatstone βέβαια είναι κυρίως διάσημη για την ανακάλυψη του **στερεοσκοπίου**², μιας οπτικής συσκευής που κατέστησε δυνατή και την επιστημονική μελέτη του ανταγωνισμού, καθώς είναι πια δυνατή η διχοπτική διέγερση των ματιών. Με αυτό τον τρόπο έστρεψε τον ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας στην μελέτη του διοφθάλμιου ανταγωνισμού και επέτρεψε την περαιτέρω διερεύνησή του. Χωρίς να είναι το βασικό αντικείμενο της μελέτης του, τον εντόπισε και περιέγραψε κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά του, όπως η τμηματική του εμφάνιση³ και η αδυναμία ελέγχου των αντιληπτικών εναλλαγών από την «δύναμη της θέλησης» (Wheatstone, 1838, σελ. 386). Έτσι εδραίωσε την στενή σχέση μελέτης του ανταγωνισμού με ευρύτερα θέματα όπως, η στερεοσκοπική όραση (π.χ. Ogle & Wakefield 1967 · Treisman 1962 · Wolfe 1986). Ταυτόχρονα, με την αναφορά του σχετικά με τον ρόλο της εκούσιας προσοχής, εγκαινίασε μια από τις σοβαρότερες διαμάχες στον χώρο του διοφθάλμιου ανταγωνισμού σχετικά με τους παράγοντες εκείνους που μπορούν (ή όχι) να επηρεάσουν την πορεία του ανταγωνισμού, με ότι αυτό συνεπάγεται για την ερμηνεία και τον νευρωνικό εντοπισμό του φαινομένου μεταγενέστερα. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι μερικά από τα πιο σημαντικά ονόματα όπως οι H. James, H. Von Helmholtz, C. Sherrington (βλ. Blake & Logothetis, 2002) λίγο αργότερα θα συμμετέχουν στον «διάλογο» υποστηρίζοντας, σε αντίθεση με τον Wheatstone, ότι ο ανταγωνισμός υπόκειται στον έλεγχο της προσοχής. Ο Helmholtz

² Λεπτομερής περιγραφή της δομής και της λειτουργίας του υπάρχει στο άρθρο του Wheatstone, σελ. 374-375, Charles Wheatstone, Contributions to the Physiology of Vision, -Part first. On some remarkable, and hitherto unobserved, Phenomena of Binocular Vision, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1838

³ Ο όρος αναφέρεται στο γεγονός ότι συχνά οι αντιληπτικές μεταβάσεις γίνονται σταδιακά, με έναν κυματοειδή τρόπο (wavelike). Εξαρτάται από το μέγεθος του ερεθίσματος (μεγάλα ερεθίσματα προκαλούν συνήθως τμηματικό ανταγωνισμό) κάνοντας τον Blake να μιλήσει για τοπικές ζώνες μετάδοσης του ανταγωνισμού (Blake 2001) ενώ αργότερα υπολογίστηκε και η ταχύτητα μετάδοσης των κυμάτων κυριαρχίας (Wilson, Lee, Blake 2001). Μάλιστα ο Fox (2005) θεωρεί ότι αυτή η μεταβατικότητα στις εναλλαγές διαφοροποιεί τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό από άλλα πολυσταθιά αντιληπτικά φαινόμενα, όπως οι αμφίσημες εικόνες, μιας και στην δεύτερη περίπτωση η αλλαγή της αντίληψης είναι τύπου on-off.

(όπως αναφέρεται σε Tong 2001), για παράδειγμα, πίστευε ότι οι εναλλαγές που παρατηρούνται κατά τον ανταγωνισμό προκύπτουν από τις διακυμάνσεις της οπτικής προσοχής. Εάν συμβαίνει κάτι τέτοιο έχουμε να κάνουμε με ένα ‘υψηλού’ επιπέδου φαινόμενο στο οποίο εμπλέκονται ανώτερες γνωστικές διεργασίες. Αν όχι, το φαινόμενο είναι πιο πρώιμο και υπόκειται σε άλλου είδους περιορισμούς, ‘χαμηλότερου επιπέδου’, που αφορούν το ερέθισμα, (πχ. ένταση, φωτεινότητα κτλ). Τα πράγματα βέβαια δεν είναι ούτε τόσο απλά ούτε τόσο ξεκάθαρα διαχωρισμένα. Αρκετά χρόνια μετά μια σειρά ερευνών θα αποδείξει ότι η έννοια της προσοχής είναι λιγότερο αφηρημένη από ότι αρχικά πιστευόταν και μπορεί να μεταφραστεί σε ποσοτικούς όρους. Οι Chong & Blake (2006) θα δείξουν ότι η προσοχή ισοδυναμεί με την αύξηση της αποτελεσματικής αντίθεσης του ερεθίσματος και με αυτό τον τρόπο ενισχύει την αρχική επικράτηση του προσεγμένου (attended) ερεθίσματος. Στην πιο σύγχρονη βιβλιογραφία ο όρος ‘εκούσια προσοχή’ συναντάται και ως ‘ενδογενής’ (Blake & Logothetis, 2002 · Chong & Blake 2006) και έρχεται σε αντιδιαστολή με την εξωγενή, η οποία προκύπτει ακούσια και σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά του ερεθίσματος (π.χ. εισαγωγή απότομης κίνησης στο οπτικό πεδίο που ακούσια αιχμαλωτίζει την προσοχή). Ο διττός διαχωρισμός της προσοχής είναι ιδιαίτερα κρίσιμος καθώς συνεπάγεται την διαφοροποιημένη επίδρασή των δύο ειδών της στις δύο καταστάσεις του ανταγωνισμού: υπάρχουν ενδείξεις ότι η ακούσια προσοχή επιδρά στην καταστολή επαναφέροντας το καταπιεσμένο ερέθισμα σε κυριαρχία, ενώ η εκούσια επηρεάζει την κυριαρχία αυξάνοντας την διάρκεια κατά την οποία το ερέθισμα είναι ορατό (Ooi & He, 1999). Μια τέτοια προσέγγιση συνηγορεί τόσο προς την ανεξαρτησία των δύο διαφορετικών καταστάσεων του ανταγωνισμού (καταστολή – κυριαρχία) όσο και προς και ένα πλαίσιο συμφιλίωσης αντιφατικών δεδομένων και ερμηνειών. Στις αρχές πάντως του 20^{ου} αιώνα και σχεδόν καθ’ όλη την διάρκειά του μια τέτοιου τύπου συμφιλιοτική (reconciling) θέση είναι ακόμη μακρινή. Από τότε πάντως ο διοφθαλμικός ανταγωνισμός αρχίζει και κερδίζει έδαφος στην μελέτη της οπτικής αντίληψης για να γίνει αργότερα ένα από τα πιο χρήσιμα μεθοδολογικά εργαλεία στην διερεύνηση της οπτικής συνείδησης (ενδεικτικά βλ. Μουτούσης & Λογοθέτης, 2009). Το δίλημμα πάντως σχετικά με την φύση του φαινομένου τίθεται εξ αρχής και θα εξακολουθήσει να επανέρχεται, με διαφορετικές βέβαια κάθε φορά διατυπώσεις.

Αξιοσημείωτη είναι η περίπτωση του **Breese**, ο οποίος μελετούσε τη σχέση φυσιολογικής και ψυχολογικής αναστολής⁴ (Blake, 2005). Μετά τον Wheatstone, ο Breese είναι ένας από τους πρώτους που μελέτησε πειραματικά και ενδεδειγμένα το φαινόμενο. Ασχολήθηκε συστηματικά με κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά του διοφθάλμιου ανταγωνισμού, μελέτησε τους παράγοντες που επιδρούν στην κυριαρχία ενός ερεθίσματος και ποσοτικοποίησε για πρώτη φορά την επίδρασή τους, διατυπώνοντας μια σειρά από παρατηρήσεις που επιβεβαιώθηκαν και αργότερα (Breese, 1909). Έτσι, για παράδειγμα, βρήκε ότι η αμφίπλευρη αύξηση της έντασης της φωτεινότητας επιδρά στον ρυθμό των εναλλαγών των δύο εικόνων και συνέδεσε ποσοτικά την αύξηση της έντασης ενός ερεθίσματος με την αύξηση στην συνολική του επικράτηση στο χρόνο⁵. Επεσήμανε ακόμη την υπεροχή της κίνησης κατά τον ανταγωνισμό, κάτι που αργότερα μελετήθηκε εκτεταμένα (βλ. ενδεικτικά Blake, Yu, Lokey, 1998) ενώ διερεύνησε και την επίδραση άλλων χαρακτηριστικών όπως είναι το μέγεθος, η ευκρίνεια ή η εκκεντρικότητα των ερεθισμάτων στον ρυθμό των αντιληπτικών εναλλαγών (Breese 1909). Είναι επίσης ο πρώτος που παρατήρησε και ονόμασε έτσι τον *μονοφθάλμιο ανταγωνισμό* (Blake, 2005) ένα φαινόμενο συγγενές του διοφθάλμιου ανταγωνισμού, η ύπαρξη του οποίου συνιστά για πολλούς ένδειξη ότι ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός δεν είναι αφορά αποκλειστικά τα μάτια, δεδομένου ότι συμβαίνει και σε μονοφθάλμιο επίπεδο (Blake, 2001). Σε ότι αφορά το ρόλο της προσοχής, θεώρησε ότι είναι σημαντικός και ότι μπορεί με εξάσκηση το υποκείμενο να ασκεί έναν έλεγχο στις εναλλαγές, κάτι που αργότερα επιβεβαίωσε και ο Helmholtz (Tong 2001). Ωστόσο επεσήμανε ότι ο έλεγχος είναι περιορισμένος, καθώς πάντοτε ένα ερέθισμα που είναι καταπιεσμένο θα επανέρχεται σε κυριαρχία όσο και αν προσπαθεί κανείς να μην το δει με την θέλησή του. Παράλληλα, συνέδεσε την προσοχή με τις οφθαλμικές κινήσεις – εκούσιες οφθαλμικές κινήσεις μπορούν να ενισχύσουν την συνολική επικράτηση του ερεθίσματος (Breese, 1899 όπως αναφέρεται σε Blake 2005)- γεγονός που επιβεβαιώθηκε και μετέπειτα (ενδεικτικά

⁴ Ένα παράδειγμα φυσιολογικής αναστολής όπως την ονόμαζε ο Breese είναι όταν εκούσια κάποιος προσπαθεί να 'ελέγξει' ένα μυϊκό αντανακλαστικό όπως η συστολή ενώ ένα παράδειγμα ψυχολογικής αναστολής είναι όταν για παράδειγμα μια καινούρια ιδέα μας κάνει να εγκαταλείψουμε μια άλλη. Ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός, τον οποίο θεωρούσε μια περίπτωση αναστολής μιας αίσθησης από μια άλλη (σ.σ. μάλλον υπό την έννοια της αντίληψης), αποτέλεσε ένα μέσο για να μελετήσει την σχέση αυτή, των δύο ειδών αναστολής (για περισσότερα βλ. Blake, 2005)

⁵ Με τον όρο συνολική επικράτηση αποδίδω το *predominance* που αναφέρεται ακριβώς σε αυτό, στο ποσοστό δηλ του συνολικού χρόνου κατά τον οποίο μένει κυρίαρχο ένα ερέθισμα vs. του όρου κυριαρχία (*dominance*) που αναφέρεται στην αντιληπτική κατάσταση κατά την οποία ένα ερέθισμα είναι ορατό (Levelt, 1965)

βλ. R. Rensik, 2002). Αυτό που ίσως πρέπει να κρατήσει κανείς από τη δουλειά του Breese είναι το ό,τι βρήκε ότι κάποια βασικά (χαμηλού επιπέδου) χαρακτηριστικά του ίδιου του ερεθίσματος είναι που καθορίζουν τελικά την αντιληπτική του επικράτηση, μαζί με τις 'ανώτερες' ή κεντρικές, όπως τις ονομάζει ο Walker (1978), διεργασίες, σε μια πολύ σημαντική ανασκόπηση της έως τότε έρευνας του φαινομένου. Ανεξάρτητα από αυτό, με τη δουλειά του Breese⁶ γίνεται σαφές ότι ο διορθώσιμος ανταγωνισμός συνιστά ένα αυτόνομο πια επιστημονικό θέμα προς διερεύνηση.

Παρά τη πολύ σημαντική συνεισφορά του Breese για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα, σχεδόν όλο το πρώτο μισό του εικοστού αιώνα, το ενδιαφέρον προς το φαινόμενο του ανταγωνισμού, με λίγες εξαιρέσεις (π.χ. Creed, 1935), ατροφεί εξαιτίας της ανόδου του συμπεριφορισμού (Blake, 2005). Οι περισσότερες έρευνες που δημοσιεύονται μέχρι αυτή τη φάση χρησιμοποιούν περισσότερο τον ανταγωνισμό ως μεθοδολογικό εργαλείο παρά ως αντικείμενο μελέτης. Παρόλα αυτά εντοπίστηκαν κάποιοι παράγοντες όπως είναι το πολιτισμικό υπόβαθρο (Bagby 1955), το συγκινησιακό περιεχόμενο (Engel 1956) αλλά και το γλωσσικό νόημα (Rommetveit, Toch, Svendsen 1968) που μπορούν να τροποποιήσουν τη πορεία του ανταγωνισμού. Ο Bagby (1955) για παράδειγμα έδειξε, με διχοπτική πάντα παρουσίαση, τυπικές οπτικές σκηνές της αμερικάνικης και μεξικάνικης κουλτούρας, σε Αμερικανούς και Μεξικανούς συμμετέχοντες, για να διαπιστώσει ότι η συνολική επικράτηση της οικείας -πολιτιστικά- εικόνας είναι σημαντικά μεγαλύτερη. Αν και υπάρχουν μεθοδολογικά ζητήματα σε αυτές τις έρευνες (Walker, 1978) ωστόσο δείχνουν προς μια σημαντική επίδραση ανώτερων γνωστικών διεργασιών στην αντιληπτική κυριαρχία. Έτσι οι απόψεις του Breese, του Helmholtz και άλλων σχετικά με την 'υψηλή' φύση του φαινομένου του ανταγωνισμού κυριάρχησαν σχεδόν μέχρι τη δεκαετία του 1960-1970 (Blake & Logothetis, 2002).

Αυτό δεν σημαίνει βεβαίως ότι δεν υπήρξαν μελέτες που έδειχναν προς την αντίθετη κατεύθυνση. Ο 'διφασικός' τρόπος αντιμετώπισης του ανταγωνισμού, που υπήρχε εξ αρχής (Wheatstone vs Helmholtz), εξακολουθεί να υπάρχει δημιουργώντας ένα διαλεκτικό παιχνίδι αντιθέσεων σχεδόν σε όλη τη πορεία μελέτης του φαινομένου. Πλάι, λοιπόν, στις έρευνες σχετικά με τις ανώτερες επιδράσεις στον ανταγωνισμό δημοσιεύονται έρευνες που επιστούν τη προσοχή σε περισσότερο

⁶ Είναι και ένα από τα πρώτα, αν όχι το πρώτο, άρθρα που δημοσιεύεται σε περιοδικό Ψυχολογίας και όχι Φιλοσοφίας

‘περιφερειακούς’ παράγοντες (για μια εκτενή αναφορά βλ. Walker 1978) και δίνουν έρεισμα στην ιδέα ότι μια χαμηλού επιπέδου νευρωνική επεξεργασία καθορίζει τη ‘μοίρα’ των ανταγωνιζόμενων ερεθισμάτων. Ο Richards (1966), για παράδειγμα, έδειξε ότι υπάρχει άμβλυνση του μεγέθους της συστολής της κόρης που θα προκαλέσει η παρουσία ενός ξαφνικού ερεθίσματος στο μάτι που είναι κατεσταλμένο κατά τη διάρκεια διχοπτικής παρουσίασης σε σχέση με την συστολή που εμφανίζει το κυρίαρχο, σαν να μη ‘βλέπει’ καν το ερέθισμα. Αυτό το εύρημα προέκυψε μετά από καταγραφή της αντίδρασης της κόρης σε στιγμιαία φλας στις δύο διαφορετικές καταστάσεις του ανταγωνισμού (κυριαρχία και καταστολή).

Αποφασιστική συνεισφορά προς αυτή την «αντίθετη» κατεύθυνση αποτελεί και η δουλειά του **Levelt**, η οποία σύμφωνα με τον Blake (2005) είναι μία από τις τρεις διατριβές που δημοσιεύτηκαν την δεκαετία του 60, υπεύθυνες για την ανανέωση του ενδιαφέροντος προς το φαινόμενο του διοφθάλμιου ανταγωνισμού. Ο Levelt (1965) επιβεβαίωσε κάποιες ανακαλύψεις του Breese και μελέτησε ενδελεχώς τη ‘συμπεριφορά’ των ερεθισμάτων κατά τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό. Σε αντίθεση ωστόσο με τον Breese, παρείχε σαφή στήριξη στην άποψη ότι ο ανταγωνισμός είναι ένα σχετικά πρώιμο φαινόμενο, στα χαρακτηριστικά του οποίου μπορεί να παρέμβει κανείς χειριζόμενος κάποιες βασικές μεταβλητές του ερεθίσματος όπως είναι η ένταση, η φωτεινότητα, η αντίθεση. Η μεγαλύτερη του συνεισφορά σύμφωνα με τον Blake (2005) είναι πως μελέτησε τη στενή σχέση μεταξύ των διαρκειών καταστολής - επικράτησης με τις σχετικές εντάσεις των ερεθισμάτων, αποκαλύπτοντας νομοειδείς εξαρτήσεις. Ασχολήθηκε με την δυναμική του φαινομένου και οδηγήθηκε στη διατύπωση τεσσάρων, βασικών για τη μετέπειτα πορεία μελέτης του φαινομένου, προτάσεων:

(1) η αύξηση της ισχύος (strength) του ερεθίσματος σε ένα μάτι θα αυξήσει την συνολική ποσοστιαία του επικράτηση (predominance)

(2) δεν θα επηρεάσει όμως την μέση διάρκεια κυριαρχίας του (dominance)

(3) η αύξηση της έντασης ενός ερεθίσματος στο ένα μάτι θα αυξήσει τον ρυθμό των αντιληπτικών εναλλαγών,

(4) και το ίδιο ισχύει και όταν αυτό συμβαίνει και στα δύο μάτια (Levelt 1965).

Η πιο ενδιαφέρουσα πρόταση είναι ίσως η δεύτερη καθώς έρχεται σε αντίθεση με τη κοινή διαίσθηση (που θα ήταν ότι ένα ερέθισμα είναι περισσότερο ορατό γιατί παραμένει κυρίαρχο για περισσότερη ώρα, δηλ. αυξάνεται η κάθε διάρκεια της κυριαρχίας), καθώς υπονοεί ότι η διαβάθμιση της έντασης στο ένα ερέθισμα

επιηρεάζει την επικράτηση του ετερόπλευρου ερεθίσματος (Blake 2005). Και αυτό γιατί η αύξηση στη συνολική επικράτηση του πιο δυνατού ερεθίσματος οφείλεται στη μείωση της διάρκειας καταστολής του (και όχι στην αύξηση του χρόνου κυριαρχίας του πιο δυνατού ερεθίσματος). Το εύρημα αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς αποτελεί σοβαρή ένδειξη ότι έχουμε να κάνουμε με δύο ανεξάρτητες διεργασίες οι οποίες τελικά επηρεάζονται από διαφορετικούς παράγοντες (βλ. και Blake, 1977). Με άλλα λόγια, *καταστολή και κυριαρχία δεν είναι δύο όψεις του ίδιου νομίσματος* (Blake & Logothetis, 2002). Ο Levelt επίσης έδειξε ότι οι διαδοχικές αλλαγές κατά τον ανταγωνισμό έχουν στοχαστικές ιδιότητες και ότι οι διάρκειες κυριαρχίας σχηματίζουν μια *γ' κατανομή*, κάτι που αργότερα έγινε ένα από τα πιο αναγνωριστικά στοιχεία του ανταγωνισμού (Logothetis et al. 1996) και που παρατηρείται και σε όλα τα πολυσταθή αντιληπτικά φαινόμενα (Logothetis 1998)⁷.

Έχουμε, λοιπόν, να κάνουμε με ένα φαινόμενο κατά το οποίο δύο ερεθίσματα εναλλάσσονται διαρκώς ανταγωνιζόμενα μεταξύ τους για αντιληπτική επικράτηση. Ένα ερώτημα που προκύπτει είναι *τι είναι αυτό που καθορίζει και σε ποιο βαθμό τον ανταγωνισμό και την τελική του έκβαση*. Με άλλα λόγια, πόσο ανώτεροι ή κατώτεροι είναι οι παράγοντες που εγείρουν και συντηρούν τον αντιληπτικό αυτό αγώνα; Είναι τα δομικά χαρακτηριστικά του ερεθίσματος, όπως αυτά που εντόπισε ο Levelt (π.χ. ένταση) ή 'υψηλότερα' χαρακτηριστικά του που αποφασίζουν τι τελικά θα επικρατήσει; Οι Rommetveit et al. (1968), για παράδειγμα, έδειξαν ότι η παρουσίαση μιας λέξης που οριοθετούσε ένα πλαίσιο με νόημα πριν από τη διχοπτική διέγερση με λεκτικά ερεθίσματα (που οδηγεί σε ανταγωνισμό) επιδρά στο ποια λέξη θα γίνει αντιληπτή πρώτη. Εάν δει κανείς τη λέξη 'διάβολος' πριν από την φάση του ανταγωνισμού των λέξεων 'διάβολος'/ 'μιλάω' είναι πιθανότερο μετά να επικρατήσει αρχικά η λέξη 'διάβολος'(devil – hell/tell). Για να συμβαίνει αυτό, συνάγει ο ερευνητής ότι κάπου με κάποιο τρόπο και οι δύο πληροφορίες αναλύονται προτού γίνει η αντιληπτική επιλογή (Rommetveit et al. 1968). Πως θα μπορούσε ένα τέτοιου τύπου εύρημα να συμφιλιωθεί με το εύρημα του Richards (1966) που μας λέει ότι το μάτι σχεδόν 'κλείνει κατά την καταστολή' ή με τις παρατηρήσεις του Levelt (1965) που δείχνουν προς ένα φαινόμενο πιο πρώιμης και χαμηλής προέλευσης;

⁷ Το γεγονός αυτό, αποτελεί ένδειξη για τον Λογοθέτη ότι ο ανταγωνισμός ανήκει στην ίδια κατηγορία με τις αμφίσημες εικόνες (Logothetis, 1998). Ωστόσο είναι ακόμα υπό συζήτηση το εάν ο ανταγωνισμός ανήκει στα πολυσταθή (multistable) αντιληπτικά φαινόμενα. Για περισσότερα βλ. Leopold & Logothetis (1999), Walker (1975) αλλά και Fox (2005) σημείωση 3 και Blake (2005)

Όλες αυτές οι έρευνες εξετάζουν τι είναι αυτό που καθορίζει την αντιληπτική νίκη κατά τον ανταγωνισμό, εστιάζοντας είτε σε δομικές είτε σε σημασιολογικές συνιστώσες των ερεθισμάτων. Ζητούμενο όμως είναι να διερευνηθεί και τι είναι αυτό που συμβαίνει κατά την καταστολή, την πιο εντυπωσιακή ίσως πλευρά του οπτικού ανταγωνισμού. Εκεί ακριβώς έστρεψε το ενδιαφέρον του και ο **Fox**, μια από τις πιο σημαντικές προσωπικότητες στο πεδίο μελέτης του φαινομένου πραγματοποιώντας μια σειρά από πολλές καλά σχεδιασμένες έρευνες. Η δουλειά του Fox και των συνεργατών του ξεκίνησε επίσης τη δεκαετία του 60 [ενδεικτικά Fox&Check, (1968)· Blake & Fox (1974)· Lehmkuhle & Fox (1975)] και συνέβαλλε αποφασιστικά στην ανανέωση του ενδιαφέροντος για το διοφθάλμιο ανταγωνισμό μαζί με τον Levelt (και άλλους, για περισσότερα βλ. Blake 2005). Αυτό που κάνει τον Fox ιδιαίτερα σημαντικό είναι ο τρόπος με τον οποίο αντιμετώπισε το διοφθάλμιο ανταγωνισμό. Οι συστηματικές τεχνικές που ανέπτυξε, ο τρόπος με τον οποίο έθεσε και έλεγξε τα ερωτήματα σχετικά με τη φύση του φαινομένου σηματοδοτούν, κατά την άποψή μου, την σύγχρονη περίοδο έρευνας του διοφθάλμιου ανταγωνισμού, κατά την οποία διερευνάται συστηματικά η δυναμική του φαινομένου, τα χαρακτηριστικά της καταστολής και τελικά η σχέση της με την υποκείμενη νευρωνική δραστηριότητα. Και μια τέτοια προσέγγιση του φαινομένου καθιστά ολοένα και πιο εύλογη τη συσχέτιση του διοφθάλμιου ανταγωνισμού με τις διεργασίες εκείνες που ενδεχομένως να είναι υπεύθυνες για την αντιληπτική επιλογή. Αν μάθουμε άλλωστε τι είναι αυτό που χάνεται κατά τη φάση της καταστολής ίσως να μπορέσουμε να βρούμε τι είναι και αυτό που συμβαίνει όταν το οπτικό σύστημα αποφασίζει να το ‘ξανακερδίσει’. Με άλλα λόγια, οδηγούμαστε πιο κοντά στην διατύπωση ερωτημάτων που αφορούν την οπτική επίγνωση, ενώ είναι εύλογο να διερευνηθεί στο πλαίσιο αυτό και ποια ακριβώς είναι η τύχη των πληροφοριών μέσα στο οπτικό σύστημα που δεν γίνονται αντιληπτές συνειδητά (Lin & He, 2009).

3. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΑΣΗ ΈΡΕΥΝΑΣ: ΨΥΧΟΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

3.1 ΤΙ ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ

Σε φαινομενολογικό επίπεδο τα πράγματα είναι ξεκάθαρα: το κατεσταλμένο ερέθισμα παύει να υπάρχει. Ο αντιληπτικός ανταγωνισμός υφίσταται αδιαμφισβήτητητα. Τι ισχύει όμως σε νευρωνικό επίπεδο; Ο ανταγωνισμός που βιώνεται μπορεί να εντοπιστεί και ως νευρωνικός ανταγωνισμός; Και αν ναι, σε ποιο

ακριβώς στάδιο της οπτικής επεξεργασίας/οδού; Το δίλημμα που διατυπώθηκε από την αρχή επιστρέφει και τίθεται ακόμα πιο ευθέως. «Η καταστολή μοιάζει να λειτουργεί σαν ένα μικρό *σκότωμα* (Blake & Fox, 1974)». Τι είναι όμως αυτό που ‘χάνεται’ και πόσο μεγάλη είναι τελικά η απώλεια της πληροφορίας; Και είναι άραγε το μάτι που ‘δε βλέπει’ ή το ερέθισμα που ευθύνεται για αυτή την απώλεια; Λύσεις σε αυτά τα ερωτήματα σημαίνουν και ένα πρώτο σημαντικό ξεκαθάρισμα στο μπερδεμένο τοπίο σχετικά με την προέλευση του διοφθάλμιου ανταγωνισμού. Αν απαντήσει άλλωστε κανείς στο τι συμβαίνει κατά την καταστολή έχει απαντήσει, εν μέρει τουλάχιστον, στο πόσο πρόωγης ή ύστερης προέλευσης είναι το φαινόμενο και, το σημαντικότερο, αποκτά κανείς το ‘δικαίωμα’ να αρχίσει να ασχολείται με πιο ευαίσθητα ζητήματα όπως είναι «ο ρόλος των κεντρικών γνωστικών διεργασιών στην τροποποίηση της αντίληψης» (Fox, 2005).

Ο Fox ανέπτυξε και εξέλιξε συστηματικές μεθόδους ψυχοφυσικής προκειμένου να διαπιστώσει τι συμβαίνει με την ευαισθησία του οπτικού συστήματος κατά τη διάρκεια της καταστολής (βλ. Blake 2001). Ουσιαστικά προσπάθησε να συνδέσει την αντιληπτική έκπτωση που παρατηρείται κατά την καταστολή με μια απώλεια και στο αισθητηριακό επίπεδο. Ανάμεσα στις μεθόδους που χρησιμοποίησε εκτεταμένα είναι η μέθοδος ελέγχου, (probe method) κατά την οποία εισάγεται πάνω σε ένα από τα δύο ανταγωνιζόμενα ερεθίσματα ένα άλλο ερέθισμα ελέγχου (probe stimulus) είτε κατά τη φάση καταστολής είτε κατά τη φάση κυριαρχίας, με σκοπό να μετρηθεί και κατόπιν να συγκριθεί η ανιχνευσιμότητα τού από τους συμμετέχοντες κατά τις δύο αυτές φάσεις (Fox & Check, 1968· Blake & Fox, 1974). Το ερέθισμα ελέγχου μπορεί (1) είτε να διαφέρει δραστικά από τα ανταγωνιζόμενα ερεθίσματα και να είναι π.χ. κινούμενο (Fox & Check, 1968) όταν τα ανταγωνιζόμενα ερεθίσματα είναι στατικά, (2) είτε να έχει μικρότερες διαφορές και να μοιάζει με τα ανταγωνιζόμενα ερεθίσματα διαφέροντας σε κάποια χαρακτηριστικά όπως είναι η χωρική συχνότητα και ο προσανατολισμός (Blake & Fox, 1974), με τα επίπεδα φωτεινότητας και αντίθεσης σταθερά εφόσον είναι γνωστό ότι μια απότομη διέγερση τείνει να επαναφέρει το καταπιεσμένο ερέθισμα σε κυριαρχία (Blake & Logothetis, 2002). Μέτρησαν λοιπόν τις καθυστερήσεις στους χρόνους απόκρισης -που θεωρείται ότι αντικατοπτρίζουν τις αντιληπτικές διακυμάνσεις (Fox & Check, 1968)- στην διάκριση των διαφορών ανάμεσα στα ερεθίσματα ελέγχου & ανταγωνισμού κατά τις φάσεις κυριαρχίας και καταστολής, συνέκριναν τους ουδούς που προέκυψαν και κατέληξαν στο ότι η *οπτική ευαισθησία μειώνεται* αρκετά κατά την φάση καταστολής.

Οι Blake & Fox (1974) βρήκαν ότι ακόμα και μεγάλες αλλαγές στη χωρική συχνότητα και τον προσανατολισμό δεν είναι ανιχνεύσιμες όταν αυτές συμβούν στο ερέθισμα που παρουσιάζεται στο μάτι που είναι κατεσταλμένο. Από τα ευρήματα αυτά θα μπορούσε να συνάγει κανείς ότι οι αλλαγές στη χωρική διαμόρφωση του ερεθίσματος φαίνεται να μην επηρεάζουν την πορεία του ανταγωνισμού (Wolfe 1984). Από την άλλη πλευρά, ωστόσο, έχουμε έρευνες που δείχνουν ότι παράγοντες όπως η φωτεινότητα ή η χωρική συχνότητα επιδρούν στο ρυθμό εναλλαγής, όπως άλλωστε έδειξαν οι Levelt (1965) και Breese (1909). Αυτό που αλλάζει όμως είναι το *συνολικό σχήμα, η συνολική εικόνα* του διοφθάλμιου ανταγωνισμού και όχι η τρέχουσα πορεία της καταστολής αυτή καθαυτή (Wolfe 1984), και ίσως αυτός είναι ένας τρόπος να συμβιβαστούν αυτά τα διαφορετικά εκ πρώτης όψεως συμπεράσματα. Και αυτό που ενδιαφέρει και τελικά μετράται εδώ (στις έρευνες με την μέθοδο ελέγχου) είναι το *βάθος καταστολής* (suppression depth) που ισοδυναμεί με την αναλογία ουδών ανίχνευσης της διαφοράς στις δύο διαφορετικές συνθήκες (δηλ. ουδός κυριαρχίας /ουδός καταστολής). Μεγάλο βάθος καταστολής σημαίνει ότι η απώλεια της πληροφορίας είναι μεγάλη ενώ το αντίθετο σημαίνει πως η μείωση της ευαισθησίας που παρατηρείται κατά την καταστολή είναι μικρή. Τα ευρήματα του Fox και των συνεργατών του δείχνουν προς ένα (στατιστικά) σημαντικό βάθος καταστολής, που παρατηρείται συστηματικά και ανεξάρτητα από το είδος του ερεθίσματος ή τα χαρακτηριστικά που αλλάζουν, επιβεβαιώνοντας την υπόθεση για έναν *μη επιλεκτικό χαρακτήρα* της καταστολής. Για παράδειγμα, εάν κατά την φάση της καταστολής εισάγουμε στο ερέθισμα που έχει κατασταλεί κίνηση (Fox & Check, 1968) η ικανότητά μας να ανιχνεύσουμε αυτή την αλλαγή χειροτερεύει σημαντικά. Η χειροτέρευση αυτή, θεωρείται εν προκειμένω, ότι είναι γενική και συμβαίνει ανεξάρτητα από την παράμετρο του ερεθίσματος την οποία αλλάζουμε.

Η έννοια της μη επιλεκτικότητας είναι πάρα πολύ σημαντική για δύο λόγους:

1. Σε μεθοδολογικό επίπεδο η μη επιλεκτικότητα και το βάθος της καταστολής εξακολουθούν έως σήμερα να χρησιμοποιούνται ως βασικά εργαλεία για την διερεύνηση του φαινομένου (βλ. ενδεικτικά Alais & Parker, 2006 · Bhardwaj et al 2008 · Nguyen et al 2001). Η μέθοδος ελέγχου άλλωστε έχει, σύμφωνα με τον Fox, το βασικό πλεονέκτημα ότι χρησιμοποιεί τη φάση κυριαρχίας ως συνθήκη ελέγχου καθιστώντας τη φάση καταστολής ως την βασική πειραματική συνθήκη που περιέχει την ανεξάρτητη μεταβλητή, δίνοντας την δυνατότητα ενός απόλυτου ελέγχου των υπόλοιπων συνθηκών διέγερσης οι οποίες παραμένουν αμετάβλητες. Έτσι, με αυτό

τον τρόπο οι όποιες απώλειες στην ευαισθησία μπορούν να αποδοθούν μόνο στους ανασταλτικούς μηχανισμούς της καταστολής (Fox 2005) και όχι σε κάποιον άλλο πειραματικό χειρισμό.

2. Σε θεωρητικό επίπεδο ακόμα περισσότερο, καθώς υποδεικνύει ένα μηχανισμό της καταστολής που δρα γενικευμένα στην *περιοχή του ματιού* που είναι κατεσταλμένη και όχι στο ίδιο το ερέθισμα. Για τους ερευνητές όμως (Blake & Fox, 1974) μια γενικευμένη *μείωση της ευαισθησίας* του οπτικού συστήματος κατά τη φάση της καταστολής αποκλείει και την συμμετοχή ανώτερων ή κεντρικών διεργασιών, όπως αυτή της προσοχής, στις διεργασίες που σχετίζονται με τον ανταγωνισμό. *Οι μεταβλητές που σχετίζονται με την προσοχή μπορεί να παίζουν κάποιο ρόλο στην απόφαση για το ποιο μάτι θα καταπιεστεί αλλά εφόσον η καταστολή ξεκινήσει η προσοχή δε φαίνεται να παίζει κανένα ρόλο. Το καταπιεσμένο μάτι παραμένει αναισθητο ακόμα κι όταν το υποκείμενο γνωρίζει ότι η πληροφορία έχει παρουσιαστεί* (Blake & Fox, 1974).

Τα δεδομένα αυτά που σχετίζονται με τη μέθοδο ελέγχου αποτελούν και την πιο σημαντική πειραματική βάση στην οποία θα κινηθεί μία από τις δύο αντιτιθέμενες ερμηνευτικές προτάσεις σχετικά με την φύση και την προέλευση του φαινομένου του διοφθάλμιου ανταγωνισμού. Τα ψυχοφυσικά ευρήματα που μας έδωσαν οι μελέτες του Fox συνδέονται και τροφοδοτούν άμεσα την βασική ιδέα για το **μοντέλο αμφίδρομης αναστολής** (contralateral inhibition) που προτάθηκε ως εξηγητικό μοντέλο σχετικά με τη λειτουργία του ανταγωνισμού, και που ήδη είχε προταθεί για να εξηγήσει τη λειτουργία της φυσιολογικής διοφθάλμιας όρασης (Walker, 1978). Η σύνδεση άλλωστε της αντιληπτικής απώλειας με το αισθητηριακό επίπεδο που προέκυψε από τις μελέτες αυτές καθιστά εύλογη αν όχι αναγκαία και την προσπάθεια μιας εύρεσης μιας εξήγησης που θα πατά πια και σε νευρωνικό 'έδαφος'.

3.2. *ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΜΦΙΔΡΟΜΗΣ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ: ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΜΑΤΙΩΝ (EYE RIVALRY)*

Εάν η καταστολή δρα τόσο γενικευμένα και δε σχετίζεται ούτε με το είδος των ερεθισμάτων, ούτε με κάποια από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, τότε μπορεί κανείς να μιλήσει για μια καταστολή που γίνεται με όρους «οπτικής καθοδήγησης και καθορίζεται από την περιοχή του αμφιβληστροειδούς» (Blake & Fox, 1974). **Ο ανταγωνισμός είναι ανταγωνισμός ματιών.** Η διεργασία εναλλαγών καθοδηγείται από το μάτι και όχι από την αναπαράσταση του ερεθίσματος. Την ιδέα αυτή θα

θεμελιώσει συστηματικά και θεωρητικά ο Randolph Blake⁸, μαθητής του Fox, δημοσιεύοντας ένα πολύ σημαντικό και πολυαναφερόμενο άρθρο για μια νευρωνική θεωρία του διοφθάλμιου ανταγωνισμού (Blake 1989). Νωρίτερα άλλωστε ο Blake με τους συνεργάτες του (Blake, Westendorf, Overton, 1980) έχει πραγματοποιήσει μια έρευνα που δίνει αρκετά δυνατό έρεισμα στην οφθαλμική του υπόθεση για τον ανταγωνισμό. Με μια τεχνική εναλλαγής των ματιών (eye swapping procedure), όπως την ονομάζει, δείχνει ότι ένα ερέθισμα επανέρχεται σε κυριαρχία αν, με το που κατασταλεί, τοποθετηθεί στο κυρίαρχο μάτι (Blake et al 1980). Όταν δηλ. ο συμμετέχων βίωνε ανταγωνισμό πατούσε ένα κουμπί προκειμένου να αναφέρει την αντίληψή του και το πάτημα αυτό προκαλούσε την εναλλαγή εικόνων ανάμεσα στα μάτια. Το αποτέλεσμα ήταν το τωρινά κυρίαρχο ερέθισμα να γίνεται αόρατο και να επανέρχεται σε κυριαρχία το πρότερα αόρατο (που ήταν προηγουμένως κατεσταλμένο αλλά με το πάτημα 'ήρθε' στο κυρίαρχο μάτι). Το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν οι Blake et al. (1980) ήταν ότι είναι το μάτι το οποίο είναι κυρίαρχο και όχι το ερέθισμα, ειδάλλως θα έπρεπε να μην αλλάζει η αντίληψη. Αν και ισχυρό το εύρημα, εντούτοις μπορεί να εγείρει ίσως κάποια ερωτηματικά το γεγονός ότι μια απότομη ή πρόσκαιρη διέγερση κάνει ορατό ένα πρότερα καταπιεσμένο ερέθισμα.

Όπως και να χει, ο Blake δίνει ένα πρώτο θεωρητικό έρεισμα στην δουλειά που έχει παραχθεί. Ενσωματώνει και οργανώνει τα πειραματικά δεδομένα σε μια θεωρία που προσπαθεί να ξεπεράσει τον εμπειρικό χαρακτήρα ερμηνείας του φαινομένου για να υποστηρίξει την 'οφθαλμική' φύση του διοφθάλμιου ανταγωνισμού. Στην σύγχρονη εκδοχή του διλήμματος, **τι είναι αυτό που τελικά ανταγωνίζεται κατά τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό**⁹, ο Blake ξεκάθαρα –τότε τουλάχιστον- απαντά *τα μάτια*. Η θεωρία του δομείται σε μια σειρά προτάσεων, λογικά και ψυχοφυσικά τεκμηριωμένων, η οποία θα παρουσιαστεί συνοπτικά παρακάτω. Η βασική ιδέα είναι ότι ο ανταγωνισμός αντανakλά τον ανταγωνισμό που συμβαίνει στα μονοφθάλμια μονοπάτια του οπτικού συστήματος.

Αξίζει να σημειωθεί ότι όσα υποστηρίζει ο Blake εντάσσονται σε έναν ευρύτερο διάλογο σχετικά με τη σύνδεση του διοφθάλμιου ανταγωνισμού και την

⁸ Ο R.Blake αποτελεί κατά την γνώμη μου τον σημαντικότερο μελετητή του διοφθάλμιου ανταγωνισμού. Τον μελετά συστηματικά από την δεκαετία του 1970, αρχικά ως συνεργάτης του R.Fox, τον οποίο θεωρεί και ως μέντορά του, μέχρι και σήμερα (2010) έχοντας τις περισσότερες δημοσιεύσεις πάνω στο θέμα.

⁹ Τίτλος από το άρθρο των Logothetis, Leopold, Sheinberg, *What is rivaling during binocular rivalry*, Nature, Vol. 180, 1996

κανονική διοφθάλμια όραση. Ο ανταγωνισμός στο μοντέλο αμφίδρομης αναστολής θεωρείται ότι προκύπτει από την αδυναμία του εγκεφάλου να «αντιστοιχίσει» (match) τις πληροφορίες που λαμβάνει από τα δύο μάτια και άρα να δημιουργήσει μια σταθερή διοφθάλμια αντίληψη. Ο ανταγωνισμός, επομένως, ξεκινά όταν αποτυγχάνει αυτή η προσπάθεια για απαρτίωση και συγχώνευση των δύο εικόνων. Απέναντι όμως από αυτή την εξήγηση υπάρχει και η θεωρία καταστολής (suppression theory) που υποστηρίζει το ακριβώς αντίθετο: ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός συμβαίνει πάντοτε, υπό συνθήκες δηλ. και φυσιολογικής θέασης, και μάλιστα προηγείται της συγχώνευσης των εικόνων (Blake 1989 · Wade 2005 · Wolfe 1986). Ακραίες εκδοχές αυτής της θεωρίας εξισώνουν την φυσιολογική όραση με την μονοφθάλμια εκδοχή της (Wade, 2005). Μετριοπαθέστερος, ο Wolfe (1986) υποστηρίζει ότι υπάρχουν δύο παράλληλα συστήματα που τροφοδοτούν με πληροφορίες το οπτικό σύστημα, το ένα για την στερεοσκοπική όραση και το άλλο για τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό. Ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός συμβαίνει πάντοτε, *απλά σε συνθήκες πραγματικού κόσμου δεν υπάρχει τρόπος να μετρήσουμε ή να προσέξουμε αυτές τις μικρές διαφορές ανάμεσα στα μονοπάτια*. Η έρευνα (ενδεικτικά βλ. Blake & Boothroyd, 1985· Blake, 1989) βέβαια μάλλον διέψευσε τις υποθέσεις της θεωρίας καταστολής, ότι δηλ. προηγείται ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός της συγχώνευσης, καθώς υπάρχει ένα ελάχιστο όριο χρονικό (150ms) που απαιτείται προκειμένου να ξεκινήσει το φαινόμενο, ωστόσο ο προβληματισμός αυτός παρατίθεται εδώ προκειμένου να φανεί ότι ο ανταγωνισμός συνδέεται με θέματα που αφορούν την λειτουργία της φυσιολογικής όρασης γενικότερα και της στερεοσκοπικής αντίληψης ειδικότερα, όπως είχε ήδη άλλωστε φανεί από την μελέτη του Wheatstone (1838).

Σε αντίθεση με τον Wolfe, λοιπόν, και τη θεωρία καταστολής, ο Blake (1989) πιστεύει ότι η διοφθάλμια συγχώνευση προηγείται του ανταγωνισμού. Ο ανταγωνισμός ξεκινά όταν αποτυγχάνει η προσπάθεια για συγχώνευση και ο εγκέφαλος θεωρεί ότι δύο αντικείμενα καταλαμβάνουν την ίδια θέση στο χώρο. Αυτή η παρατήρηση είναι πολύ σημαντική γιατί έρχεται σε συμφωνία με δύο από τις βασικές συνθήκες έκλυσης του ανταγωνισμού: τα ερεθίσματα που παράγουν ανταγωνισμό πρέπει (1) να είναι επαρκώς διαφορετικά (μάλιστα κατασκευάζει και έναν πίνακα με τις μέγιστες ποσοτικές διαφορές ανάμεσα σε παραμέτρους των ερεθισμάτων που μπορεί να ‘ανεχτεί’ το οπτικό σύστημα πριν οδηγηθεί σε ανταγωνισμό, βλ. Blake 1989, σελ. 149) και (2) να βρίσκονται σε αντίστοιχες περιοχές του αμφιβληστροειδούς (corresponding retinal locations). Έκτοτε αυτές οι

δύο συνθήκες αναφέρονται σχεδόν πάντοτε ως προϋπόθεση οποιουδήποτε πειραματικού σχεδιασμού, ανεξάρτητα με την θέση που υποστηρίζεται. Το αν υπάρχει ανομοιότητα ή όχι ανάμεσα στα ερεθίσματα είναι έργο που μπορούν να περατώσουν μόνο οι **μονοφθάλμιοι** νευρώνες του οπτικού συστήματος οι οποίοι διεγείρονται από το ένα μάτι και αναστέλλονται από το άλλο (οι διοφθάλμιοι νευρώνες επειδή δεν μπορούν να ξεχωρίσουν από ποιο μάτι λαμβάνουν ποια πληροφορία είναι ακατάλληλοι για αυτό το έργο). Έτσι οι μονοφθάλμιοι νευρώνες που ενεργοποιούνται από το κυρίαρχο μάτι ασκούν ανασταλτική επίδραση στους νευρώνες που 'ελέγχει' το κατεσταλμένο μάτι. Οι 'καταπιεσμένοι' νευρώνες θα προσπαθήσουν να υπερκεράσουν την αναστολή αυτή προκειμένου να έρθουν σε κυριαρχία. Ο χρόνος που 'χρειάζονται' εξαρτάται από την ένταση του καταπιεσμένου ερεθίσματος (για αυτό και τα αδύναμα ερεθίσματα μένουν περισσότερο καταπιεσμένα ακριβώς επειδή χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να ισοφαρίσουν την καταστολή)¹⁰. Αυτό που καταστέλλεται επομένως «είναι η περιοχή του ματιού», με την έννοια ότι η καταστολή αναστέλλει *όλους* τους νευρώνες που ενεργοποιούνται από το μάτι, και όχι μόνο εκείνους τους νευρώνες που επεξεργάζονται τις πληροφορίες του ερεθίσματος. Ο ανταγωνισμός επομένως είναι και νευρωνικός ανταγωνισμός και δεν είναι ανταγωνισμός ερεθισμάτων. Η καταστολή δρα τοπικά και αφορά «ολόκληρη την φλοιϊκή αναπαράσταση του οπτικού πεδίου» (Blake 1989). Οι αντιληπτικές, επομένως, καταστάσεις του ανταγωνισμού αφορούν το *μάτι* που βλέπει το ερέθισμα (και όχι *το ερέθισμα* που βλέπει το μάτι) και ο **ανταγωνισμός είναι ανταγωνισμός ματιών**. Ο αδιάλειπτος αυτός κύκλος προσαρμογής και ανάκαμψης που διαμεσολαβείται από την αμοιβαία αναστολή έχει κατά βάση οφθαλμική προέλευση και δε μπορεί παρά να συμβαίνει πολύ νωρίς. Έτσι πάλι στην οφθαλμική αυτή θεώρηση του φαινομένου υπονοείται σχεδόν πάντοτε και ένας πρώιμος εντοπισμός του φαινομένου.

Αυτό που κάνει την θεωρία του Blake ιδιαίτερα σημαντική, είναι ότι παρέχει ένα συμπαγές θεωρητικό-ερμηνευτικό πλαίσιο, στο οποίο θα κινηθούν αρκετές πειραματικές έρευνες προκειμένου να το επιβεβαιώσουν ή να το απορρίψουν, ενώ ταυτόχρονα πατάει γερά σε πειραματικά δεδομένα. Οι έρευνες σχετικά με την απώλεια της ευαισθησίας κατά την καταστολή που παρουσιάστηκαν παραπάνω

¹⁰ Η εξήγηση αυτή είναι πολύ κοντά στην εξήγηση του φαινομένου του μεταϊκίσματος κίνησης (motion after effect) ή αλλιώς την οφθαλμική πλάνη του καταρράκτη (waterfall illusion) (Mather, 2009, σελ. 331-332)

αποτελούν τα πιο σημαντικά (αλλά όχι τα μόνα) πειραματικά δεδομένα υπέρ αυτής της υπόθεσης ενώ εξηγούνται και ευρήματα που δείχνουν ότι διάφορα οπτικοκινητικά αντανάκλαστικά 'σιωπούν' κατά την φάση της καταστολής (π.χ. Richards, 1966)¹¹. Διάφορες έρευνες μάλιστα έχουν προσδιορίσει και ποσοτικά το μέγεθος (βάθος) της καταστολής. Τόσο οι Blake & Camisa (1979), που έδειξαν ότι η ικανότητα αντίληψης διαφορών αντίθεσης ανάμεσα στα ερεθίσματα ελέγχου και τα ανταγωνιζόμενα ερεθίσματα είναι σημαντικά χειρότερη κατά την καταστολή ανεξάρτητα από το πόσο διέφεραν μεταξύ τους τα ανταγωνιζόμενα ερεθίσματα (ως προς την αντίθεση), όσο και οι Nguyen et al. (2001) που έδειξαν ότι το βάθος της καταστολής δεν επηρεάζεται από το χρώμα, την διάρκεια παρουσίασης και τα χωρικά χαρακτηριστικά¹² των ερεθισμάτων κατέληξαν στο ίδιο εύρημα: το βάθος της καταστολής είναι περίπου 0.30-0.36 log units. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η ευαισθησία του οπτικού συστήματος κατά την καταστολή είναι περίπου το 60-65% της ευαισθησίας κατά την κυριαρχία (μειώνεται δηλ. η ευαισθησία μας γύρω στο 35-40%). Αυτή η 'αδιαφορία' της καταστολής για κάποια χαρακτηριστικά, όπως η αντίθεση (Blake & Camisa, 1979) το χρώμα, η διάρκεια και τα χωρικά χαρακτηριστικά (Nguyen et al. 2001) επιβεβαιώνει, σύμφωνα με τους συγκεκριμένους ερευνητές, για μια ακόμα φορά το μη επιλεκτικό της χαρακτήρα και άρα την οφθαλμική προέλευση του ανταγωνισμού.

Η απώλεια της ευαισθησίας του οπτικού συστήματος κατά τη φάση καταστολής είναι λοιπόν δεδομένη. Αν όμως καταστέλλεται τελείως ολόκληρο το πεδίο, όπως αναφέρει ο Blake, τότε τι θα περίμενε κανείς για το μέγεθος της απώλειας της ευαισθησίας; Η μάλλον ακραία (rather radical) υπόθεση της καθολικής καταστολής του ματιού απαιτεί και μια **ποσοτική αντιστοιχία** μεταξύ του βάθους καταστολής και της απώλειας που παρατηρείται στο επίπεδο συνείδησης. Είδαμε όμως ότι τα πράγματα δεν είναι έτσι. Η καθολική αντιληπτική απώλεια δεν αντιστοιχεί ποσοτικά με μια καθολική απώλεια της ευαισθησίας και έτσι η ποσοτική αναντιστοιχία μετατρέπεται σε ερμηνευτικό παράδοξο, όπως άλλωστε και οι ίδιοι οι 'οπαδοί' της θέσης για ανταγωνισμό ματιών, μεταξύ άλλων, έχουν επισημάνει (Blake 2001 · Blake & Logothetis, 2002 · Lehmkuhle & Fox, 1974 · Nguyen et al 2001).

¹¹ Για παράδειγμα έχει βρεθεί ότι το θάμπωμα ενός ερεθίσματος που είναι καταπιεσμένο αποτυγχάνει να εγείρει το αντανάκλαστικό της προσαρμογής (accommodation reflex) ενώ το όφελος του οπτικοκινητικού νυσταγμού επίσης μειώνεται κατά τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό (βλ. Blake & Logothetis, 2002).

¹² Αν και βρήκαν ότι υπάρχουν ενδείξεις για επιλεκτικότητα ως προς τον προσανατολισμό, το εξηγούν διαφορετικά, για περισσότερες λεπτομέρειες βλ. Nguyen et al 2001, σελ. 354-355

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι να εξηγήσει κανείς αυτό το παράδοξο. Οι Nguyen et al (2001) για παράδειγμα προτείνουν ένα διαχωρισμό μεταξύ των περιοχών αντίληψης και περιοχών που σχετίζονται με την ανίχνευση. Θεωρούν ότι η απώλεια της ευαισθησίας συμβαίνει στην V1 (πρωτοταγής οπτικός φλοιός) ενώ η απώλεια της αντίληψης συμβαίνει σε υψηλότερες περιοχές του οπτικού φλοιού. Αργότερα μάλιστα θα προσπαθήσουν να δείξουν ότι το βάθος καταστολής προοδευτικά αυξάνει όσο προχωράμε σε υψηλότερες ιεραρχικά περιοχές (Nguyen et al. 2003). Μια τέτοιου τύπου ερμηνεία όμως παραμένει στο χώρο της εικονολογίας και για αυτό το λόγο δεν είναι πειστική. Το παράδοξο άλλωστε παραμένει και οφείλουμε να δώσουμε μια απάντηση στο γιατί ενώ έχουμε μια μέτρια απώλεια ευαισθησίας έχουμε μια καθολική έκπτωση σε αυτό που τελικά γίνεται αντιληπτό. Χαρακτηριστικά ο Blake (2001) αναφέρει: *Προς το παρόν, δεν έχουμε καμία ιδέα γιατί τα ερεθίσματα ελέγχου είναι τόσο δύσκολο να ανιχνευθούν κατά τη φάση της καταστολής, και θα θέλαμε μια απάντηση στην ερώτηση αυτή προκειμένου να μάθουμε τι τελικά μας λένε τα ευρήματα για την καταστολή* (Blake, 2001).

3.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΤΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΙΚΟΥ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ

Ένας άλλος τρόπος, πιο δραστικός, προκειμένου να ξεπεραστεί αυτό το παράδοξο είναι να αλλάξει κανείς εκ βάθρων τις αρχικές του υποθέσεις. Όλες αυτές οι έρευνες ξεκινούν με την αρχική υπόθεση ότι είναι το μάτι ή η περιοχή του ματιού που καταστέλλεται. Μήπως όμως τα πράγματα δεν είναι έτσι; Μήπως αυτό που πρέπει να αλλάξει είναι η βασική υπόθεση εργασίας σχετικά με τη φύση και προέλευση της καταστολής; Αν αποδειχτεί άλλωστε ότι δεν ισχύει η καθολικότητα της καταστολής, βασική υπόθεση του οφθαλμικού ανταγωνισμού, τότε το μοντέλο που πρότεινε ο Blake (1989) είναι προς επαναδιαπραγμάτευση. Ένας ενδιαφέρον τρόπος να ελέγξει κανείς την ‘καθολικότητα’ της καταστολής είναι να ψάξει να βρει εάν υπάρχουν πλευρές της φυσιολογικής όρασης που καταφέρνουν να «συνυπάρχουν» με τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό (Blake 2001). Τέτοιες μελέτες έχουν γίνει, ήδη από πολύ νωρίς, και αφορούν και πάλι τη σχέση του διοφθάλμιου ανταγωνισμού με τη στερεοσκοπική όραση. Τόσο ο ανταγωνισμός όσο και η στερεοσκοπική αντίληψη ενέχουν ενδοφθάλμιες αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε δύο διακριτές μονοφθάλμιες εικόνες. Όταν το στερεοσκοπικό βάθος δεν μπορεί να εξαχθεί από την προκείμενη ανομοιότητα τότε εμφανίζεται ο ανταγωνισμός (Wade 2005), διαφορετικά η ύπαρξη της διαφοράς οδηγεί στην αντίληψη του βάθους. Εάν

λοιπόν ισχύει η υπόθεση οφθαλμικής φύσης του ανταγωνισμού και καταστέλλεται τελείως το ένα από τα δύο οπτικά πεδία τότε λογικό επακόλουθο είναι να χαθεί και η αντίληψη του βάθους, εφόσον απουσιάζει μία από τις δύο καίριες μονοφθάλμιες πληροφορίες. Οι Ogle & Wakefield (1967) πραγματοποιώντας μια σειρά από πειράματα ψυχοφυσικής παρουσίασαν ζεύγη στερεοεικόνων σε συνθήκες τόσο ανταγωνισμού όσο και κανονικής θέασης, μέτρησαν ποσοτικά την αντίληψη του βάθους και κατόπιν συνέκριναν τους ουδούς στερεοσκοπικής αντίληψης στις δύο διαφορετικές αυτές συνθήκες. Διαπίστωσαν ότι δεν υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις δύο συνθήκες και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός δε δυσχεραίνει την αντίληψη του βάθους, εύρημα που έρχεται σε αντίθεση με την υπόθεση ολικής καταστολής του ματιού κατά τον ανταγωνισμό. Ωστόσο, υπάρχουν δεδομένα από άλλες έρευνες που δείχνουν προς μια αντίθετη κατεύθυνση, υπονοώντας ότι η στερεοσκοπική αντίληψη κατά τον ανταγωνισμό 'χαλάει' (Blake, 2001). Το τοπίο ήρθε να ξεκαθαρίσει ο Harrad (Harrad et al., 1994) που έδειξε ότι πράγματι η στερεοσκοπική αντίληψη δυσχεραίνεται κατά τον ανταγωνισμό ωστόσο αυτό συμβαίνει μόνο για τα πρώτα 150ms, που συμπτωματικά(;) είναι και το ελάχιστο χρονικό διάστημα που απαιτείται για να βιώσει κανείς ανταγωνισμό και όχι συγχώνευση δύο διχοπτικά παρουσιαζόμενων εικόνων (Wolfe 1984). Και αν η συνύπαρξη αυτή (καταστολής – στερεοσκοπικής όρασης) είναι αυτό καθαυτό το πειραματικό εύρημα, ένα εύλογο συμπέρασμα είναι ότι το βάθος της καταστολής, για να μιλήσουμε με τους ίδιους όρους, είναι τέτοιο που επιτρέπει τον σχηματισμό στερεοσκοπικής αντίληψης.

Ένας ακόμη τρόπος να ελέγξει κανείς εάν το καταπιεσμένο μάτι παραμένει όντως αναίσθητο είναι να παρατηρήσει πως θα συμπεριφερθούν τα ερεθίσματα εκείνα που είναι γνωστό ότι προκαλούν επιδράσεις ακόμα και όταν παύουν να υπάρχουν. Τι θα συμβεί όταν ένα τέτοιο ερέθισμα παρουσιαστεί κατά την φάση της καταστολής; Ο λόγος εδώ αφορά τα ερεθίσματα εκείνα που προκαλούν οπτικές μετεπιδράσεις (visual aftereffects) ή μετεικάσματα. Η παρατεταμένη έκθεση σε ένα τέτοιο ερέθισμα συνεπάγεται την προσαρμογή του οπτικού συστήματος, που με τη σειρά της επηρεάζει την οπτική ευαισθησία και ενδέχεται να αλλάξει την 'εμφάνιση' ενός σχετικού ερεθίσματος που ακολουθεί (Lin & He, 2009). Μία τέτοια περίπτωση αποτελεί το γραμμικό μετείκασμα κίνησης (Motion After Effect- MAE) ευρύτερα γνωστό και ως πλάνη του καταρράκτη (waterfall illusion). Συγκεκριμένα, η παρατεταμένη έκθεση σε ερέθισμα που κινείται προς μία κατεύθυνση κάνει ένα

ακόλουθο στατικό ερέθισμα να φαίνεται ότι κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση (Mather, 2009), και αυτό πιθανώς οφείλεται στην ‘κούραση’ του πληθυσμού των νευρώνων που κωδικοποιεί την κατεύθυνση της κίνησης. Τι θα συμβεί όμως εάν αυτή η διάρκεια προσαρμογής γίνεται όταν το υποκείμενο δεν έχει αντιληπτική επίγνωση; Μια τέτοια κατάσταση αποτελεί και η καταστολή κατά τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό και αυτό εκμεταλλεύτηκαν οι Lehmkuhle & Fox (1975). Ερεύνησαν την επίδραση της καταστολής στην ανάπτυξη του γραμμικού μετεικάσματος της κίνησης με σκοπό να δουν που συμβαίνει η καταστολή. Έτσι σχεδιάζουν ένα πολύ έξυπνο πείραμα αξιοποιώντας ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του διοφθάλμιου ανταγωνισμού. Με τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό μπορεί να ελέγξει κανείς απολύτως το χρόνο κατά τον οποίο ένα ερέθισμα είναι *φαινομενικά* απόν ενώ ταυτόχρονα μένει ανεπηρέαστη η *φυσική* του παρουσία (φάση καταστολής). Υπάρχει ένας απόλυτος διαχωρισμός φυσικής διέγερσης και αντίληψης *χωρίς* την παρεμβολή άλλων μεταβλητών που θα σχετικοποιούσαν το όποιο συμπέρασμα. Με δεδομένο ότι το MAE είναι φλοιϊκής προέλευσης (Lehmkuhle & Fox, 1975) το σκεπτικό τους είναι το εξής: Αν η καταστολή ‘ανακόπτει’ την εξέλιξη του MAE τότε συμβαίνει σε ένα πρώιμο στάδιο. Αν το MAE συνεχίζει να αναπτύσσεται σε ένταση, τότε η καταστολή συμβαίνει σε ένα ύστερο στάδιο (πάντα σε σχέση με την περιοχή του MAE). Με δεδομένο το ότι περισσότερη διάρκεια προσαρμογής σημαίνει περισσότερη νευρωνική κούραση και μεγαλύτερο σε ένταση MAE (Blake, 1998) προσπάθησαν να δουν εάν η ένταση του MAE θα επηρεαστεί από τη φαινομενικά μειωμένη διάρκεια παρουσίας του ερεθίσματος προσαρμογής. Οι ερευνητές βρήκαν ότι το MAE συνεχίζει να αναπτύσσεται με αμείωτη ένταση ακόμα και όταν το ερέθισμα που το προκαλεί είναι φυσικά παρόν αλλά φαινομενικά κατεσταλμένο. Η καταστολή, με άλλα λόγια, επιτρέπει καθόλα την εμφάνισή του, παρά την φαινομενική απουσία του ερεθίσματος προσαρμογής. Αυτό το εύρημα παραπέμπει μάλλον προς ένα ύστερο εντοπισμό της καταστολής, κάπου μετά τον μηχανισμό της προσαρμογής, εφόσον μας δείχνει ότι το αποτέλεσμα της παρατεταμένης προσαρμογής εξακολουθεί να υφίσταται. Εκείνο πάντως που έχει σημασία στα πλαίσια της παρούσας προβληματικής είναι ότι ένα τέτοιο εύρημα δυσχεραίνει και πάλι τη προσπάθεια κατασκευής ενός μοντέλου του ανταγωνισμού που προβλέπει ότι η αναστολή να γίνεται σε ένα αρκετά πρώιμο επίπεδο (Tong, 2001). Γιατί πέρα από την προσπάθεια εντοπισμού του τόπου της καταστολής που από το άρθρο προκύπτει ότι έπεται της προσαρμογής, αυτό που γίνεται σαφές, και που μας ενδιαφέρει εν προκειμένω είναι ότι **το ερέθισμα**

εξακολουθεί να παραμένει αποτελεσματικό παρά την φαινομενική του καταστολή.

Βέβαια αρκετά αργότερα οι Blake et al (2006) δημοσιεύουν μια έρευνα που ανατρέπει, εν μέρει, αυτό το συμπέρασμα. Θα δείξουν με πολύ προσεκτικό πειραματικό σχεδιασμό ότι ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός **μπορεί** να παρέμβει αποτελεσματικά στην ανάπτυξη των μετεϊκασμάτων. Έτσι έδειξαν ότι η επίδραση της προσαρμογής μπορεί τελικά να μειωθεί εξαιτίας της ανασταλτικής φύσης της καταστολής. Ο λόγος που οι προηγούμενες έρευνες (π.χ. Lehmkuhle & Fox, 1975) είχαν αποτύχει να το δείξουν είναι ότι χρησιμοποίησαν ερεθίσματα πολύ υψηλής αντίθεσης, η οποία 'κάλυψε' τις επιδράσεις του ανταγωνισμού. Στην ίδια λογική πάντως με την έρευνα των Lehmkuhle & Fox (1975) έχει δημοσιευθεί πλήθος ερευνών και με άλλου είδους μετεϊκασματα που δείχνουν ότι η προσαρμογή τελικά μάλλον καταφέρνει να 'ξεφεύγει' από την δύναμη της καταστολής. Εξαιρεση στον κανόνα βέβαια αποτελούν πιο πολύπλοκα μετεϊκασματα όπως το μετεϊκασμα σπειροειδούς κίνησης, χωρικής φάσης (spatial phase aftereffect) (για μια πιο εκτενή αναφορά βλ. Blake 2001) που θεωρούνται ανωτέρου επιπέδου και μάλλον επηρεάζονται αρκετά από την καταστολή.

Οι έρευνες σχετικά με την απώλεια ευαισθησίας που δείχνουν ότι «ακόμα και μεγάλες αλλαγές περνούν απαρατήρητες όταν συμβαίνουν στο κατεσταλμένο οπτικό πεδίο» (Blake & Fox, 1974· Nguyen et al 2001) ενισχύουν και τροφοδοτούν την ιδέα για ένα ανταγωνισμό που ξεκινά νωρίς και αφορά τα μονοφθάλμια μονοπάτια του οπτικού συστήματος (Blake 1989). Σε καμία περίπτωση όμως, όπως προκύπτει και από τα δεδομένα που μόλις παρουσιάστηκαν (μετεπιδράσεις, συνύπαρξη ανταγωνισμού και στερεοσκοπικής όρασης), δεν την καθιστούν αδιαμφισβήτητη, παρόλο που μέχρι και τα μισά της δεκαετίας του 90 παραμένει η κυρίαρχη άποψη.

3.3 Ο ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΩΣ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΩΝ (STIMULUS RIVALRY)

Αν οι έρευνες που μόλις παρουσιάστηκαν αμφισβητούν την υπόθεση της ολικής καταστολής, ο **Λογοθέτης** και η δουλειά του (π.χ. Logothetis, Leopold, Sheinberg 1996) προχωράει την αμφισβήτηση αυτή ένα ακόμη επίπεδο. Τοποθετεί τον ανταγωνισμό σε μια νέα βάση, αποσυνδέοντάς τον από τις διεργασίες της διοφθάλμιας συγχώνευσης των εικόνων και της στερεοσκοπικής αντίληψης (Logothetis 1998). Το ουσιαστικό ερώτημα για τον Λογοθέτη, δεν είναι εάν οι

ενδοφθάλμιες ανασταλτικές αλληλεπιδράσεις σχετίζονται με τον ανταγωνισμό και πόσο. Η συμβολή της προσαρμογής και της αμφίδρομης αναστολής, αν υπάρχουν, συμβάλλουν απλά στην αντιληπτική αστάθεια που παρατηρείται κατά τον ανταγωνισμό. Ωστόσο ο ανταγωνισμός δεν είναι μόνο αυτό. Για την ακρίβεια είναι κάτι πολύ πιο σημαντικό. Ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός είναι ένα ξεχωριστό φαινόμενο της οπτικής αντίληψης ακριβώς επειδή μας επιτρέπει να ασχοληθούμε με ένα κρίσιμο ερώτημα: *τι είναι αυτό που καθορίζει αυτό που τελικά βλέπουμε* (Logothetis 1998). Η συμβολή των περιφερειακών ή οφθαλμικών παραγόντων, μπορεί να περιγράφουν το φαινόμενο σε ένα βαθμό (π.χ. η αύξηση της έντασης επηρεάζει τον ρυθμό εναλλαγής) αλλά μικρή εξηγητική αξία έχουν ως προς την ουσία του ανταγωνισμού, που για τον Λογοθέτη βρίσκεται στις διεργασίες εκείνες που αφορούν την αντιληπτική επιλογή του ερεθίσματος. **Ο ανταγωνισμός είναι ανταγωνισμός των κεντρικών νευρωνικών αναπαραστάσεων των αντικειμένων** (Logothetis et al., 1996). Τοποθετεί, με άλλα λόγια, την σύγκρουση που παρατηρείται σε ένα υψηλότερο επίπεδο, στο στάδιο εκείνο της επεξεργασίας που γίνεται η επιλογή του ερεθίσματος που θα έρθει σε συνείδηση/επίγνωση (Logothetis, 1998 · Logothetis et al., 1996). *Ο ανταγωνισμός άπαξ και ξεκινήσει εμπλέκει μάλλον δύο διακριτές και ίσως ξεχωριστές ανταγωνιστικές διεργασίες: 1. τις τρέχουσες τοπικές και ανασταλτικές αλληλεπιδράσεις και 2. τις αλληλεπιδράσεις που υπόκεινται της επιλογής του ερεθίσματος* (Logothetis 1998) και είναι οι τελευταίες που αποτελούν την αιτία της αντιληπτικής σύγκρουσης. Οι τοπικές ανταγωνιστικές διεργασίες υπάρχουν ούτως ή άλλως σε κάθε προσπάθεια αποσαφήνισης των αμφισημιών μιας εικόνας, ανεξάρτητα από συνθήκες διχοπτικής διέγερσης ή ανταγωνισμού. Ένδειξη άλλωστε αποτελεί το γεγονός ότι οι συνθήκες διχοπτικής διέγερσης δεν αποτελούν αναγκαία συνθήκη για την έκκληση ανταγωνισμού και μεταβαλλόμενης αντίληψης (υπάρχει και η περίπτωση του μεικτού ανταγωνισμού ή της διαφανούς αντίληψης ή και ο μονοφθάλμιος ανταγωνισμός). Εκείνο που οδηγεί όμως σε ανταγωνισμό είναι το αποτέλεσμα της επεξεργασίας που φέρνουν εις πέρας οι νευρωνικοί πληθυσμοί που κωδικοποιούν το ερέθισμα. Και εδώ βρίσκεται η δεύτερη διαφορά της πρότασης του ανταγωνισμού των ερεθισμάτων. Οι πληθυσμοί που αναπαριστούν το ερέθισμα και ευθύνονται για την «παραγωγή συνείδησης» εντοπίζονται σε ανώτερες οπτικές περιοχές. Έτσι μια τέτοια προσέγγιση σημαίνει και αναπόφευκτα έναν πιο ύστερο εντοπισμό του φαινομένου.

Και αν όλα αυτά μοιάζουν θεωρητικά, με μια πρώτη ματιά, δεν πρέπει να ξεχνάει κανείς ότι ούτως ή άλλως υπάρχουν ευρήματα που η θεωρία του Blake δεν μπορεί να εξηγήσει. Οι έρευνες που σχετίζονται με την επίδραση ανώτερων γνωστικών παραγόντων όπως το γλωσσικό νόημα (Rommetveit et al. 1968) αλλά και οι έρευνες σχετικά με την στερεοσκοπική αντίληψη (Ogle & Wakefield, 1968) και τα οπτικά μετεικάσματα (Lehmkuhle & Fox, 1975), που αμφισβητούν την ριζικότητα της καταστολής, έχουν ούτως ή άλλως συμβάλλει στην διατύπωση μιας διαφορετικής υπόθεσης στην προσπάθεια ερμηνείας του φαινομένου. Ωστόσο είναι το 1996 και η δημοσίευση μιας πρωτότυπης πειραματικής δουλειάς από τον Logothetis και τους συνεργάτες του (Logothetis, Leopold, Sheinberg 1996) που επιβεβαίωσε με αδιαμφισβήτητο σχεδόν τρόπο την υπόθεση για τον ανταγωνισμό των ερεθισμάτων. Χρησιμοποίησε μια καινούρια τεχνική παρουσίασης των ερεθισμάτων, παρόμοια βέβαια με αυτή των Blake et al. (1980), κατά την οποία δύο ερεθίσματα εναλλάσσονταν περιοδικά ανάμεσα στα δύο μάτια. Τα ερεθίσματα ήταν γραμμωτά ερεθίσματα (gratings) διαφορετικού προσανατολισμού που αναβόσβηναν (flicker) και εναλλάσσονταν σε συγκεκριμένη συχνότητα ανάμεσα στα δύο μάτια. Ο συμμετέχων έπρεπε να αναφέρει τον προσανατολισμό που αντιλαμβανόταν. Το ιδιαίτερα ευφυές σκεπτικό τους είναι το εξής: εάν η κυρίαρχη αντίληψη είναι ένα ερέθισμα που αλλάζει συνέχεια προσανατολισμό σύμφωνα με τον ρυθμό αντιστροφής των ματιών, τότε είναι το μάτι που καταστέλλεται. Εάν όμως η αντίληψη είναι 'κανονικός' ανταγωνισμός, με σταδιακές και πιο αργές εναλλαγές (από τις πραγματικές εναλλαγές που γίνονταν πιο γρήγορα) στην αντίληψη του προσανατολισμού τότε αυτό σημαίνει ότι ανταγωνίζονται τα ερεθίσματα. Έδειξαν πως ισχύει η δεύτερη εναλλακτική: οι συμμετέχοντες βίωσαν αργές και σταδιακές εναλλαγές παρά το γεγονός ότι τα ερεθίσματα ήταν διαρκώς εναλλασσόμενα ανάμεσα στα δύο μάτια, κάτι που σημαίνει ότι ανταγωνίζονταν οι αντιληπτικές τους αναπαραστάσεις ανεξάρτητα από το μάτι. Επιπλέον για να συνδέσουν αυτό τον εναλλασσόμενο ανταγωνισμό (swap rivalry) με το συμβατικό εντόπισαν και κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά του ανταγωνισμού, όπως η γ' κατανομή που σχηματίζουν οι φάσεις κυριαρχίας και η στοχαστική ανεξαρτησία των διαδοχικών φάσεων του ανταγωνισμού (Levelt, 1965, βλ. παραπάνω). Το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουν είναι ξεκάθαρο: **«είναι το ερέθισμα και όχι το μάτι που ανταγωνίζεται για κυριαρχία(...)** Οι ανασταλτικές αλληλεπιδράσεις υπάρχουν και είναι σημαντικές, ωστόσο η κυριαρχία αφορά τα ερεθίσματα» (Logothetis et al., 1996). Έτσι αλλάζοντας

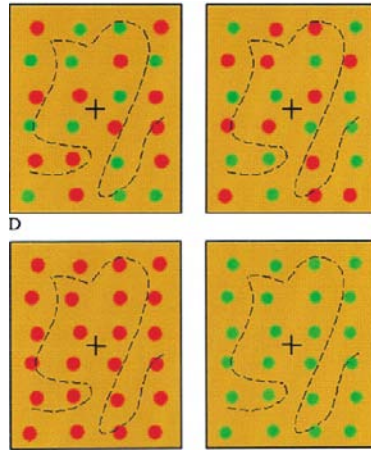
τις παραδοσιακές συνθήκες της διχοπτικής παρουσίασης των ερεθισμάτων του ανταγωνισμού και εναλλάσσοντάς τα ανάμεσα στα μάτια, διαπίστωσαν ότι ενώ στην ουσία το μάτι δέχεται διαφορετικό ερέθισμα ανά τακτά χρονικά διαστήματα, το γεγονός αυτό δε γίνεται αντιληπτό. Η αντιληπτική επιλογή αφορά ξεκάθαρα την αναπαράσταση του ερεθίσματος και όχι το μάτι.

Οι Lee & Blake (1999) αργότερα δημοσίευσαν έναν άρθρο με σκοπό να ελέγξουν τα ευρήματα του Λογοθέτη είτε στις ίδιες ακριβώς συνθήκες είτε σε παρεμφερείς διαφοροποιώντας κάποιες μεταβλητές, όπως η συχνότητα εναλλαγής, το αναβόσβημα κτλ. Βρήκαν ότι τα ευρήματα του Λογοθέτη μπορούν να αναπαραχθούν μόνο σε περιορισμένο εύρος συνθηκών. Έτσι το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουν είναι ότι *ο ανταγωνισμός ερεθισμάτων υπάρχει αλλά είναι ένα πολύ περιορισμένο φαινόμενο*. Δεν αποκλείουν μάλιστα το ενδεχόμενο να έχουμε να κάνουμε με δύο διαφορετικά φαινόμενα που μάλλον τα προκαλούν και διαφορετικοί μηχανισμοί. Ό,τι και να ισχύει, το ζήτημα είναι ότι ο ανταγωνισμός των ερεθισμάτων είναι πια εδραιωμένος ως εναλλακτική μεθοδολογική και ερμηνευτική πρόταση. Σκοπός άλλωστε των Lee & Blake δεν ήταν να αμφισβητήσουν τα ευρήματα του Λογοθέτη αλλά να σχετικοποιήσουν τον γενικευτικό χαρακτήρα που τους αποδίδεται. Το πόσο σημαντικά βέβαια είναι τα δεδομένα που έδωσε ο Λογοθέτης φαίνεται από την ανάγκη των Lee & Blake (1999) να ορίσουν ξανά τι *δεν* είναι ο ανταγωνισμός των ματιών. «Ο ανταγωνισμός των ματιών δε σημαίνει ότι η όραση του ενός μόνο ματιού είναι κυρίαρχη ανά πάσα στιγμή κατά τον ανταγωνισμό (...) ο ανταγωνισμός των ματιών απλά σημαίνει ότι είτε το ένα είτε το άλλο μάτι συμβάλλουν μέσω των τοπικών ζωνών στο κυρίαρχο αντίλημμα» (Lee & Blake, 1999). Η διαφορά σε σχέση με προηγούμενες διατυπώσεις βεβαίως είναι εμφανής ενώ οι τοπικές οφθαλμικές ζώνες ως ένα μέσο μέσω του οποίου γίνεται η μετάδοση του σήματος κυριαρχίας έρχονται να εξισορροπήσουν και να εκλεπτύνουν τις αρχικές, πιο ακραίες θέσεις του ανταγωνισμού των ματιών, όπως διατυπώθηκαν μια δεκαετία περίπου νωρίτερα.

Σε παρόμοια λογική κινείται και η έρευνα των Kovacs et al. (1996), μια από τις επίσης πιο πολυαναφερόμενες μελέτες στο πεδίο του ανταγωνισμού, που ενισχύει κατά κάποιο τρόπο την υπόθεση ανταγωνισμού των ερεθισμάτων. Αν οι Logothetis et al. (1996) κατένειμαν τα ενοποιητικά χαρακτηριστικά ενός αντιλήμματος στο χρόνο, οι Kovacs et al. (1996) τα κατένειμαν στο χώρο. Θεωρούν ότι τα ερεθίσματα που παραδοσιακά χρησιμοποιούνται για το διοφθάλμιο ανταγωνισμό δεν μπορούν να δώσουν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με το εάν η κυριαρχία ενός αντιλήμματος

προέρχεται από ανταγωνισμό ματιών ή ερεθισμάτων μιας και τα ερεθίσματα που συνήθως επιλέγονται αποτελούνται από συνεκτικά σχήματα¹³. Έτσι για να μπορέσουν να κατανοήσουν τι πραγματικά συμβαίνει αποσυνέδεσαν τη συνοχή του σχήματος από το μάτι στο οποίο παρουσιάζεται, κατανέμοντας τα χαρακτηριστικά που ομαδοποιούν την αντίληψη ανάμεσα στα δύο μάτια. Εάν ισχύει η υπόθεση ανταγωνισμού των ματιών, η οποία αποκλείει ενδοφθάλμιες αλληλεπιδράσεις, τότε οι εικόνες θα ανταγωνιστούν ως έχουν (Εικόνα 2-πάνω). Αν ωστόσο ισχύει η υπόθεση ανταγωνισμού των αντιληπτικών αναπαραστάσεων των ερεθισμάτων, τότε στη διεργασία του ανταγωνισμού θα παρέμβουν διεργασίες *αντιληπτικής ομαδοποίησης* συνδυάζοντας τις πληροφορίες **και από τα δύο** μάτια προκαλώντας ανταγωνισμό ανάμεσα σε συνεκτικά διοφθάλμια αντιλήμματα (Εικόνα 2-κάτω). Βρήκαν, λοιπόν, ότι σε ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό των αναφορών των συμμετεχόντων το κυρίαρχο αντίλημμα ήταν συνεκτικό, επιβεβαιώνοντας την υπόθεση περί ανταγωνισμού των ερεθισμάτων, χωρίς ωστόσο να αποκλείουν την επίδραση του ματιού από το οποίο προέρχεται η πληροφορία. Αυτό που προκύπτει από τη συγκεκριμένη έρευνα πάντως είναι ότι το βάθος της καταστολής είναι τόσο ώστε να επιτρέπει την περαιτέρω ανάλυση της πληροφορίας και να καθορίσει τελικά την αντιληπτική κυριαρχία. «Ένα μάτι μόνο δεν είναι υπεύθυνο για την κυριαρχία» (Blake, 2001). Ο εγκέφαλος προσπαθεί να βγάλει νόημα και από τις δύο εικόνες μαζί χωρίς να καταπιέζει απλά την πληροφορία που δέχεται από το ένα μάτι (Kovacs et al. 1996). Μια εναλλακτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων μπορεί να δοθεί εάν μπει στο παιχνίδι η έννοια της **προσοχής**. Οι Ooi & He (1999) θεωρούν ότι μια από τις λειτουργίες της προσοχής έγκειται στο ότι «διαλέγει, διατηρεί και συνδέει» το αντικείμενο ενδιαφέροντος, αποτρέποντας έτσι στην περίπτωση του ανταγωνισμού την εμφάνιση μεικτής κυριαρχίας. Έτσι μπορεί διεργασίες της προσοχής να είναι υπεύθυνες για αυτή την ενοποίηση μιας κατακερματισμένης αντίληψης σε ένα περιεχόμενο που έχει κάποιο νόημα και να είναι αυτές υπεύθυνες για την αντίληψη συνεκτικών αντιλημμάτων που παρατήρησαν οι Kovacs et al (1996). «Η προσοχή μπορεί να έφερε σε κυριαρχία ένα μεικτό ερέθισμα, να το διατήρησε σε αυτή την αντιληπτική κατάσταση και κατόπιν να διαχύθηκε σε όλη την οπτική σκηνή για να βοηθήσει τον συμμετέχοντα να σχηματίσει μια ενιαία εικόνα» (Ooi & He, 1999).

¹³ Κάνουν μάλιστα μια κριτική στο άρθρο των Logothetis et al. (1996) σχετικά με μια ενδεχόμενη επίδραση της αδράνειας (inertia) σημειώνοντας ότι «ενδέχεται οι περίοδοι κυριαρχίας να ξεκινάνε από την ενδοφθάλμια καταστολή αλλά η αδράνεια μπορεί να τα εμποδίζει από το να εξαφανιστούν γρήγορα εξαιτίας της ανταλλαγής που συμβαίνει (Kovacs et al. 1996, σελ. 15511)».



Εικόνα 2: Στο πάνω μέρος παρουσιάζονται τα ερεθίσματα που παρουσίασαν οι Kovacs et al. (1996) και στο κάτω το ενδεχόμενο αντιληπτικό αποτέλεσμα

Αξίζει να σημειωθεί, ότι η ενδοφθάλμια ομαδοποίηση στον ανταγωνισμό είχε ήδη παρατηρηθεί νωρίτερα (1965) από τον Whittle (Blake, 2005) ο οποίος είχε μιλήσει για *συγχρονισμένη επικράτηση* κατά τον ανταγωνισμό εφόσον υπάρχουν χαρακτηριστικά που σχηματίζουν ένα μοναδικό αντικείμενο. Σε αντίθεση με τους Kovacs et al. (1996) ωστόσο ο Whittle (Blake, 2005), και αργότερα βεβαίως και ο ίδιος ο Blake (2001) που είναι αντίθετος με την αυτή την ερμηνεία του ανταγωνισμού, απέδωσε τον ‘συγχρονισμό’ αυτό σε συνεργατικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε *τοπικές ζώνες* στις οποίες μεταδίδεται ο ανταγωνισμός. Και αυτός είναι ένας ακόμη τρόπος εναλλακτικής ερμηνείας της μορφικής ομαδοποίησης που παρατηρείται κατά τον ανταγωνισμό, και εν μέρει εξηγεί και την αναγκαιότητα της συμπληρωματικής διάταξης που χρησιμοποίησαν οι Kovacs et al. (1996). Ταυτόχρονα η ύπαρξη των τοπικών οφθαλμικών ζωνών συνάδει και με ένα από τα πιο ιδιαίτερα φαινομενολογικά χαρακτηριστικά του ανταγωνισμού: την μεικτή κυριαρχία και την μεταβατική φύση του φαινομένου (Blake et al., 1998). Η μεταβατική φύση αναφέρεται στο σταδιακό τρόπο με τον οποίο η κυρίαρχη εικόνα παραχωρεί την θέση της στην εικόνα που είναι κατεσταλμένη, έτσι ώστε συχνά είναι ορατές και οι δύο εικόνες μαζί. Οι Wilson, Lee, Blake (2001) αργότερα στηρίχτηκαν σε αυτή την ιδέα των τοπικών ζωνών μέσα από τις οποίες μεταδίδονται τα ‘κύματα κυριαρχίας’ κατά τον ανταγωνισμό, υπολόγισαν την ταχύτητα μετάδοσής τους και μάλιστα την συσχέτισαν με την αμφιβληστροειδοτοπική οργάνωση του χάρτη στον πρωτοταγή οπτικό φλοιό. Το εύρημα αυτό παραπέμπει προς εμπλοκή πρώιμων περιοχών στον ανταγωνισμό, ωστόσο κανένας από τους ερευνητές δεν αποκλείει την ενδεχόμενη επίδραση ανώτερων περιοχών (Wilson et al., 2001).

Η συμβολή του οφθαλμικού παράγοντα πάντα άλλωστε θα τονίζεται από όσους υποστηρίζουν την θεωρία που εξηγεί τον ανταγωνισμό βάσει των οφθαλμικών αλληλεπιδράσεων. Το σημαντικό είναι ότι και ο παράγοντας του ερεθίσματος είναι αναγκαίος για προκειμένου να ερμηνεύονται πειραματικά δεδομένα, διαμορφώνοντας μια νέα συνιστώσα στο διαλεκτικό παιχνίδι για την ερμηνεία του φαινομένου του ανταγωνισμού. Και εδώ έγκειται και η δυναμική της εναλλακτικής πρότασης του ανταγωνισμού των ερεθισμάτων: 1) Προσφέρει μια νέα ερμηνεία σε πειραματικά δεδομένα που η οφθαλμική θεώρηση του ανταγωνισμού από μόνη της αδυνατούσε να εξηγήσει (αισθητηριακή – αντιληπτική απώλεια, επίδραση ανώτερων παραγόντων, συγχρονισμένη επικράτηση). 2) Συνεπάγεται έναν πιο ύστερο εντοπισμό του φαινομένου και κατά συνέπεια τη συμμετοχή περισσότερο ‘γνωστικών’ διεργασιών κατά τις αντιληπτικές εναλλαγές. 3) Σε μεθοδολογικό επίπεδο στρέφει το ενδιαφέρον στο ερώτημα πόσο αποτελεσματικό μπορεί να είναι ένα ερέθισμα που παρουσιάζεται στο καταπιεσμένο μάτι (πόση πληροφορία διατηρείται δηλ. και όχι στο πόση χάνεται) ενώ εφεξής κάθε έρευνα καλείται πια να ελέγξει και τις δύο αντιτιθέμενες προτάσεις.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα η έρευνα που πραγματοποίησαν οι Alais & Parker (1999). Χρησιμοποίησαν την μέθοδο ελέγχου (για την οποία έγινε λόγος παραπάνω) προκειμένου να ελέγξουν εάν ισχύει η υπόθεση ανταγωνισμού των ερεθισμάτων. Δεδομένου ότι το βάθος της καταστολής συνδέεται με την επιλεκτικότητα και τη κάθε θεωρία με αντίθετο τρόπο, προσπαθούν να το συναρτήσουν με το είδος του ερεθίσματος ελέγχου. Με πιο απλά λόγια, διατυπώνουν την εξής υπόθεση: εάν χρησιμοποιήσουν ως ερέθισμα ελέγχου ένα ερέθισμα που είναι διαφορετικό (κινούμενο ερέθισμα) από το ερέθισμα ανταγωνισμού (πρόσωπο), τότε η ανίχνευσή του δεν θα πρέπει να επηρεαστεί από την καταστολή. Εφόσον η υπόθεση ανταγωνισμού των ερεθισμάτων υποστηρίζει ότι στον ανταγωνισμό εμπλέκονται μόνο όσοι νευρώνες ‘ασχολούνται’ με το ερέθισμα, ενώ οι άλλοι παραμένουν ανεπηρέαστοι, αναμένεται ότι εάν εισαχθεί ένα ερέθισμα ελέγχου που δεν εμπλέκει τους ίδιους νευρώνες (σε σχέση με αυτούς που εμπλέκει το ανταγωνιζόμενο ερέθισμα) τότε η ανίχνευσή του δε θα επηρεαστεί από την καταστολή. Με άλλα λόγια αναμένεται ελάχιστο έως και μηδενικό βάθος καταστολής. Έτσι υπολογίζουν τους ουδούς ανίχνευσης για την καταστολή και την κυριαρχία σε συνθήκες όπου το ερέθισμα ελέγχου είναι είτε ίδιο είτε διαφορετικό από τα ερεθίσματα ανταγωνισμού. Βρίσκουν ότι η απώλεια ευαισθησίας είναι μηδενική

στην περίπτωση ανομοιότητας (πρόσωπο ως ανταγωνιζόμενο ερέθισμα-κινούμενο σχήμα ως ερέθισμα ελέγχου) ενώ κοντά στο 25% στην περίπτωση όπου τα ερεθίσματα ανταγωνισμού και ελέγχου είναι ίδια (πρόσωπο –πρόσωπο). Περίπου τα ίδια ευρήματα μας δίνει και η μελέτη των Bhardwaj et al. (2008) οι οποίοι προσπαθούν να εντοπίσουν διαφορά στο βάθος καταστολής ανάμεσα στον συμβατικό ανταγωνισμό ανάμεσα στα μάτια, όπως λένε, και ανάμεσα στον ανταγωνισμό των εικόνων ή αλλιώς εναλλασσόμενο ανταγωνισμό (swap rivalry) του Λογοθέτη. Βρίσκουν επίσης ότι το βάθος καταστολής μειώνεται σημαντικά στην δεύτερη περίπτωση, ενώ για τον συμβατικό ανταγωνισμό κυμαίνεται περίπου στα ίδια επίπεδα με προηγούμενες έρευνες. Το ενδιαφέρον είναι ότι για τους μεν Alais & Parker (1999) τα ευρήματα παραπέμπουν προς ένα φαινόμενο πολύπλοκο που συμβαίνει σε πολλαπλά στάδια ενώ για τους Bhardwaj et al. (2008) συνιστούν ένδειξη με το ότι έχουμε να κάνουμε μάλλον με δύο διακριτά φαινόμενα.

Η αλήθεια είναι ότι το τοπίο είναι αρκετά μπερδεμένο καθώς τελικά ο τρόπος με τον οποίο θέτει κανείς ένα ερώτημα μάλλον επηρεάζει μάλλον περισσότερο από όσο θα έπρεπε, με βάση τουλάχιστον την αντικειμενικότητα που προαπαιτείται όταν κανείς προβαίνει σε επιστημονικά συμπεράσματα, την απάντηση που θα δοθεί τελικά. Και είναι εξαιρετικά δύσκολο για έναν απλό μελετητή του διοφθάλμιου ανταγωνισμού να αποφασίσει να ελέγξει τελικά την ορθότητα δύο θεωριών που μοιάζουν να είναι ολότελα αντίθετες, σε μια πρώτη ανάγνωση τουλάχιστον. Και αυτό που ενισχύει αυτή τη δυσκολία, δεν είναι η συνοχή που έχουν ούτως ή άλλως οι δύο ερμηνευτικές προτάσεις, αλλά το γεγονός ότι και οι δύο πλαισιώνονται από πολύ αξιολογες πειραματικές δουλειές, μέρος μόνο των οποίων έχει παρουσιαστεί έως τώρα. Το δύσκολο του εγχειρήματος αποδεικνύεται άλλωστε από την ίδια την ιστορία μελέτης του διοφθάλμιου ανταγωνισμού, την οποία ο Blake (2001) πολύ εύστοχα παρομοιάζει με ένα «εκκρεμές» (pendulum) που κινείται ανάμεσα στην κλασσική ‘γνωσιακή’ προσέγγιση (π.χ. Helmholtz, Logothetis) και στην εναλλακτική θεωρία μιας χαμηλού επιπέδου επεξεργασίας (π.χ. Levelt, Blake). Η πρώτη θεώρηση κυριάρχησε από την αρχή μελέτης του φαινομένου μέχρι την δεκαετία του εξήντα, οπότε άρχισε να κερδίζει έδαφος η θεωρία χαμηλού επιπέδου που παρέμεινε κυρίαρχη για τρεις δεκαετίες ακόμα, ενώ η δουλειά του Λογοθέτη επανέφερε την κλασσική προσέγγιση στο προσκήνιο (Blake 2001· Blake & Logothetis 2002) για να αποδείξει μάλλον ότι χρειαζόμαστε και τις δύο προσεγγίσεις προκειμένου να εξηγηθεί ολοκληρωμένα το φαινόμενο.

4. Η ΝΕΥΡΩΝΙΚΗ ΒΑΣΗ ΤΟΥ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ

Μια πραγματικά όμως ολοκληρωμένη εξήγηση του φαινομένου οφείλει να λάβει υπόψη της τι συμβαίνει στο νευρωνικό υπόστρωμα. Με δεδομένο το γεγονός ότι οι δυο θεωρίες προτείνουν διαφορετική εντόπιση του φαινομένου, είναι εύλογο να δει κανείς αν υφίσταται και πως το δίλημμα *τι είναι αυτό που ανταγωνίζεται κατά τον ανταγωνισμό* και σε νευρωνικό πια επίπεδο. Κάποια μοντέλα ανταγωνισμού χαμηλού επιπέδου εντοπίζουν τον έξω γονατώδη πυρήνα (LGN) ως το ιδανικό υπόστρωμα του ανταγωνισμού εξαιτίας της ανταγωνιστικής και αυστηρά διαχωρισμένης συνδεσμολογίας του (Lehky, 1988 όπως αναφέρεται σε Tong, 2001). Το μοντέλο του Blake (1989) που εξηγεί τον ανταγωνισμό βάσει αμφίδρομων ενδοφθάλμιων ανασταλτικών αλληλεπιδράσεων εντοπίζει την V1 ως το σημείο εκκίνησης του ανταγωνισμού, εφόσον είναι η μόνη περιοχή που περιέχει μονοφθάλμιους νευρώνες επιλεκτικούς στον προσανατολισμό, οι οποίοι άλλωστε είναι και υπεύθυνοι για την έκλυση του φαινομένου, σύμφωνα πάντα με τον Blake (1989). Αντίστοιχα, η ανωτέρου επιπέδου προσέγγιση απαιτεί μια ύστερη εντόπιση, πέρα της V1 (αν και ο ρόλος της περιοχής αυτής σε σχέση με την συνείδηση κάθε άλλο παρά ξεκάθαρος είναι), εκεί όπου λαμβάνονται οι αποφάσεις για το πιο ερέθισμα τελικά θα «αποκτήσει πρόσβαση» στην οπτική επίγνωση (Logothetis 1998). Το δίλημμα επομένως σχετικά με την ‘υψηλή’ ή ‘χαμηλή’ προέλευση του φαινομένου, όπως διατυπώθηκε από την αρχή, με νευροφυσιολογικούς – νευροαπεικονιστικούς όρους διατυπώνεται ως ένα ερώτημα σχετικά με *το που στο οπτικό σύστημα ξεκινά ο ανταγωνισμός και σε ποιο σημείο έχει επιλυθεί* και είναι ενδιαφέρον να δει κανείς πως εμπλουτίζεται η ‘διαμάχη’

4.1 ΗΛΕΚΤΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

Μελέτες ηλεκτροφυσιολογίας έχει πραγματοποιήσει ο Λογοθέτης με τους συνεργάτες του (π.χ. Logothetis & Schall, 1989· Leopold & Logothetis, 1996) με σκοπό να διερευνήσει τη σχέση νευρωνικής δραστηριότητας και αντίληψης κατά το διοφθάλμιο ανταγωνισμό. Το ζητούμενο σε αυτές τις έρευνες είναι να εντοπιστούν νευρώνες που ‘ακολουθούν’ κατά κάποιο τρόπο την αντίληψη, νευρώνες δηλ. που τροποποιούν τη δραστηριότητά τους ανάλογα με την αντιληπτική αλλαγή, η οποία υπενθυμίζεται ότι στον ανταγωνισμό συμβαίνει αυτόματα. Εάν αυτοί οι νευρώνες εντοπίζονται σε πρώιμες οπτικές περιοχές, όπως η V1, τότε η υπόθεση του Blake

είναι εύλογη. Διαφορετικά η θεωρία του ανταγωνισμού των ερεθισμάτων έχει ένα αδιάσειστο και άμεσο πειραματικό έρεισμα. Οι Leopold & Logothetis (1996) πραγματοποίησαν μια έρευνα με άμεση καταγραφή της δραστηριότητας των νευρώνων (single unit recording) σε πιθήκους με σκοπό να ελέγξουν την υπόθεση ενδοφθάλμιας αναστολής των μονοφθάλμιων νευρώνων. Υπήρχαν ήδη κάποια ευρήματα από προηγούμενη έρευνα (Logothetis & Schall, 1989) που έδειχναν ότι σε συνθήκες ανταγωνισμού κίνησης υπάρχουν νευρώνες που τροποποιούν την δραστηριότητά τους με βάση την αντίληψη στη μέση κροταφική περιοχή (MT). Ωστόσο επειδή αυτή η περιοχή δέχεται συνδέσεις και από την V1 και επειδή δεν ήξεραν οι ερευνητές αν η παρατηρούμενη συσχέτιση δραστηριότητας και αντίληψης είναι αποκλειστικά ιδιότητα της MT ή και της V1 (Logothetis 1998), οι Leopold & Logothetis (1996) μελέτησαν τι συμβαίνει και σε πρώιμες περιοχές. Έτσι αφού είχαν εκπαιδεύσει κατάλληλα δύο πιθήκους στο έργο της αναφοράς της αντίληψής τους σε συνθήκες ανταγωνισμού με ερεθίσματα διαφορετικού προσανατολισμού, μελέτησαν την δραστηριότητα των νευρώνων σε σχέση με την ορατότητα του ερεθίσματος στις περιοχές V1/V2, V4 και MT. Βρήκαν, λοιπόν, ότι το ποσοστό των νευρώνων που τροποποιεί την δραστηριότητά του με βάση το τι γίνεται αντιληπτό αυξάνεται προοδευτικά σε ανώτερες ιεραρχικά οπτικές περιοχές, ενώ υπάρχει και ένα σημαντικό ποσοστό νευρώνων (μεγαλύτερο στις πρώιμες περιοχές μικρότερο στις ύστερες) που πυροδοτεί ανεξάρτητα από την κατάσταση κυριαρχίας (ακόμα δηλ. και όταν το προτιμώμενο ερέθισμα είναι κατεσταλμένο κάποιοι νευρώνες συνεχίζουν και πυροδοτούν). Τα ευρήματα αυτά καταρρίπτουν την υπόθεση του οφθαλμικού ανταγωνισμού σε δύο σημεία: 1. Η V1 είναι απίθανο να είναι ο τύπος της καταστολής εφόσον φαίνεται να επηρεάζεται λιγότερο από τον ανταγωνισμό 2. Η υπόθεση καθολικής καταστολής δεν ευσταθεί, εφόσον πολλοί νευρώνες συνεχίζουν να λειτουργούν κατά την διάρκεια της φαινομενικής καταστολής και σε πολλές μάλιστα περιοχές: το 80%¹⁴ των νευρώνων της V1/V2 και το 60% των νευρώνων της MT δεν εξαρτώνται από την αντίληψη (Leopold & Logothetis, 1996). Το τελευταίο εύρημα ενδεχομένως να μπορεί να εξηγήσει και τα ευρήματα σχετικά με μετεικάσματα, που δείχνουν ότι η προσαρμογή ξεφεύγει της καταστολής. Το ερώτημα βεβαίως σχετικά με το ποιοι νευρώνες ακολουθούν την αντίληψη παραμένει. Στην έρευνα που μόλις παρουσιάστηκε απλά είδαμε ότι υπάρχουν κάποιοι

¹⁴ Εννοείται εδώ ότι το ποσοστό αφορά τους καταγεγραμμένους νευρώνες και όχι το σύνολο των περιοχών

τέτοιοι νευρώνες σε πρώιμες περιοχές, ωστόσο το ποσοστό είναι εξαιρετικά χαμηλό (18% στην V1, 38% στην V4, 43% στην MT) για να γίνει λόγος για καθαρά αντιληπτικές περιοχές. Και ίσως και τα μικρά ποσοστά που παρατηρήθηκαν να οφείλονται και σε ανάδρομες (feedback) συνδέσεις από ανώτερες οπτικές περιοχές (Logothetis 1998). Έτσι, σε μια ακόλουθη έρευνα (Sheinberg & Logothetis, 1997) μελετήθηκε με τον ίδιο τρόπο η ‘συμπεριφορά’ μεμονωμένων νευρώνων σε ανώτερες περιοχές όπως είναι ο κάτω κροταφικός φλοιός (inferotemporal cortex) και η άνω κροταφική αύλακα (superior temporal sulcus), που είναι γνωστό ότι συνδέονται και με τις αναπαραστάσεις των αντικειμένων και την οπτική αναγνώριση τους (Logothetis 1998). Βρέθηκε ότι η πλειοψηφία των νευρώνων σε αυτές τις περιοχές ακολουθεί τις αντιληπτικές διακυμάνσεις (85-90%) ενώ δεν βρέθηκαν νευρώνες που να διεγείρονται κατά την καταστολή (σε αντίθεση με τις πρώιμες περιοχές). Συνεπώς, οι ερευνητές συνάγουν το συμπέρασμα ότι σε αυτές τις περιοχές πια ο ανταγωνισμός μάλλον έχει επιλυθεί και μπορεί ίσως και να γίνει λόγος και για τα «φυσιολογικά σύστοιχα της αντιληπτικής συνείδησης» (Sheinberg & Logothetis, 1997). Το συμπέρασμα είναι ίσως βιαστικό γιατί ακόμα δεν ξέρουμε ποια ακριβώς είναι η σχέση μεταξύ ρυθμού πυροδότησης και αντίληψης και σε ποια ακριβώς πλευρά της νευρωνικής δραστηριότητας μπορούμε να αναζητάμε τα αντιληπτικά σύστοιχα (ίσως απλά να είναι θέμα συγχρονισμού δραστηριότητας ενός πληθυσμού νευρώνων, Crick & Koch, 1995). Απουσία άλλωστε αλλαγών στο ρυθμό πυροδότησης δεν συνεπάγεται απαραίτητα απουσία αντιληπτικής αλλαγής (Blake & Logothetis, 2002). Ωστόσο στο βαθμό που ενδιαφέρει την παρούσα προβληματική σχετικά με τον εντοπισμό του διοφθάλμιου, τα δεδομένα που μας έχουν δώσει αυτές οι έρευνες είναι σαφέστατα υπέρ ενός ανταγωνισμού που αντανακλάται κατά βάση στους διοφθάλμιους νευρώνες που βρίσκονται σε ανώτερες οπτικές περιοχές και που ευθύνονται για την αναπαράσταση των ερεθισμάτων.

4.2 ΠΡΟΚΛΗΤΑ ΟΠΤΙΚΑ ΔΥΝΑΜΙΚΑ (VISUALLY EVOKED POTENTIAL- VEP)

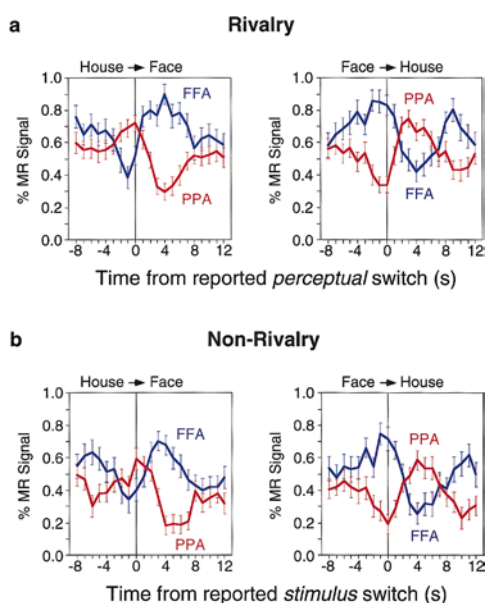
Οι μελέτες που έχουν γίνει με την μέθοδο πρόκλησης οπτικών δυναμικών ενέργειας από την άλλη μάλλον στηρίζουν τις υποθέσεις για μια πρώιμη αναστολή. Οι Brown & Norcia (1997), στην πιο προσεκτική μελέτη που έχει γίνει με αυτή την μέθοδο (σύμφωνα με τους Blake & Logothetis, 2002), επιχειρούν μια καταγραφή των φυσιολογικών εναλλαγών που συμβαίνουν κατά τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό για να τις συγκρίνουν κατόπιν με τις αντιληπτικές εναλλαγές, όπως τις αναφέρουν οι συμμετέχοντες. Έτσι διαλέγοντας τα κατάλληλα ερεθίσματα (έτσι ώστε να παράγει το

καθένα διαφορετική VEP απάντηση) καταφέρνουν να δείξουν μια άμεση σχέση μεταξύ υποκειμενικών και φυσιολογικών μεταβάσεων και μάλιστα δείχνουν ότι τα σήματα που αφορούν τα δύο μάτια έχουν μια αρνητική συσχέτιση (όταν το ένα μάτι είναι κυρίαρχο, το σήμα που αντιστοιχεί στο κατεσταλαμένο μάτι εξασθενεί τελείως), οδηγώντας τους στο σημείο να μιλήσουν και για *φυσιολογική καταστολή* του ματιού. Τα ερεθίσματα βέβαια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αρκετά μεγάλα, κάτι που οδηγεί συνήθως στην εμφάνιση τμηματικού ανταγωνισμού (Blake 2001) και αυτό από μόνο του σχετικοποιεί την ισχύ των συμπερασμάτων τους, ενώ τα ελλείμματα της ίδιας μεθόδου είναι γνωστά, καθώς δεν επιτρέπει ακριβή χωρικό εντοπισμό (Blake & Logothetis, 2002).

4.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING - fMRI)

Σε αντίθεση με τη μέθοδο πρόκλησης οπτικών δυναμικών ενέργειας, το fMRI προσφέρει μια αρκετά καλή χωρική ανάλυση που επιτρέπει στους ερευνητές να βγάλουν πιο ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την εντόπιση τουλάχιστον κάποιων περιοχών (βλ. Menon & Kim, 1999 για μια κριτική αποτίμηση των δυνατοτήτων αλλά και περιορισμών του fMRI) και φυσικά δεν λείπουν οι μελέτες που έκαναν χρήση της μεθόδου προκειμένου να βγουν κάποια συμπεράσματα σχετικά με το διοφθάλμιο ανταγωνισμό. Μία από τις πρώτες και πολύ γνωστές μελέτες είναι αυτή που πραγματοποίησαν οι Tong et al. (1998), οι οποίοι παρακολούθησαν την τροποποίηση της νευρωνικής δραστηριότητας σε ανώτερες οπτικές περιοχές σε συνθήκες ανταγωνισμού. Τα διχοπτικά τους ερεθίσματα ήταν πρόσωπα και σπίτια, καθώς είναι γνωστό ότι τα μεν πρόσωπα διεγείρουν μια ειδική περιοχή για τα πρόσωπα στην ατρακτοειδή έλικα (face fusiform area- FFA) ενώ τα σπίτια κατά την παρουσίασή τους ενεργοποιούν μια περιοχή στον παραιπποκάμπειο φλοιό επιλεκτική σε τόπους (parahippocampal place area- PPA). Αυτό που παρατήρησαν είναι μια άμεση συσχέτιση της οπτικής επίγνωσης και της δραστηριότητας σε αυτές τις περιοχές: όταν οι συμμετέχοντες δήλωναν ότι έβλεπαν σπίτια υπήρχε αύξηση της ενεργοποίησης στην PPA και αντίστοιχη πτώση στην FFA, ενώ το αντίστροφο όταν έβλεπαν πρόσωπα. Στη συνέχεια έλεγξαν εάν το επίπεδο δραστηριότητας είναι ίδιο με συνθήκες φυσικής εναλλαγής των ερεθισμάτων. Διαπίστωσαν ότι οι αλλαγές ήταν ποσοτικά ισοδύναμες για τις συνθήκες ανταγωνισμού και φυσικών εναλλαγών, κάτι που τους οδήγησε στο εύλογο συμπέρασμα ότι σε αυτές τις περιοχές του οπτικού συστήματος αντανakλάται το ερέθισμα που γίνεται αντιληπτό (και όχι το ερέθισμα

που παρουσιάζεται στον αμφιβληστροειδή) άρα μάλλον ο ανταγωνισμός έχει πλήρως επιλυθεί μέχρι σε αυτό το στάδιο της οπτικής οδού (Tong et al. , 1998). Αυτό το εύρημα συμφωνεί ποιοτικά και με τα ευρήματα των Sheinberg & Logothetis (1997) σχετικά με τον κάτω κροταφικό φλοιό στους πιθήκους, η οποία περιοχή θεωρείται ομόλογη των PPA-FFA που εξετάζονται στο παρόν άρθρο (Tong 2001). Ωστόσο διαφέρει στην ένταση τροποποίησης σήματος, καθώς οι Sheinberg & Logothetis (1997) είχαν βρει ότι σε σχέση με τις πραγματικές εναλλαγές ερεθισμάτων, κατά τον ανταγωνισμό υπάρχει μια αποδυνάμωση του σήματος σχεδόν στο μισό.



Εικόνα 3: Μέση δραστηριότητα για τις περιοχές FFA(μπλε) και PPA(κόκκινο) κατά τις αντιληπτικές μεταβάσεις από σπίτι σε πρόσωπο και αντίστροφα, σε συνθήκη ανταγωνισμού (a) και μη (b), από Tong et al., 2001

Το καίριο ερώτημα που βεβαίως παραμένει είναι που τελικά ξεκινάει ο ανταγωνισμός. Αν οι Tong et al. (1998) μας είπαν που επιλύεται, οι Polonsky et al. (2000) θα προσπαθήσουν να δουν που ξεκινάει, ελέγχοντας την fMRI δραστηριότητα που σχετίζεται με τις αντιληπτικές αναφορές κατά τον ανταγωνισμό σε διάφορες περιοχές της οπτικής οδού (V1,V2,V3,V4). Χρησιμοποίησαν ερεθίσματα διαφορετικής αντίθεσης, που είναι γνωστό ότι προκαλούν διαφορετικές fMRI απαντήσεις, και βρήκαν ότι η δραστηριότητα στην V1 επηρεάζεται τελικά από τις αντιληπτικές εναλλαγές κατά τον ανταγωνισμό, εύρημα συναφές με τη θεωρία του ενδοφθάλμιου ανταγωνισμού. Στη συνέχεια, συνέκριναν το ποσοστά αλλαγών στη νευρωνική δραστηριότητα σε συνθήκες ανταγωνισμού και φυσικής εναλλαγής των ίδιων ερεθισμάτων, όπως έγινε και στις προηγούμενες έρευνες, και διαπίστωσαν ότι

κατά τον ανταγωνισμό το μέγεθος αλλαγής της δραστηριότητας είναι στο 45% της δραστηριότητας που παρατηρείται κατά την πραγματική εναλλαγή (με κάποιες διακυμάνσεις, για περισσότερα βλ. Polonsky et al., 2000). Το σημαντικό είναι ότι το ποσοστό αυτό είναι το ίδιο τόσο για την V1- και σε αυτό το σημείο διαφέρουν από την SUR μελέτη των Leopold & Logothetis (1996)- αλλά και για τις υπόλοιπες εξωταινωτές περιοχές (V2,V3,V4) – εδώ διαφέρουν από τους Tong et al. (1998) που υποστηρίζουν ότι σε εξωταινωτές περιοχές ο ανταγωνισμός έχει επιλυθεί. Καταβάλλουν ιδιαίτερη προσπάθεια να εξηγήσουν τις διαφορές σε σχέση με τις μελέτες του Λογοθέτη (δες Polonsky et al. 2000, σελ. 1156-1157). Εκείνο που έχει σημασία είναι ότι βγάζουν ένα σχετικά μετριοπαθές συμπέρασμα, στο οποίο προσπαθούν να τηρήσουν ίσες αποστάσεις και από τις δύο θεωρίες. Το εύρημα τους ωστόσο παραμένει πολύ σημαντικό καθώς δείχνουν ότι τελικά και η V1 εμπλέκεται στον ανταγωνισμό.

Το θέμα με την έρευνα των Polonsky et al. (2000), σύμφωνα με τον Tong (2001) είναι ότι δεν απομονώνει τους πραγματικά μονοφθάλμιους νευρώνες της V1, με αποτέλεσμα να μην ελέγχει πλήρως την θεωρία της ενδοφθάλμιας αναστολής. Αντίθετα, οι Tong & Engel (2001) βρίσκουν έναν πολύ έξυπνο τρόπο για να ξεπεράσουν αυτό το πρόβλημα. Απομονώνουν τη μοναδική περιοχή της V1 που είναι αυστηρά μονοφθάλμια και αρκετά μεγάλη για τη χωρική ανάλυση του fMRI: το τυφλό σημείο. Έτσι παρουσιάζουν διχοπτικά δύο ερεθίσματα διαφορετικού προσανατολισμού, ένα εκ των οποίων έπεφτε γύρω από το τυφλό σημείο (το οποίο συμπληρώνονταν αντιληπτικά όπως είναι γνωστό, βλ. ενδεικτικά Weil et al., 2006) και παρατήρησαν την δραστηριότητα αυτής της περιοχής σε σχέση με τις αντιληπτικές αναφορές των συμμετεχόντων. Βρήκαν ότι η διακύμανση της δραστηριότητας αυτής της περιοχής συμπίπτει πλήρως με τις αντιληπτικές εναλλαγές: υπάρχει αύξηση της ενεργοποίησης όταν γίνεται αντιληπτό το ομόπλευρο ερέθισμα (το τυφλό σημείο δέχεται inputs μόνο από το ομόπλευρο μάτι) ενώ υπάρχει πτώση της δραστηριότητας όταν γινόταν κυρίαρχο το ερέθισμα του 'τυφλού σημείου'. Επιπλέον, στη συνήθη σύγκριση με τη φυσική εναλλαγή των ερεθισμάτων σε συνθήκη που προσομοίωνε τον ανταγωνισμό, βρήκαν ότι το μέγεθος της αλλαγής στο BOLD σήμα ήταν ίδιο, σε αντίθεση με την προηγούμενη έρευνα των Polonsky et al. (2001). Για τους ερευνητές ένα τέτοιο εύρημα είναι σαφέστατα «η πρώτη απόδειξη ότι ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός επιλύεται στο μονοφθάλμιο πρωτοταγή οπτικό φλοιό», όπως ακριβώς είχε προβλέψει ο Blake (1989), «και επομένως είναι οι πρώτες

φυσιολογικές αποδείξεις που υποστηρίζουν τον ενδοφθάλμιο ανταγωνισμό» (Tong & Engel, 2001) που δείχνουν και προς μια άμεση εμπλοκή της V1 στις διεργασίες της οπτικής συνείδησης. Το εύρημα είναι όντως ισχυρό, ωστόσο δεν πρέπει να ξεχνάει κανείς τόσο τα ζητήματα που εγείρονται σχετικά με την ίδια την μέθοδο fMRI (Blake & Logothetis, 2002) όσο και την ενδεχόμενη επίδραση που μπορεί να έχουν στην δραστηριότητα της περιοχής του τυφλού σημείο έμμεσες συνδέσεις με διοφθάλμιους γειτονικούς νευρώνες που μπορεί να επηρεάζουν τελικά το σήμα που παίρνουμε από την περιοχή του τυφλού σημείου (Andrews, 1999) ή αναδρομικές (feedback) συνδέσεις από ανώτερες οπτικές περιοχές.

Τα δεδομένα βέβαια δεν σταματούν εδώ και θα ήταν πρώιμο να μιλήσει κανείς για ένα κοινό τόπο στα ευρήματα με τον οποίο συμφωνούν όλοι οι ερευνητές. Υπάρχουν άλλωστε και άλλες προτάσεις που προτείνουν τον έξω γονατώδη πυρήνα (lateral geniculate nucleus- LGN), ως το πιο πρώιμο και πρώτο στάδιο οπτικής επεξεργασίας στο οποίο είναι εμφανής ο ανταγωνισμός (Haynes et al., 2005). Και για να περιπλέξουμε το πράγμα ακόμα περισσότερο, άλλες έρευνες συνδέουν τις αντιληπτικές εναλλαγές που συμβαίνουν κατά τον ανταγωνισμό με περιοχές που δεν ανήκουν στο οπτικό σύστημα, αλλά με ένα ευρύτερο μετωπιαίο-βρεγματικό δίκτυο (frontoparietal) που παραδοσιακά έχει συνδεθεί με την χωρική προσοχή (Lumer et al., 1998). Πιο συγκεκριμένα, οι Lumer et al. (1998) βρήκαν ότι η δραστηριότητα στην εξωταινωτή περιοχή της ατρακτοειδούς έλικας και κάποιες περιοχές του μετωπιαίου-βρεγματικού φλοιού σχετίζεται με τις αντιληπτικές μεταβάσεις (transients) κατά τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό. Ήταν η πρώτη έρευνα που έδειξε την συμμετοχή τέτοιων περιοχών στον διοφθάλμιο ανταγωνισμό και επιπλέον έδειξαν ότι η συμμετοχή τους αφορούσε μόνο τις συνθήκες πολυσταθούς αντίληψης, εφόσον οι ίδιες περιοχές παρέμεναν ανενεργές σε συνθήκες απλής παθητικής (passive) θέασης (Lumer et al., 1998).

Πιο ακραίες προτάσεις, τοποθετούν τον ανταγωνισμό σε ακόμη ανώτερο επίπεδο, αυτό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων (Pettigrew & Miller, 1998). Αυτή η πρόταση υποστηρίζει, εν ολίγοις, ότι το κάθε ημισφαίριο «υιοθετεί» ένα από τα δύο ανταγωνιζόμενα ερεθίσματα και οι εναλλαγές που παρατηρούνται κατά τον ανταγωνισμό προκύπτουν από τις αλλαγές στην ενεργοποίηση των δύο ημισφαιρίων (O' Shea & Corballis, 2005). Υπάρχει μάλιστα ένα είδος νευρωνικού ταλαντωτή (oscillator) που συνδέεται με ένα γενικό, ενδογενώς καθοδηγούμενο, 'συντονιστή' των βιολογικών ρυθμών (π.χ. κερκαδιανός ρυθμός), που είναι και υπεύθυνος για τις

αντιληπτικές εναλλαγές που παρατηρούνται κατά τον ανταγωνισμό, λειτουργώντας σαν ένα είδος ‘διακόπτη’ (Pettigrew & Carter, 2005). Αν και πρόκειται για μια μάλλον ακραία πρόταση και περισσότερο υποθετική –μιας και το ‘ρολόι’ που συντονίζει τον νου δεν έχει βρεθεί πουθενά στον εγκέφαλο-, εντούτοις έχει κάποια αξία καθώς έχει αποτελέσει αφορμή για να μελετηθεί ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός σε ασθενείς. Μερικοί μάλιστα προτείνουν ότι ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός θα μπορούσε να αποτελέσει μπορεί και να αποτελέσει ένα χρήσιμο διαγνωστικό επικουρικό εργαλείο για την ανίχνευση ή επιβεβαίωση ψυχιατρικών διαταραχών (Miller et al., 2003· Nagamine et al. 2009). Ωστόσο πρόκειται για πρόταση που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Δεν είναι άλλωστε η μόνο διαφορετική εναλλακτική πρόταση. Υπάρχουν αρκετοί ερευνητές που πιστεύουν ότι ο ανταγωνισμός δεν αφορά καν το οπτικό σύστημα στο σύνολό του αλλά μόνο ένα από τα δύο μονοπάτια, στα οποία χωρίζεται το οπτικό σύστημα, την μικροκυτταρική (parvocellular) και μεγαλοκυτταρική (magnocellular) οδό (ενδεικτικά βλ. Andrews & Blakemore, 1999 · Carlson & He, 2000 · Carney et al., 1987).

4.4 ΤΙ ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ ΤΕΛΙΚΑ;

Η διαμάχη σχετικά με τον ανταγωνισμό φαίνεται μάλλον να ενισχύεται παρά να οδεύει προς λήξη από τα νευροφυσιολογικά και νευροαπεικονιστικά δεδομένα. Σε αδρές γραμμές είδαμε ότι δεδομένα που προέρχονται και από αυτό το πεδίο υποστηρίζουν είτε την μία είτε την άλλη εξηγητική εκδοχή του ανταγωνισμού. Τι συμβαίνει όμως τελικά και πως θα μπορούσε να συμφιλιώσει κανείς τα αντιφατικά δεδομένα που έχουμε από τις μελέτες ηλεκτροφυσιολογίας του Λογοθέτη για παράδειγμα με αυτά που έχουμε από τις μελέτες νευροαπεικόνισης του Tong;

Όλα αυτά τα δεδομένα, αν διαβαστούν σε συνδυασμό με τα δεδομένα που έχουμε από τις ψυχοφυσικές μελέτες καθιστούν ίσως εύλογη την εύρεση μιας μέσης οδού, μιας συμβιβαστικής πρότασης. Μια τελική άρση του διλήμματος πάντως δεν έχει επέλθει ακόμα, ωστόσο η σύγχρονη έρευνα κινείται σε αυτό το πλαίσιο και προσπαθεί να συμβιβάσει τα διαφορετικού τύπου ευρήματα με διάφορους τρόπους. Η απόσταση άλλωστε που έχει διανύσει η έρευνα από την εποχή που ο Blake (1989) υποστήριζε ότι η καταστολή του ματιού είναι ολική και λειτουργεί σαν ένα σκότωμα (Blake & Fox, 1974) μέχρι την τωρινή εποχή είναι εμφανής. Ο κύκλος αντιθέσεων, που ξεκίνησε τον προηγούμενο αιώνα, συνέχισε να τροφοδοτείται συστηματικά για πολύ καιρό ακόμα, όπως είδαμε από αυτήν την σύντομη –και αναπόφευκτα ελλειπή–

παρουσίαση της έρευνας στο πεδίο του διοφθάλμιου ανταγωνισμού, καθώς το φαινόμενο συνέχισε να μελετάται εκτεταμένα από διάφορων ειδών ερευνητές που υποστήριξαν διαφορετικές κάθε φορά θέσεις. Αυτό ωστόσο που μπορεί κανείς να εντοπίσει ως ‘κληρονομιά’ αυτού του παιχνιδιού αντιθέσεων είναι ότι σύγχρονες δημοσιεύσεις με τον έναν ή με τον άλλο τρόπο να απαντούν σε κάθε μία από τις δύο αυτές εξηγητικές προτάσεις (ενδεικτικά βλ. Alais & Parker, 2006 · Bhardwaj et al., 2008 · Blake & Logothetis, 2002 · Kovacs et al., 1996 · Tong, 2001). Οι δύο άλλωστε εναλλακτικές ερμηνείες υποστηρίζονται από αρκετά ισχυρά πειραματικά δεδομένα, και μάλλον έπρεπε να έρθουν σε αντιπαράθεση προκειμένου να οδηγηθούμε σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που μελετά όλες τις πλευρές του διοφθάλμιου ανταγωνισμού. Και ακόμη πιο σημαντικό είναι το γεγονός ότι και οι δύο προτάσεις παράγουν σαφείς προβλέψεις σχετικά με το τι μπορεί να συμβαίνει και στο νευρωνικό επίπεδο. Υπάρχει άλλωστε και ένας κοινός βασικός άξονας στον οποίο δομούνται: η αμοιβαία αναστολή οδηγεί σε ανταγωνισμό (Blake, 1989 · Leopold & Logothetis, 1996). Η διαφορά των δύο θεωριών είναι ως προς το ‘πόσο νωρίς’ συμβαίνει αυτή η αμφίδρομη αναστολή: η μεν ‘οφθαλμική’ θέση υποστηρίζει ότι ο ανταγωνισμός αυτός είναι κατά βάση ανταγωνισμός ανάμεσα στα μονοφθάλμια οπτικά μονοπάτια και ξεκινά πολύ νωρίς, ενώ η αντίθετη άποψη θεωρεί ότι η αμοιβαία αναστολή είναι αναστολή μεταξύ αντιληπτικών αναπαραστάσεων και άρα συμβαίνει σε ύστερα στάδια.

Ο βαθμός βέβαια στον οποίο κρίνεται ως αναγκαία μια συνθετική ανάγνωση όλων αυτών των δεδομένων δεν είναι κοινός για όλους. Έτσι κάποιιοι πιστεύουν ότι έχουμε να κάνουμε με **δύο διακριτά φαινόμενα** (βλ. Bhardwaj et al., 2008 · Lee & Blake, 1999). Ο Tong (2001) π.χ. θεωρεί ότι διοφθάλμιος ανταγωνισμός αφορά στους νευρώνες της V1 (ή του LGN) ενώ ο ανταγωνισμός των ερεθισμάτων αφορά κάποιους διοφθάλμιους νευρώνες που σχετίζονται με τα σχήματα (pattern neurons) σε κάποιο ανώτερο επίπεδο. Έτσι εξηγούνται και τα διαφορετικά δεδομένα που έχουν δώσει οι μελέτες άμεσης καταγραφής της δραστηριότητας των νευρώνων και οι νευροαπεικονιστικές έρευνες. Η αντίφαση έγκειται ακριβώς στο ό,τι ασχολούνται μάλλον με διαφορετικά πράγματα. Υπό αυτή την άποψη, ανταγωνισμός ερεθισμάτων και ματιών είναι διαφορετικά οπτικά φαινόμενα και στηρίζονται σε παρόμοιους αλλά παρόλα αυτά **διαφορετικούς μηχανισμούς** (Tong, 2001). Και αυτός είναι ένας τρόπος με τον οποίο μπορεί τελικά να αποφύγει κανείς το δυσχερές έργο συμφιλίωσης όλως των αντιφατικών δεδομένων.

Ένας άλλος τρόπος είναι να υποθέσουμε ότι έχουμε να κάνουμε με **ένα φαινόμενο** στο οποίο συμμετέχουν **πολλοί μηχανισμοί σε πολλαπλά στάδια οπτικής επεξεργασίας**. Έτσι ο ανταγωνισμός μπορεί να ξεκινά νωρίς όταν δεν είναι δυνατή η συγχώνευση και αργότερα να αναλαμβάνουν να συντονίσουν τον ανταγωνισμό ανώτερα δίκτυα νευρώνων στέλνοντας την κατάλληλη ανατροφοδότηση στις πρώιμες περιοχές (Alais & Parker, 2006). Παρόμοια είναι η θέση που προτείνεται άλλωστε από τους δύο βασικούς ερευνητές των δύο αντιτιθέμενων θεωριών. Σε μια ανασκόπηση του φαινομένου που έγραψαν μαζί οι δύο «αντίπαλοι» Blake & Logothetis (2002) το γενικότερο συμπέρασμα είναι ότι ο ανταγωνισμός ως φαινόμενο εμπλέκει δύο εγγενώς διαφορετικές, ούτως ή άλλως, διεργασίες, οι οποίες επηρεάζονται αναπόφευκτα από διαφορετικούς παράγοντες: την κυριαρχία και την καταστολή. Η κυριαρχία επιτρέπει την ‘κανονική’ ανάλυση της εισερχόμενης πληροφορίας επιτρέποντάς της να «ταξιδέψει κανονικά κατά μήκος της οπτικής οδού» και άρα να δεχτεί ανώτερες γνωστικές επιδράσεις, πχ. του πλαισίου ή του συγκινησιακού περιεχομένου, ενδεχομένως μέσω ενός ανατροφοδοτικού μηχανισμού, όπως συμβαίνει και σε συνθήκες φυσιολογικής θέασης (Blake & Logothetis, 2002). Με αυτό τον τρόπο άλλωστε εξηγούνται πειραματικά δεδομένα που έχουν παρουσιαστεί και σε αυτή εδώ την ανασκόπηση σχετικά με την επίδραση ανώτερων γνωστικών παραγόντων ή διεργασίες αντιληπτικής ομαδοποίησης στην κυριαρχία (Kovacs et al., 1996 · Rommetveit et al., 1968). Η καταστολή από την άλλη είναι διαφορετικής φύσης διεργασία και αναμφισβήτητα δυσχεραίνει την νευρωνική επεξεργασία των ερεθισμάτων όπως έχουν δείξει μελέτες ηλεκτροφυσιολογίας ή νευροαπεικόνισης (Brown & Norcia, 1997 · Logothetis et al., 1996 · Tong & Engel, 2001) αλλά και την ευαισθησία σε συμπεριφορικό επίπεδο (Blake & Fox, 1974 · Nguyen et al., 2001), είτε αφορά τελικά όλο το μάτι είτε κάποιες τοπικές οφθαλμικές ζώνες (Blake, 2001 · Wilson et al., 2001). Μια τέτοια θέση, για ένα φαινόμενο που προκύπτει από κατανεμημένες διεργασίες, καθιστά απλουστευτική την εύρεση μιας μονάχα περιοχής του διοφθάλμιου ανταγωνισμού, και εν μέρει εξηγεί και την ποικιλία στα νευροφυσιολογικά ευρήματα.

5. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Αυτή η ίδια η διττή φύση του ανταγωνισμού ματιών ή/και ερεθισμάτων, τον κάνει αφ’ εαυτού ένα ιδιαίτερο φαινόμενο, εφόσον ακουμπά σε δύο διαφορετικές πλευρές της οπτικής αντίληψης: τόσο στην πρώιμη και αυτόματη επεξεργασία των

εισερχόμενων πληροφοριών ενός ερεθίσματος όσο και σε μια ανώτερη κεντρική επεξεργασία στην οποία παρεισφρεύουν αναπόφευκτα και γνωστικές επιδράσεις. Η μελέτη της φύσης της καταστολής μας επιτρέπει να ερευνήσουμε τις πρώιμες αδρές διεργασίες που σχετίζονται με την ανάλυση των χαρακτηριστικών ενός ερεθίσματος ενώ η μελέτη της κυριαρχίας μας επιτρέπει να δούμε πως επιδρούν στον σχηματισμό της οπτικής αντίληψης ανώτερες διεργασίες (Fox, 2005). Είναι με άλλα λόγια ένα φαινόμενο που επιτρέπει την μελέτη της επίδρασης τόσο των από πάνω προς τα κάτω (top down) διεργασιών που εμπλέκονται στην επιλογή του ερεθίσματος που θα έρθει σε κυριαρχία όσο και των από κάτω προς τα πάνω (bottom up) διεργασιών που καθοδηγούν και την αντιληπτική του εξαφάνιση. Αλλά όχι μόνο. Αυτό που είναι εντυπωσιακό με τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό είναι ότι οι από κάτω προς τα πάνω διεργασίες παρεμβαίνουν εξίσου στην αντιληπτική του εμφάνιση. Όσο και να ψάχνει κανείς να βρει τι είναι τελικά αυτό που καθορίζει το τι γίνεται αντιληπτό σε ανώτερους μηχανισμούς, δεν αλλάζει το γεγονός ότι μια απότομη διέγερση, ένα ανοιγοκλείσιμο των ματιών ή ένα εκκρεμές που τυχαίνει και ‘περνάει’ από το καταπιεσμένο μάτι (έτσι ο Breese ανακάλυψε την υπεροχή της κίνησης κατά τον ανταγωνισμό), μπορεί να επαναφέρει το καταπιεσμένο μάτι ή ερέθισμα σε κυριαρχία (Ooi & He, 1999). Και αυτό που είναι εντυπωσιακό είναι ότι μπορούμε να μελετήσουμε αυτές τις διεργασίες αντιληπτικής επίγνωσης και απώλειας χωρίς να παρέμβουμε πειραματικά. Δεν χρειάζεται ο ερευνητής να επαναφέρει ή να εξαφανίσει το ερέθισμα για να δει πως θα αντιδράσει το οπτικό αντιληπτικό σύστημα. Δεν υπάρχουν παρεμβαίνουσες μεταβλητές (πειραματικοί χειρισμοί) ανάμεσα στην επίγνωση και την αντιληπτική διέγερση. Το μόνο που μεσολαβεί είναι η νευρωνική δραστηριότητα που υπόκειται των ανταγωνιστικών αυτών διεργασιών. Και αυτό είναι το βασικό πλεονέκτημα του διοφθάλμιου ανταγωνισμού: μας δίνει την δυνατότητα να βγάλουμε *αδιαμεσολάβητα* συμπεράσματα για την σχέση την νευρωνικής δραστηριότητας με την οπτική αντίληψη και τελικά την ίδια την συνείδηση.

Και αν θέλουμε να μελετήσουμε τελικά αν *ακολουθεί η νευρωνική δραστηριότητα την αντίληψη* (Leopold & Logothetis, 1999) πρέπει να ξέρουμε τι είναι τελικά αυτό που ανταγωνίζεται. Αυτή είναι η προβληματική που τροφοδότησε και τροφοδοτεί την ‘διαμάχη’ στο πεδίο του ανταγωνισμού. Για αυτό ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός είναι ένα τόσο σημαντικό φαινόμενο. Όχι γιατί μας έχει δώσει οριστικές απαντήσεις για την σχέση νευρικής και αντιληπτικής δραστηριότητας ή γιατί έχει δώσει την απάντηση στο δύσκολο πρόβλημα της οπτικής συνείδησης, αλλά

γιατί ακριβώς παρέχει ένα πλαίσιο που μας επιτρέπει να διαπραγματευόμαστε το ερώτημα με έναν καθόλα επιστημονικό τρόπο.

ΜΕΡΟΣ ΙΙ: Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΈΡΕΥΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα πολύ ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά του διοφθάλμιου ανταγωνισμού είναι το ότι είναι ευαίσθητος σε διάφορους χειρισμούς βασικών χαρακτηριστικών του ερεθίσματος. Ένα ερέθισμα, για παράδειγμα, που είναι πιο ισχυρό (salient) θα παραμείνει περισσότερο κυρίαρχο ενώ μια απότομη διέγερση μπορεί να αντιστρέψει την αντιληπτική κατάσταση και να κάνει ορατό ένα καταπιεσμένο ερέθισμα (Blake & Logothetis, 2002). Έτσι παρόλο που έχουμε να κάνουμε με ένα φαινόμενο που πηγάζει από μια στοχαστική διεργασία, εντούτοις υπάρχουν κάποιοι τρόποι με τους οποίους μπορεί να ελεγχθεί ποιο θα είναι το κυρίαρχο αντίλημμα. Ένας τέτοιος τρόπος είναι η εστίαση της προσοχής που, όπως έχουμε δει, μπορεί να ενισχύσει τη κυριαρχία ενός ερεθίσματος αυξάνοντας την διάρκεια της συνολικής του επικράτησης, αποτρέποντάς το από το να κατασταλεί (Ooi & He, 1999). Οι Mitchell et al. (2004) και οι Chong & Blake (2006) έδειξαν ότι εάν στραφεί η προσοχή, είτε εκούσια είτε ακούσια, σε ένα από τα δύο ερεθίσματα σε συνθήκες φυσιολογικής διοφθάλμιας θέασης πριν από τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό, τότε στον αντιληπτικό ‘αγώνα’ που ακολουθεί θα επικρατήσει πρώτα το ‘προσεγμένο’ (attended) ερέθισμα σε βάρος του μη προσεγμένου. Αυτό που ελέγχεται επομένως στις συγκεκριμένες έρευνες δεν είναι η συνολική επικράτηση αλλά η αρχική κυριαρχία (initial dominance).

Η αρχική κυριαρχία είναι ένα πολύ σύνηθες μέσο προκειμένου να προσπαθήσει ο ερευνητής να διαπιστώσει εάν μπορεί να ελέγξει την αντίληψη κατά τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό. Ο Breese (1909) είχε δείξει ότι δύο ισοδύναμα ερεθίσματα (με την έννοια ότι είναι εξισωμένα ποσοτικά τα βασικά τους χαρακτηριστικά όπως π.χ. η ένταση, η χωρική συχνότητα κτλ.) ανταγωνίζονται με τον ίδιο τρόπο, το καθένα δηλ. παραμένει ορατό κατά το ήμισυ της συνολικής περιόδου του ανταγωνισμού. Εάν όμως πριν από την παρουσίαση δύο τέτοιων ερεθισμάτων, που έχουν την ίδια πιθανότητα να έρθουν σε κυριαρχία, παρουσιαστεί ένα ερέθισμα που μπορεί να επηρεάσει την κυριαρχία ενός εκ των δύο ερεθισμάτων τότε μπορεί να αποδοθεί η επίδραση αυτή στην έκθεση στο προηγούμενο ερέθισμα. Αυτή είναι και η λογική πίσω από πρώιμες έρευνες στο πεδίο του ανταγωνισμού που προσπάθησαν να εντοπίσουν την επίδραση του νοήματος στην αντιληπτική κυριαρχία (Rommetveit et

al. 1968 Walker 1978). Ως μεθοδολογική επιλογή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη καθώς μπορεί κανείς να αρχίσει να διερευνά ποιες διεργασίες ενδέχεται να παρεμβάλλονται στην τελική αντιληπτική επιλογή του οπτικού συστήματος¹⁵. Άλλωστε «οι δύο νευρωνικές αναπαραστάσεις των ερεθισμάτων ξεκινούν να ανταγωνίζονται ταυτόχρονα και είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσει κανείς πως μια μικρή ‘ανισορροπία’ στην επεξεργασία των δύο εικόνων μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την αρχική κυριαρχία» (Brascamp et al., 2007). Η επίδραση αυτή μπορεί να είναι θετική και να οδηγήσει στην ενισχυμένη αντίληψη ενός εκ των δύο ανταγωνιζόμενων ερεθισμάτων, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της προσοχής, η οποία λειτουργεί σαν να αυξάνει την αποτελεσματική αντίθεση του ‘προσεγμένου’ ερεθίσματος, και κατά συνέπεια και την πιθανότητα αρχικής του επικράτησης (σε σχέση με το να μην έχει προηγηθεί η πρότερη φάση της προσοχής) όπως έδειξαν οι Chong & Blake (2006).

Η επίδραση, όμως, προηγούμενης παρουσίασης ερεθίσματος ενδέχεται να έχει και αρνητικό πρόσημο. Ένα τέτοιο, αντίθετο κατά κάποιο τρόπο αποτέλεσμα από αυτό της προσοχής, προκαλεί η προηγούμενη παρουσίαση ερεθίσματος που οδηγεί σε προσαρμογή (adaptation) του οπτικού συστήματος. Η προσαρμογή είναι η πτώση της ευαισθησίας των νευρώνων μετά από παρατεταμένη διέγερση (van Boxtel, Alais, van Ee, 2008) και μπορεί να οδηγήσει είτε 1. σε αλλαγή της εμφάνισης ενός ερεθίσματος όπως συμβαίνει στην περίπτωση της πλάνης του καταρράκτη είτε 2. σε αλλαγή της ευαισθησίας του οπτικού συστήματος (Lin & He, 2009). Πιο συγκεκριμένα, ένα ερέθισμα προσαρμογής (adaptor) μειώνει την οπτική ευαισθησία σε μετέπειτα παρουσίαση του ίδιου του ερεθίσματος, εύρημα που επιβεβαιώνεται και από fMRI μελέτες που δείχνουν την πτώση ενεργοποίησης των νευρώνων στην παρουσίαση επαναλαμβανόμενων ερεθισμάτων σε σύγκριση με τα καινούρια (Lin & He, 2009). Η προσαρμογή αποτελεί μια πολύ βασική ιδιότητα του οπτικού συστήματος (και όχι μόνο) ενώ για ορισμένους συντελεί στην καλύτερη κωδικοποίηση των πληροφοριών που προέρχονται από το περιβάλλον με αποτέλεσμα την καλύτερη προσαρμογή του οργανισμού σε αυτό (Clifford et al. , 2007).

Στα πλαίσια του διοφθάλμιου ανταγωνισμού, η προσαρμογή σε ένα από τα δύο ανταγωνιζόμενα ερεθίσματα μειώνει την ευαισθησία του πληθυσμού των

¹⁵ Ο Walker μάλιστα θεωρεί ότι είναι πιο ασφαλής τρόπος σε σχέση με την συνολική διάρκεια κυριαρχίας, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για τους παράγοντες εκείνους που μπορούν τελικά να επηρεάσουν την αντίληψή μας (Walker 1978).

νευρώνων που κωδικοποιούν το ερέθισμα αυτό με αποτέλεσμα μια αλλαγή στις ανασταλτικές επιδράσεις υπέρ του νευρωνικού πληθυσμού που κωδικοποιεί το άλλο ερέθισμα (van Boxtel et al., 2008). Με πιο απλά λόγια, εάν πριν από τη φάση του ανταγωνισμού το οπτικό σύστημα προσαρμοστεί σε ένα από τα δύο ανταγωνιζόμενα ερεθίσματα, τότε αρχικά θα επικρατήσει το άλλο ερέθισμα, αυτό στο οποίο δεν έχει γίνει η προσαρμογή. Ο πρώτος που το έδειξε αυτό, χωρίς ωστόσο να αναφέρεται στο φαινόμενο αυτό με όρους προσαρμογής, είναι ο J.Wolfe (1984), ο οποίος εισήγαγε την μέθοδο της στιγμιαίας καταστολής (flash suppression).

Το βασικό παράδειγμα που χρησιμοποίησε στα πειράματά του, με διάφορες παραλλαγές είναι το εξής. Αρχικά παρουσίαζε μόνο στο αριστερό μάτι ένα κάθετο γραμμωτό ερέθισμα (μονοφθάλμια περίοδος παρουσίασης) για ένα σύντομο χρονικό διάστημα (10-2000ms). Στην συνέχεια, μετά από μια σύντομη κενή περίοδο (interstimulus interval, 10-5000ms), παρουσιαζόταν διχοπτικά στο μεν αριστερό μάτι το ίδιο κάθετο ερέθισμα ενώ στο δεξί ένα αντίστοιχο γραμμωτό ερέθισμα με οριζόντιο προσανατολισμό (περίοδος διοφθάλμιου ανταγωνισμού). Σε αντίθεση με αυτό που περίμενε αρχικά ο Wolfe, παρατήρησε ότι για όλους τους συμμετέχοντες και σε ένα μεγάλο εύρος συνθηκών, κυριαρχούσε πάντοτε αρχικά το ετερόπλευρο ερέθισμα (οριζόντιου προσανατολισμού). Χρησιμοποιώντας τους δικούς του όρους, υπήρχε μια «αντιστροφή στην κυριαρχία» (reversal of dominance), που οδηγούσε πάντοτε στην αντίληψη του μη παρουσιαζόμενου ερεθίσματος, ακόμα και αν αυτό το ερέθισμα ήταν έως και εκατό φορές πιο σκοτεινό. Κρίσιμη μεταβλητή αποτελεί η διάρκεια παρουσίασης του αρχικού ερεθίσματος σε συνδυασμό με την κενή περίοδο: πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 150ms ειδάλλως δεν υφίσταται η ‘αντιστροφή’ αυτή στην κυρίαρχη αντίληψη ενώ είναι σημαντικό να έχουμε ερεθίσματα υψηλής αντίθεσης (Wolfe, 1984).

Η μέθοδος της στιγμιαίας καταστολής¹⁶ είναι ιδιαίτερης σημασίας καθώς χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα αργότερα σε έρευνες που μελετούν τη σχέση της προσαρμογής με το διοφθάλμιο ανταγωνισμό, παρά το γεγονός ότι ο Wolfe δεν είχε αποδώσει την επίδραση που παρατήρησε σε διεργασίες προσαρμογής. Ένα ζήτημα που προκύπτει, στην κατά τα άλλα πολύ προσεκτική δουλειά του Wolfe, είναι η πρόσκαιρη διέγερση στην οποία θα μπορούσε να αποδοθεί αυτή η ‘αντιστροφή

¹⁶ Μια παραλλαγή της μεθόδου αυτής ονομάζεται *συνεχής στιγμιαία προσαρμογή (continuous flash suppression)* με την οποία ένα ερέθισμα μπορεί να παραμένει κατεσταλμένο για εξαιρετικά μεγάλα (π.χ. μεγαλύτερα από 3 λεπτά) χρονικά διαστήματα, η οποία χρησιμοποιείται αρκετά στην σύγχρονη έρευνα (Tsuchiya & Koch, 2005).

κυριαρχίας' για την οποία γίνεται λόγος. Εφόσον το ένα από τα δύο μάτια δεν δέχεται καμία διέγερση στην αρχική φάση παρουσίασης, η παρατηρούμενη επίδραση θα μπορούσε να αποδοθεί ακριβώς σε αυτό τον απότομο ερεθισμό. Έτσι, για να μιλήσουμε με όρους προσαρμογής, η μονοφθάλμια προσαρμογή δεν μας επιτρέπει να ξέρουμε τι είναι αυτό που τελικά έχει προσαρμοστεί, το μάτι και οι νευρώνες που 'ελέγχει' ή το ερέθισμα και η νευρωνική του αναπαράσταση.

Αρκετές σύγχρονες έρευνες έχουν αξιοποιήσει το παράδειγμα της στιγμιαίας καταστολής του Wolfe προκειμένου να δουν πως τελικά παρεμβαίνουν οι διεργασίες της προσαρμογής στην εξέλιξη του διοφθάλμιου ανταγωνισμού. Ας μην ξεχνάμε άλλωστε ότι μηχανισμοί της προσαρμογής έχουν προταθεί προκειμένου να ερμηνευθεί ο ίδιος ο ανταγωνισμός, αποδίδοντας τις αντιληπτικές διακυμάνσεις που παρατηρούνται κατά τη διάρκειά του σε μια διαδικασία προσαρμογής και ανάκαμψης των δύο μονοφθάλμιων οδών του οπτικού συστήματος (Blake 1989). Σε μια πρόσφατη έρευνα οι Hancock, Whitney, Andrews (2008), ακολουθώντας το βασικό παράδειγμα της στιγμιαίας καταστολής, χρησιμοποίησαν επίσης οριζόντια και κάθετα γραμμωτά ερεθίσματα υψηλής αντίθεσης με την διαφορά ότι το ερέθισμα προσαρμογής παρουσιαζόταν και **στα δύο μάτια** (διοφθάλμια περίοδος προσαρμογής), έτσι ώστε η όποια παρατηρούμενη επίδραση να μην αποδοθεί στον απότομο ερεθισμό του μη προσαρμοσμένου ματιού. Επιβεβαίωσαν την αρνητική επίδραση της προσαρμογής δείχνοντας ότι απαιτούνται ερεθίσματα με πάνω από 30% αντίθεση. Επανέλαβαν μάλιστα τα πειράματά τους παρουσιάζοντας το ερέθισμα προσαρμογής και σε συνθήκες οπτικού συνωστισμού (crowding) χωρίς όμως να παρατηρήσουν αυτή τη φορά την αρνητική επίδραση της προσαρμογής. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι είναι αναγκαίο να υπάρχει και οπτική επίγνωση προκειμένου να υφίσταται το αρνητικό αποτέλεσμα της προσαρμογής, κάτι που για τους ερευνητές συνιστά ένδειξη ότι «οι αρχικές διεργασίες κατά τον ανταγωνισμό συμβαίνουν μάλλον σε ανώτερα ιεραρχικά στάδια της οπτικής επεξεργασίας» (Hancock et al., 2008). Το συμπέρασμα βέβαια στο οποίο καταλήγουν ίσως είναι κάπως πρώιμο καθώς το εύρημα μας λέει ότι ο συνωστισμός μειώνει απλά την επίδραση της προσαρμογής. Δεν αναιρεί ωστόσο τη σημαντικότητά του στο βαθμό που μας δείχνει ότι μάλλον απαιτείται κάποια πρώτη επεξεργασία και των δύο ερεθισμάτων που ενδεχομένως συμβαίνει πριν το στάδιο της τελικής αντιληπτικής επιλογής, και ότι ίσως και να απαιτείται συνειδητή πρόσβαση στην πληροφορία αυτή. Όλα αυτά βέβαια παραμένουν υποθετικά, ωστόσο εντάσσονται σε ένα γενικότερο πλέγμα

ερευνών που βλέπουν την προσαρμογή ως ένα εργαλείο με το οποίο μπορούν να εντοπίσουν τη νευρωνική περιοχή για διάφορες οπτικές διεργασίες, εφόσον η προσαρμογή έχει την ιδιότητα να απομονώνει πολύ συγκεκριμένους νευρωνικούς πληθυσμούς (van Boxtel et al. 2008).

Οι έρευνες των Wolfe (1984) και Hancock et al. (2008) είναι αρκετά σημαντικές, ωστόσο ασχολούνται και οι δύο με απλά ερεθίσματα, που δεν μπορούν να πιστοποιήσουν αν και κατά πόσο ο ανταγωνισμός είναι ένα υψηλού επιπέδου φαινόμενο που απαιτεί τη συμμετοχή ανώτερων φλοιϊκών περιοχών. Ο σκοπός άλλωστε, εν προκειμένω, είναι να αξιοποιηθεί η προσαρμογή ως μεθοδολογικό εργαλείο προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τη φύση του ανταγωνισμού. Οι Hancock et al. (2008) πρότειναν ότι έχουμε να κάνουμε με ένα φαινόμενο στο οποίο εξ αρχής εμπλέκονται ανώτερες διεργασίες που σχετίζονται με την οπτική επίγνωση, ενώ ταυτόχρονα απέκλεισαν το ενδεχόμενο η επίδραση της προσαρμογής να μπορεί να αποδοθεί μόνο στον οφθαλμικό παράγοντα, κάτι το οποίο δεν ήταν ξεκάθαρο από την δουλειά του Wolfe (1984). Η φύση ωστόσο των ερεθισμάτων που διάλεξαν δεν επιτρέπει κανένα οριστικό συμπέρασμα. Οι van Boxtel et al. (2008) αντίθετα προσπαθούν να πάνε ένα βήμα παρακάτω και να επεκτείνουν αυτά τα ευρήματα σε πιο πολύπλοκα ερεθίσματα. Έτσι σε μια σειρά πειραμάτων που κάνουν, μαζί με τα συνήθη γραμμωτά ερεθίσματα, χρησιμοποιούν πρόσωπα και σπίτια για πρώτη φορά, όπως αναφέρουν, προσπαθώντας μάλιστα να διερευνήσουν και κατά πόσο η επίδραση της προσαρμογής σχετίζεται με το εάν το ερέθισμα προσαρμογής παρουσιάζεται στην ίδια περιοχή του αμφιβληστροειδούς στην οποία παρουσιάζεται και το ερέθισμα ανταγωνισμού ή όχι. Σε ακολουθία με τα προηγούμενα πειραματικά ευρήματα, βρίσκουν ότι οι ίδιες αρνητικές επιπτώσεις προσαρμογής υφίστανται ακόμα και όταν τα ερεθίσματα είναι πολύπλοκα, αν και υπάρχει μια διαφορά ως προς τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσεται χρονικά αυτή η επίδραση. Έτσι έδειξαν ότι η επίδραση της προσαρμογής σε πολύπλοκα ερεθίσματα διαρκεί περισσότερο στο χρόνο (για περισσότερες πληροφορίες βλ. van Boxtel et al., 2008) ενώ δεν απαιτείται πλήρης αμφιβληστροειδοτοπική αντιστοιχία στην θέση παρουσίασης των ερεθισμάτων προσαρμογής και ανταγωνισμού. Το πρόσημο της επίδρασης είναι βεβαίως το ίδιο σε κάθε περίπτωση.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι η προσαρμογή ως έννοια και διεργασία έχει προσφάτως αρχίσει να αντιμετωπίζεται διαφορετικά. Παλαιότερα πιστευόταν ότι είναι μια ιδιότητα των πρώτων σταδίων της αισθητήριας επεξεργασίας

πληροφοριών και άρα αφορά βασικές ιδιότητες των ερεθισμάτων, όπως είναι π.χ. ο προσανατολισμός, στον οποίο εστίασαν οι Hancock et al. (2008) και ο Wolfe (1984). Υπάρχει όμως ένα μεγάλο σώμα σύγχρονων πειραματικών δεδομένων που δείχνει ότι η προσαρμογή μπορεί να αφορά και ανώτερου επιπέδου χαρακτηριστικά όπως είναι η συγκινησιακή έκφραση, η ταυτότητα, το γένος, η εθνικότητα ενός προσώπου (βλ. Clifford et al., 2007) και μπορεί να οδηγήσει σε μετεπιδράσεις ανωτέρου επιπέδου (high level aftereffects). Υπό αυτό το πρίσμα, αποτελεί μια «γενικότερη στρατηγική που υιοθετεί ολόκληρο το αντιληπτικό σύστημα, σε κάθε στάδιο επεξεργασίας των πληροφοριών» (Clifford et al., 2007). Με αυτούς τους όρους, μπορεί κανείς να πει ότι τα ευρήματα του van Boxtel et al. (2008) δείχνουν ότι η στιγμιαία καταστολή λειτουργεί ακόμα και όταν η προσαρμογή είναι υψηλού επιπέδου.

Παρόμοια ευρήματα έδωσε και μια πολύ πρόσφατη έρευνα των Cziraki, Greenlee, Kovács (2010) στην οποία επιλέχθηκαν πρόσωπα και χέρια ως ερεθίσματα με σκοπό να επιβεβαιωθεί και νευροαπεικονιστικά η αρνητική επίδραση της προσαρμογής. Διάλεξαν τα συγκεκριμένα ερεθίσματα διότι είναι αρκετά διακριτά ως προς την κατηγορία και επειδή ενεργοποιούν κατά την θέαση τους δύο διαφορετικές περιοχές στον ινιακό κροταφικό φλοιό (occipito-temporal cortex). Έτσι, προσάρμοζαν το οπτικό σύστημα με ένα από τα δύο ερεθίσματα (σε διαφορετική εκδοχή) και στη συνέχεια έδειχναν αμφίσημες εικόνες που περιείχαν σε διάφορες ποσοστώσεις και τα δύο ερεθίσματα (πρόσωπο-χέρι). Οι συμμετέχοντες έπρεπε να αναφέρουν για κάθε αμφίσημη εικόνα που έβλεπαν ποιο είναι το ερέθισμα που φαίνεται περισσότερο. Διαπίστωσαν την ίδια αρνητική επίδραση της προσαρμογής σε συμπεριφορικό επίπεδο, καθώς πράγματι οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονταν το ερέθισμα στο οποίο δεν είχαν προσαρμοστεί. Επιπλέον, το πιο σημαντικό, είδαν ότι αυτό έχει και νευρωνικό έρεισμα, καθώς υπήρχε μεγάλη πτώση του σήματος στις περιοχές που αντιστοιχούσαν στο ερέθισμα προσαρμογής. Οι περιοχές αυτές είναι η ειδική περιοχή για τα πρόσωπα στην ατρακτοειδή έλικα (face fusiform area- FFA) και η εξωταινωτή περιοχή που είναι ειδική για τα μέλη του σώματος (body-part-sensitive extrastriate body area- EBA). Βρήκαν, λοιπόν, ότι για τις δοκιμές στις οποίες παρατηρούνταν πράγματι η επίδραση της προσαρμογής, η αλλαγή του BOLD σήματος ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με τις δοκιμασίες όπου δεν παρατηρούνταν η μετεπίδραση (σε συμπεριφορικό επίπεδο). Έτσι εύλογα κάνουν λόγο για προσαρμογή που εξαρτάται από την κατηγορία του αντικειμένου, η οποία οδηγεί σε

υψηλού επιπέδου μετεπίδραση (category-specific aftereffect) και το νευρωνικό εντοπισμό της σε ινιακοκροταφικές περιοχές.

Τι θα σήμανε για τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό η διαπίστωση της ύπαρξης επίδρασης μιας υψηλού επιπέδου προσαρμογής στην αντιληπτική κυριαρχία; Όπως παρουσιάστηκε στο πρώτο μέρος αυτής εδώ της εργασίας, είναι γνωστό ότι έχουν προταθεί δύο διαφορετικές ερμηνείες σχετικά με την φύση και την προέλευση του διοφθάλμιου ανταγωνισμού. Η πρώτη υποστηρίζει ότι έχουμε να κάνουμε με ένα πρώιμο φαινόμενο που υπόκειται σε χαμηλού επιπέδου περιορισμούς που καθορίζονται κατά βάση από τον οφθαλμικό παράγοντα. Η δεύτερη προσέγγιση από την άλλη αντιμετωπίζει το φαινόμενο ως ανταγωνισμό υψηλότερου επιπέδου που αφορά τις αντιληπτικές αναπαραστάσεις των ανταγωνιζόμενων ερεθισμάτων και υπόκειται κατά συνέπεια σε ανώτερες γνωστικές επιδράσεις. Σε αυτή την έρευνα αποφασίσαμε να ελέγξουμε ποια από τις δύο υποθέσεις ισχύει, χρησιμοποιώντας την στιγμιαία καταστολή και πολύπλοκα ερεθίσματα (ως ερεθίσματα προσαρμογής και ανταγωνισμού) με σκοπό να επιβεβαιώσουμε την αποτελεσματικότητά τους ως δυνάμει παράγοντες επηρεασμού της αντίληψης κατά τον ανταγωνισμό, όπως και σε προηγούμενες έρευνες (van Boxtel et al. 2008). Στη συνέχεια επιχειρούμε να διαπιστώσουμε εάν μια τέτοια επίδραση εξακολουθεί να υφίσταται όσο αυξάνεται προοδευτικά το επίπεδο αφαίρεσης του ερεθίσματος προσαρμογής και η ‘απόσταση του στο χώρο των αντικειμένων’ (Cziraki et al. 2010) από το ερέθισμα ανταγωνισμού. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήσαμε ως βασικά ερεθίσματα σχέδια από πρόσωπα και σπίτια με σκοπό να πετύχουμε μια υψηλού επιπέδου προσαρμογή, τα αποτελέσματα της οποίας αναμένεται να είναι εμφανή στην αρχική κυριαρχία κατά τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό. Στην συνέχεια ελέγχουμε αν η επίδραση αυτή υφίσταται ακόμα και όταν το ερέθισμα προσαρμογής δεν είναι ίδιο αλλά *παρόμοιο* με ένα από τα δύο ερεθίσματα ανταγωνισμού. Τέλος προσπαθούμε επεκτείνουμε τα ευρήματα αυτά και σε πιο αφηρημένα ερεθίσματα, όπως είναι τα γλωσσικά. Έτσι στην τελευταία συνθήκη χρησιμοποιούμε ως ερέθισμα προσαρμογής την λέξη που περιγράφει ένα από τα δύο ερεθίσματα ανταγωνισμού. Με αυτό τον τρόπο ελέγχουμε εάν η προσαρμογή μπορεί να είναι αποτελεσματική και σε ένα πιο ‘υψηλό’ και αφαιρετικό επίπεδο και αν τελικά ο ανταγωνισμός είναι ευαίσθητος σε ανώτερες γνωστικές επιδράσεις. Οι έρευνες του ανταγωνισμού που έχουν γίνει με λεκτικά ερεθίσματα έχουν δείξει ότι αν υπάρχει σημασιολογική συσχέτιση μεταξύ ενός ερεθίσματος που παρουσιάζεται πριν τον ανταγωνισμό και των βασικών ανταγωνιζόμενων

ερεθισμάτων, τότε αυτή η συσχέτιση είτε θα επηρεάσει θετικά την αρχική κυριαρχία του σημασιολογικά σχετιζόμενου ερεθίσματος (Rommetveit et al., 1968) ή θα βοηθήσει ένα καταπιεσμένο ερέθισμα να ξεφύγει από την καταστολή πιο γρήγορα (Costello et al., 2009). Εδώ αναμένουμε να διαπιστώσουμε μιας αντίθετης κατεύθυνσης σχέση.

2. ΜΕΘΟΔΟΣ

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο της Οπτικής Αντίληψης σε συνεργασία με τον Βασίλη Πελεκάνο, υποψήφιο διδάκτορα, στο τμήμα ΜΙΘΕ την περίοδο Απριλίου – Μαΐου 2010.

2.1 Συμμετέχοντες

Τα πειράματα διεξήχθησαν συνολικά σε 10 άτομα, ηλικίας 21-36 ετών, με κανονική ή διορθωμένη όραση, πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, με καλή γνώση της αγγλικής γλώσσας. Δύο από τους συμμετέχοντες εξαιρέθηκαν από την έρευνα, ο πρώτος διότι είχε πολύ ισχυρό επικρατές μάτι (με αποτέλεσμα να βλέπει αποκλειστικά μόνο ότι παρουσιάζοταν στο δεξί μάτι) και ο δεύτερος γιατί δεν μπόρεσε να συμμετέχει μέχρι τέλους στην διαδικασία. Όλοι οι συμμετέχοντες συμμετείχαν σε όλες τις συνθήκες του πειράματος χωρίς να έχουν λάβει καμία γνώση για τους σκοπούς του πειράματος.

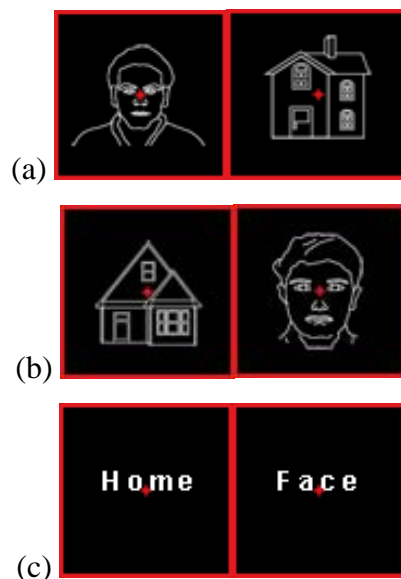
2.2. Υλικό

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένα κατοπτρικό στερεοσκόπιο Screenscope με ρυθμιζόμενη παρατήρηση της οθόνης και καθρέφτες με επιχρωμισμένες επιφάνειες, το οποίο επιτρέπει την διχοπτική παρουσίαση των ερεθισμάτων. Προσαρμοζόταν στην οθόνη του υπολογιστή σε κατάλληλο ύψος και απόσταση για τον κάθε συμμετέχοντα χωριστά.

2.3. Ερεθίσματα

Τα ερεθίσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν εικόνες από πρόσωπα και σπίτια, που σχεδιάστηκαν για τις ανάγκες του πειράματος με τα προγράμματα Adobe Illustrator και Adobe Photoshop από την γραφίστρια Ιωάννα Ρουμάνη. Επιλέχτηκαν πρόσωπα και σπίτια διότι είναι αρκετά διακριτά ως προς την κατηγορία, ενώ θεωρείται ότι προκαλούν προσαρμογή υψηλού επιπέδου (van Boxtel et al. 2008). Τα

ερεθίσματα ήταν μικρού μεγέθους ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν μικρότερες περιόδους μεικτης αντιληπτικής κυριαρχίας. Ήταν υψηλής αντίθεσης και παρουσιάζονταν σε μαύρο φόντο, χαρακτηριστικά που είναι γνωστό ότι ευνοούν την αρνητική προσαρμογή (Brascamp et al. 2007 Wolfe, 1984). Έγινε επίσης προσπάθεια να είναι όσο το δυνατόν πιο όμοια σε ότι αφορά την θέση των περιγραμμάτων(contours), ώστε τα περιγράμματα των ερεθισμάτων να πέφτουν σε αντίστοιχες θέσεις κατά την διάρκειας παρουσίασης και να έχουν παρόμοια χωρική συχνότητα (spatial frequency). Για την τρίτη συνθήκη σχεδιάστηκαν δύο διαφορετικά πρόσωπα και σπίτια, με τα ίδια όμως χαρακτηριστικά (μέγεθος, αντίθεση, φωτεινότητα). Επιπλέον, για τις ανάγκες της τελευταίας συνθήκης ως ερεθίσματα προσαρμογής ήταν οι δύο λέξεις που περιγράφουν τα ερεθίσματα στην αγγλική μετάφρασή τους (“face” , “home”). Επιλέχτηκε η αγγλική εκδοχή τους επειδή είναι λέξεις τυπογραφικά παρόμοιες, με την έννοια ότι έχουν τα ίδια δομικά χαρακτηριστικά (μήκος λέξης, μορφολογία γραμμάτων) καθώς είναι αναγκαίο τα ερεθίσματα προσαρμογής να είναι όσο το δυνατόν πιο όμοια μεταξύ τους, ώστε η όποια παρατηρούμενη επίδραση να μην αποδοθεί σε άλλους, υπολεκτικούς (subword) όπως ονομάζονται, παράγοντες (βλ. Costello et al., 2009). Όλα τα ερεθίσματα παρουσιάστηκαν μέσα σε ένα τετράγωνο με έντονο κόκκινο περίγραμμα με σκοπό να βοηθηθεί η ευθυγράμμιση (alignment) μεταξύ των εικόνων, ενώ υπήρχε στο κέντρο της εικόνας ένας κόκκινος σταυρός που χρησίμευε ως το σημείο εστίασης (fixation point).



Εικόνα 4a-c: Τα ερεθίσματα που χρησιμοποιήθηκαν

2.4 Πρωτόκολλο – Συνθήκες

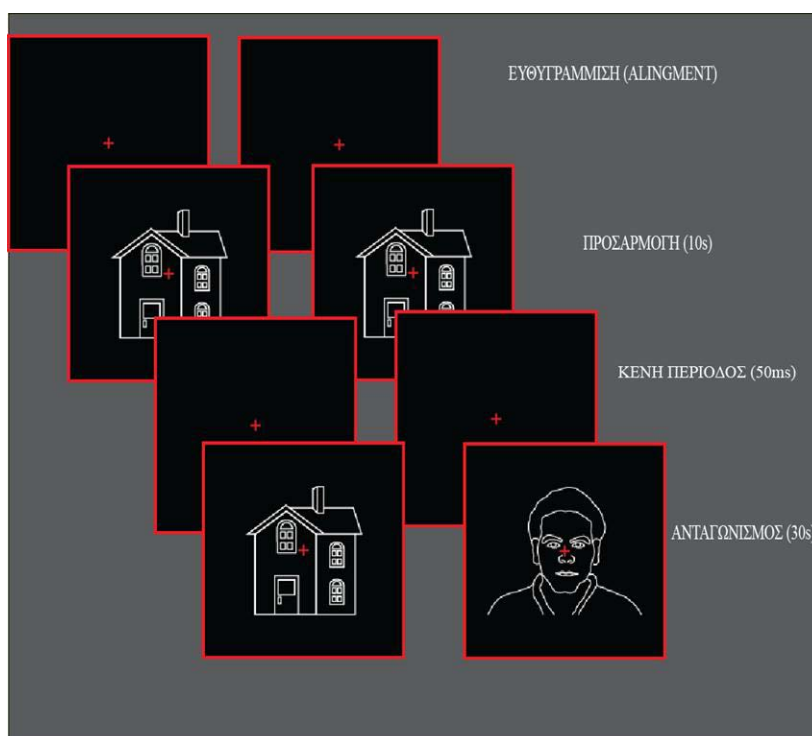
Το πείραμα αποτελείται από τέσσερις συνθήκες:

1. Την συνθήκη Διοφθάλμιου Ανταγωνισμού – Χωρίς Προσαρμογή
2. Την συνθήκη Ίδιας Προσαρμογής (flash suppression paradigm)
3. Την συνθήκη Κατηγορικής Προσαρμογής
4. Την συνθήκη Γλωσσικής Προσαρμογής

Στην πρώτη συνθήκη, που λειτούργησε ως συνθήκη ελέγχου, παρουσιάζονταν σε συνθήκες διχοπτικής διέγερσης, τα δύο βασικά ερεθίσματα ανταγωνισμού (εικόνα 4a). Κάθε δοκιμή ξεκινούσε με την εμφάνιση του σημείου εστιασμού εντός ενός κόκκινου πλαισίου που παρουσιαζόταν και στα δύο μάτια. Στην φάση αυτή οι συμμετέχοντες έπρεπε να προσαρμόζουν τους καθρέφτες του στερεοσκοπίου έτσι ώστε να γίνει η ευθυγράμμιση των δύο εικόνων και το αντίλημμα να είναι ένα μόνο κόκκινο πλαίσιο με τον σταυρό στην μέση. Στην συνέχεια, με το πάτημα ενός κουμπιού ξεκινούσε η περίοδος του διοφθάλμιου ανταγωνισμού κατά την οποία παρουσιάζονταν διχοπτικά τα δύο ερεθίσματα. Στους συμμετέχοντες είχε δοθεί η οδηγία να αναφέρουν την αντίληψή τους μέσα από το πάτημα δύο κουμπιών του πληκτρολογίου (καθένα από τα οποία αντιστοιχούσε σε ένα από τα δύο ερεθίσματα) όταν θεωρούσαν ότι το ένα από τα δύο ερεθίσματα είναι το *πιο επικρατές*. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να μην πατούν τίποτε όταν δεν ήταν σίγουροι για το ποιο ερέθισμα είναι το πιο ισχυρό (περίοδοι μεικτής κυριαρχίας). Είχε προηγηθεί και μία φάση εκπαίδευσης προκειμένου να εξοικειωθούν με την διαδικασία, κατά την οποία παρουσιάζονταν σε συνθήκες διοφθάλμιας θέασης μέσα από το στερεοσκόπιο τα δύο ερεθίσματα, παρουσία ανατροφοδότησης. Κάθε συνθήκη αποτελούταν από 20 δοκιμές. Στις μισές δοκιμές (10) το σπίτι παρουσιάζονταν δεξιά και το πρόσωπο αριστερά ενώ στις υπόλοιπες το αντίστροφο, έτσι ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε τυχόν προκατάληψη (bias) σχετικά με το είδος του ερεθίσματος και την θέση εμφάνισής του (αριστερά ή δεξιά). Η σειρά παρουσίας ήταν τυχαία.

Στις υπόλοιπες συνθήκες προσαρμογής ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: Αρχικά παρουσιάζονταν για 10s το ερέθισμα προσαρμογής και στα δύο μάτια (διοφθάλμια περίοδος προσαρμογής), με εξαίρεση την τελευταία συνθήκη όπου η προσαρμογή κρατούσε μόνο 5s. Μετά από μια σύντομη κενή περίοδο (50ms) ξεκινούσε η φάση του ανταγωνισμού (30s), την έναρξη της οποίας σηματοδοτούσε ένας σύντομος ήχος. Στο διάστημα αυτό (περίοδος ανταγωνισμού) οι συμμετέχοντες έπρεπε κατά τον ίδιο τρόπο να αναφέρουν την αντιληπτική τους επικράτηση. Αυτό

που άλλαζε ανά συνθήκη είναι το ερέθισμα προσαρμογής. Στην δεύτερη συνθήκη ως ερέθισμα προσαρμογής χρησίμευε το ένα από τα δύο ανταγωνιζόμενα ερεθίσματα, στην τρίτη μια εικόνα παρόμοια με τα δύο ερεθίσματα ανταγωνισμού (εικόνα 4b) ενώ στην τελευταία συνθήκη, η λέξη που περιγράφει το ερέθισμα (εικόνα 4c).



Εικόνα 5: Γενική Διαδικασία (παράδειγμα 2ης Συνθήκης)

Οι χρόνοι επιλέχθηκαν έτσι ώστε να ευνοείται ένα αρνητικό αποτέλεσμα της προσαρμογής, καθώς είναι γνωστό ότι μεγαλύτερος χρόνος προσαρμογής και μικρή κενή περίοδος ενισχύουν την καταστολή του ερεθίσματος προσαρμογής (Brascamp et al., 2007). Και πάλι άλλαξε η σχέση παρουσίασης ματιού και ερεθίσματος, ενώ σε κάθε συνθήκη στις μισές δοκιμές ερέθισμα προσαρμογής ήταν το πρόσωπο και στις άλλες μισές ήταν το σπίτι (καθώς και η παρόμοια ή η λεκτική εκδοχή τους). Η σειρά παρουσίασης ήταν τυχαία. Τόσο η διοφθάλμια προσαρμογή όσο και η τυχαία αυτή σχέση παρουσίασης ματιού και ερεθίσματος προσπαθούν να εξαλείψουν τυχόν επιδράσεις προκατάληψης (bias), εάν αυτές υπάρχουν, όσο και επίσης να καταστήσουν τους παράγοντες του ματιού και της θέσης παρουσίασης, μη σημαντικούς ώστε η όποια παρατηρούμενη επίδραση να αποδοθεί στην επίδραση της προσαρμογής αποκλειστικά.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Συνθήκη 1^η: Διοφθάλμιος Ανταγωνισμός χωρίς προσαρμογή

Αυτό που μας ενδιαφέρει εδώ είναι να διαπιστώσουμε αρχικά εάν οι συμμετέχοντες μπορούσαν να βιώσουν το φαινόμενο Όλοι οι συμμετέχοντες μπορούσαν, εκτός από έναν ο οποίος και εξαιρέθηκε από την έρευνα. Το βασικό βέβαιο ζητούμενο ήταν να διαπιστωθεί εάν ο ανταγωνισμός είναι όσο το δυνατόν πιο ισοδύναμος, εάν δηλ. τα ερεθίσματα ανταγωνίζονται μεταξύ τους με παρόμοιο τρόπο, έτσι ώστε η όποια παρατηρούμενη επίδραση στις επόμενες συνθήκες να μπορεί να αποδοθεί αποκλειστικά στην επίδραση του ερεθίσματος προσαρμογής και όχι στη ύπαρξη κάποιας προκατάληψης. Η όποια προτίμηση θα φανεί στις μέσες διάρκειες κυριαρχίας των δύο ερεθισμάτων, οι οποίες δεν πρέπει να αποκλίνουν σημαντικά μεταξύ τους. Έγιναν t-test ξεχωριστά για κάθε συμμετέχοντα (επικράτηση προσώπου vs. επικράτηση σπιτιού) και για κανέναν δεν παρατηρήθηκε σημαντική προτίμηση σε ένα από τα δύο ερεθίσματα.

Πίνακας 1: Μέσες Επικρατήσεις των ερεθισμάτων ανά συμμετέχοντα

% Επικράτηση (1 ^η Συνθήκη)		
Υποκείμενο	Σπίτι	Πρόσωπο
1	46,3134	53,6866
2	43,6642	56,3358
3	45,3629	44,6371
4	50,8160	49,1840
5	47,5727	52,4273
6	55,9000	44,1000
7	51,1147	48,8853
8	45,4034	54,5966
Σύνολο	49,0435	50,1091

Επιπλέον, για να γίνει η σύγκριση με τις επόμενες συνθήκες, μετρήθηκαν τα ποσοστά αρχικής κυριαρχίας και για τα δύο ερεθίσματα (% των δοκιμασιών κατά το οποίο αναφέρεται ως αρχικά κυρίαρχο το κάθε ερέθισμα). Έτσι για όλους τους συμμετέχοντες συνολικά βρέθηκε ότι για το 48.1% (77/160) των δοκιμασιών επικρατεί αρχικά το πρόσωπο ενώ για το 51.2 % (81/160) των δοκιμασιών επικρατεί αρχικά το σπίτι (το ποσοστό που υπολείπεται αντιστοιχεί στο 0.6%, όπου δεν

αναφέρθηκε κανένα από τα δύο ερεθίσματα ως αντιληπτικά επικρατέστερο), ενώ παρακάτω παρουσιάζονται και αναλυτικά τα ποσοστά αρχικών επικρατήσεων για κάθε συμμετέχοντα χωριστά.

Πίνακας 2: Αρχικές επικρατήσεις ανά συμμετέχοντα (1^η Συνθήκη)

1 ^η Συνθήκη (χωρίς προσαρμογή)	Αρχική Επικράτηση			
	τίποτα	πρόσωπο	σπίτι	Σύνολο
Συμμετέχων 1	0	9	11	20
2	0	8	12	20
3	2	6	12	20
4	0	9	11	20
5	0	9	11	20
6	0	10	10	20
7	0	12	8	20
8	0	14	6	20
Σύνολο	2	77	81	160

3.2. Συνθήκη Ίδιας Προσαρμογής

Αυτό βεβαίως που είναι σημαντικό είναι να δούμε πως αυτό μεταβάλλεται παρουσία του ερεθίσματος προσαρμογής. Έτσι, στις υπόλοιπες συνθήκες για να δούμε εάν η παρουσία του ερεθίσματος προσαρμογής επηρεάζει αρνητικά την μετέπειτα αντιληπτική του επικράτηση, χρησιμοποιήσαμε αρχικά ως τρόπο μέτρησης της επίδρασης της προσαρμογής την αρχική κυριαρχία. Ως αρνητική προσαρμογή θεωρούμε το ποσοστό των δοκιμασιών κατά τις οποίες ο συμμετέχων αναφέρει:

- ότι έχει δει πρώτα πρόσωπο, όταν έχει προσαρμοστεί στο σπίτι
- ότι έχει δει πρώτα σπίτι, όταν έχει προσαρμοστεί στο πρόσωπο

Στην συνέχεια συγκρίνουμε τα ποσοστά που προκύπτουν με τα αντίστοιχα ποσοστά αρχικής κυριαρχίας των δύο ερεθισμάτων από την πρώτη συνθήκη, για κάθε συμμετέχοντα χωριστά. Θεωρούμε ότι υφίσταται κάποια επίδραση όταν παρατηρείται διαφοροποίηση στα ποσοστά ορατότητας για τα δύο ερεθίσματα -σε σχέση πάντα με την πρώτη συνθήκη- υπέρ του μη προσαρμοζόμενου ερεθίσματος. Έτσι, στην δεύτερη συνθήκη παρατηρούμε ότι για 7/8 συμμετέχοντες, όταν προσαρμόζονται με

το ίδιο πρόσωπο αυξάνονται τα ποσοστά αρχικής κυριαρχίας του σπιτιού, ενώ για 4/8 αυξάνονται τα ποσοστά αρχικής κυριαρχίας του προσώπου όταν έχουν προσαρμοστεί με σπίτι. Σημαντική επίδραση επομένως έχει μόνο το πρόσωπο ως ερέθισμα προσαρμογής (διωνυμική κατανομή πιθανοτήτων, binomial probability density function, binopdf , $p= 0.0312$) γεγονός που είναι και έκδηλο από τα αυξημένα ποσοστά αρχικής κυριαρχίας του σπιτιού : στο 76.3% των δοκιμασιών στις οποίες έχει γίνει προσαρμογή με πρόσωπο οι συμμετέχοντες βλέπουν αρχικά σπίτι ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για το πρόσωπο είναι 61.3%. (βλ. παρακάτω τον πίνακα 4 για τα αναλυτικά αποτελέσματα)

Πίνακας 3: Ποσοστά αρχικών επικρατήσεων για όλους τους συμμετέχοντες συνολικά

Αρχική Επικράτηση (Συγκεντρωτικά)

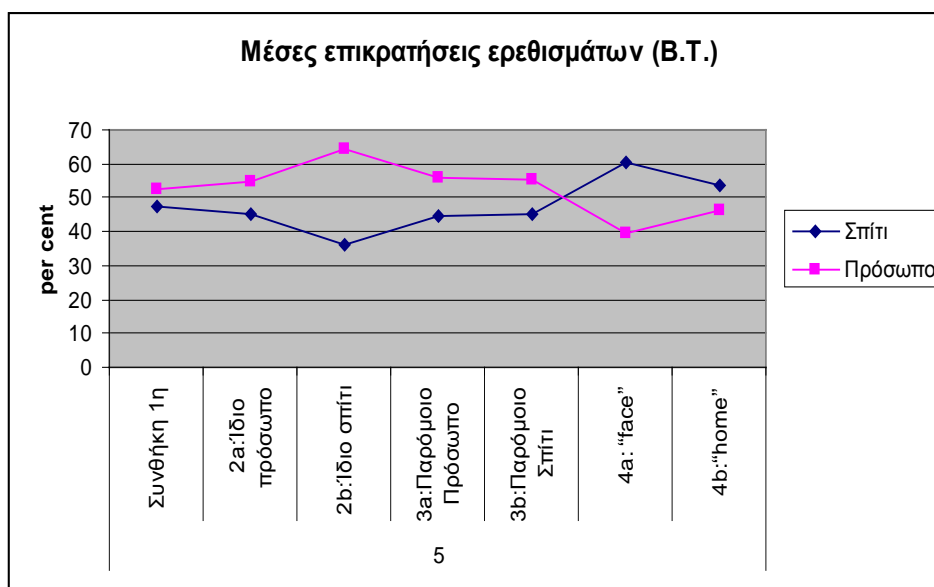
Συνθήκη	Ερέθισμα Προσαρμογής	Πρόσωπο	Σπίτι
1	Χωρίς ερέθισμα προσαρμογής	48.1 %	50.6%
2	πρόσωπο	23.8%	76.3%
	σπίτι	61.3%	38.5%
	Σύνολο	42.5	57.5
3	Παρόμοιο πρόσωπο	36.2%	63.8%
	Παρόμοιο σπίτι	42.5%	57.5%
	Σύνολο	39.4%	60.6%
4	face	45%	55%
	home	41.2%	58.8%
	Σύνολο	43.1%	56.9%

Επιπλέον ελέγξαμε εάν υπάρχουν διαφορές στις μέσες συνολικές επικρατήσεις (predominances) των ερεθισμάτων, σε σχέση πάντα με την πρώτη συνθήκη. Θεωρούμε ότι υπάρχει αρνητική επίδραση της προσαρμογής όταν η παρουσία του προσώπου ως ερεθίσματος προσαρμογής αυξάνει την μέση επικράτηση του σπιτιού, καθώς και όταν η παρουσία του σπιτιού αυξάνει την μέση επικράτηση του προσώπου. Αυτή η τάση παρατηρήθηκε και για τα δύο ερεθίσματα προσαρμογής για 6/8 συμμετέχοντες (binopdf, $p= 0.1094$, n.s.) αλλά δεν μας επιτρέπει να βγάλουμε

κάποιο ασφαλές συμπέρασμα για μια σημαντική επίδραση που είναι έκδηλη στις μέσες επικρατήσεις.

3.3 Συνθήκη κατηγορικής προσαρμογής

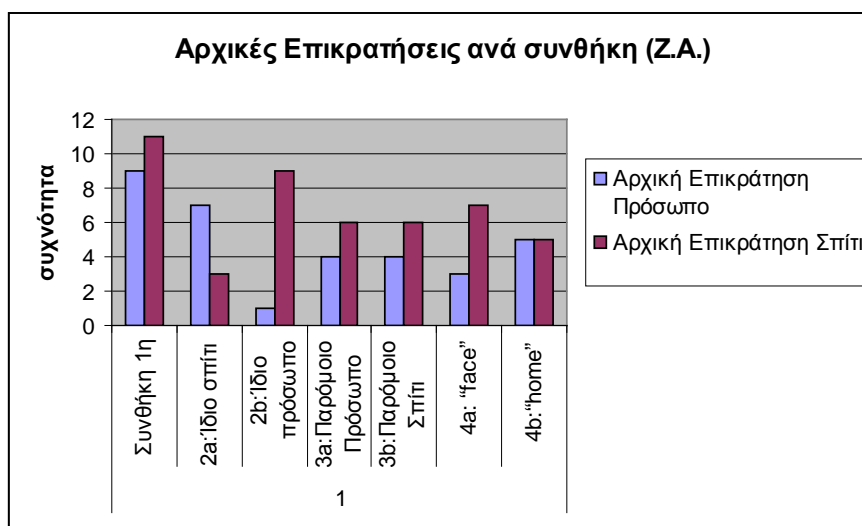
Στην δεύτερη συνθήκη ελέγξαμε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο (αρχική κυριαρχία και μέση επικράτηση) εάν παρατηρείται κάποια διαφορά σε σχέση με την βασική συνθήκη. Σε ότι αφορά την αρχική κυριαρχία, παρατηρήθηκε ότι υπάρχει αύξηση του ποσοστού αρχικής κυριαρχίας για το ερέθισμα στο οποίο δεν έχει γίνει η προσαρμογή για 5/8 συμμετέχοντες όταν ερέθισμα προσαρμογής είναι το παρόμοιο πρόσωπο και μόλις για 1/8 όταν ερέθισμα προσαρμογής είναι το παρόμοιο σπίτι. Σημαντική δεν έχει κανένα από τα δύο ερεθίσματα προσαρμογής, αν και ίσως μπορεί να γίνει λόγος για κάποια παρατηρούμενη τάση. Διαφορές στις μέσες επικρατήσεις υπέρ του μη προσαρμοζόμενου ερεθίσματος παρουσιάζουν 5/8 συμμετέχοντες όταν ερέθισμα προσαρμογής είναι το παρόμοιο πρόσωπο και 1/8 όταν ερέθισμα προσαρμογής είναι το σπίτι.



Εικόνα 6: Παράδειγμα από την μέση επικράτηση των δύο ερεθισμάτων σε όλες τις συνθήκες από ένα συμμετέχοντα. Ενώ στην αρχική συνθήκη η συνολική κυριαρχία των ερεθισμάτων είναι σχεδόν στα ίδια επίπεδα, στη συνέχεια αυτά τα ποσοστά μεταβάλλονται.

3.4. Συνθήκη Γλωσσικής Προσαρμογής

Στην τελευταία συνθήκη, κατά την οποία χρησιμοποιήθηκαν λέξεις ως ερεθίσματα προσαρμογής, παρατηρήσαμε με τον ίδιο τρόπο ότι για 5/8 συμμετέχοντες η λέξη ‘face’ αυξάνει τα ποσοστά αρχικής επικράτησης του σπιτιού ενώ για μόλις 2/8 η λέξη ‘home’ αυξάνει τα ποσοστά αρχικής κυριαρχίας του προσώπου (σε σχέση με την πρώτη συνθήκη πάντα). Στις μέσες επικρατήσεις για 6/8 συμμετέχοντες παρατηρείται αύξηση της μέσης επικράτησης του σπιτιού όταν βλέπουν την λέξη ‘face’ και αντίστοιχα 2/8 αύξηση της μέσης επικράτησης του προσώπου για την λέξη ‘home’.



Εικόνα 7: Παράδειγμα των αρχικών επικρατήσεων σε όλες τις συνθήκες από ένα συμμετέχοντα, ο οποίος ενώ ξεκινά με ισοδύναμο ποσοστό αρχικών επικρατήσεων των δύο ερεθισμάτων στην συνέχεια αυτή η ισορροπία αλλάζει. Το πρόσωπο μάλιστα σε όλες τις εκδοχές του έχει σημαντική επίδραση, κάτι που φαίνεται και από τα αυξημένα ποσοστά αρχικής κυριαρχίας του

Πίνακας 4: Αρχικές Επικρατίσεις αναλυτικά για κάθε συμμετέχοντα σε όλες τις συνθήκες

Αρχική Επικράτηση				
Συμμετέχων	ΣΥΝΘΗΚΗ-ΑΔΑΡΤΟΡ	ΠΡΟΣΩΠΟ	ΣΠΙΤΙ	Επίδραση
1	Συνθήκη 1η	9	11	-
	2a:Ίδιο σπίτι	7	3	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο πρόσωπο	1	9	ΝΑΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	4	6	ΝΑΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	4	6	ΟΧΙ
	4a: "face"	3	7	ΝΑΙ
	4b:"home"	5	5	ΝΑΙ
2	Συνθήκη 1η	8	12	-
	2a:Ίδιο σπίτι	5	5	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο πρόσωπο	5	5	ΟΧΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	4	6	ΟΧΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	4	6	ΟΧΙ
	4a: "face"	2	8	ΝΑΙ
	4b:"home"	4	6	ΟΧΙ
3	Συνθήκη 1η	6	12	-
	2a:Ίδιο πρόσωπο	5	5	ΟΧΙ
	2b:Ίδιο σπίτι	3	7	ΟΧΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	4	6	ΟΧΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	2	8	ΟΧΙ
	4a: "face"	1	9	ΝΑΙ
	4b:"home"	5	5	ΝΑΙ
4	Συνθήκη 1η	9	11	-
	2a:Ίδιο πρόσωπο	1	9	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο σπίτι	8	2	ΝΑΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	1	9	ΝΑΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	3	7	ΟΧΙ
	4a: "face"	7	3	ΟΧΙ
	4b:"home"	3	7	ΟΧΙ
5	Συνθήκη 1η	9	11	-
	2a:Ίδιο πρόσωπο	1	9	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο σπίτι	9	1	ΝΑΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	4	6	ΝΑΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	8	2	ΝΑΙ
	4a: "face"	5	5	ΟΧΙ
	4b:"home"	2	8	ΟΧΙ
6	Συνθήκη 1η	10	10	-
	2a:Ίδιο πρόσωπο	1	9	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο σπίτι	4	6	ΟΧΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	3	7	ΝΑΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	3	7	ΟΧΙ
	4a: "face"	4	6	ΝΑΙ
	4b:"home"	5	5	ΟΧΙ
7	Συνθήκη 1η	12	8	-
	2a:Ίδιο πρόσωπο	3	7	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο σπίτι	7	3	ΝΑΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	6	4	ΟΧΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	5	5	ΟΧΙ

	4a: "face"	7	3	OXI
	4b: "home"	6	4	OXI
8	Συνθήκη 1η	14	6	-
	2a: Ίδιο πρόσωπο	3	7	NAI
	2b: Ίδιο σπίτι	6	4	OXI
	3a: Παρόμοιο Πρόσωπο	3	7	NAI
	3b: Παρόμοιο Σπίτι	5	5	OXI
	4a: "face"	5	5	NAI
	4b: "home"	6	4	OXI

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα έρευνα προσπαθήσαμε να διαπιστώσουμε εάν μια υψηλού επιπέδου προσαρμογή μπορεί να επηρεάσει την αρχική αντίληψη κατά τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό. Για να το πετύχουμε αυτό χρησιμοποιήσαμε πρόσωπα και σπίτια ως ερεθίσματα, καθώς είναι γνωστό ότι γίνονται αντικείμενο επεξεργασίας σε ανώτερες οπτικές περιοχές (Tong et al., 1998). Προηγούμενες έρευνες έχουν διαπιστώσει ότι η προσαρμογή μπορεί να είναι αποτελεσματική και για πιο πολύπλοκα ερεθίσματα (Cziraki et al., 2010) ενώ οι van Boxtel et al. (2008) έδειξαν ότι μια τέτοιου τύπου προσαρμογή επιδρά και στην δυναμική του ανταγωνισμού. Στην δική μας έρευνα επιχειρήσαμε να αυξήσουμε το επίπεδο αφαίρεσης του ερεθίσματος προσαρμογής, παρουσιάζοντας στην τρίτη συνθήκη εικόνες από παρόμοια αλλά διαφορετικά πρόσωπα και σπίτια, ενώ στην τέταρτη παρουσιάσαμε απλά τις λέξεις που περιγράφουν τα αντίστοιχα ερεθίσματα. Βρήκαμε ότι η προσαρμογή σε ένα ερέθισμα μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την μετέπειτα αντιληπτική του κυριαρχία στις περιπτώσεις που είχαμε το πρόσωπο και την παρόμοια ή λεκτική εκδοχή του ως ερεθίσματα προσαρμογής (για 7/8 συμμετέχοντες στην δεύτερη συνθήκη και 5/8 στις δύο τελευταίες αυξήθηκαν τα ποσοστά της αρχικής κυριαρχίας του σπιτιού σε σχέση με την βασική συνθήκη). Το σπίτι σε όλες του τις εκδοχές ως ερέθισμα προσαρμογής στην παρούσα έρευνα δεν επηρέασε σημαντικά σε καμία συνθήκη την μετέπειτα αντιληπτική του καταστολή (4/8 στην δεύτερη συνθήκη, 1/8 και 2/8 στις δυο τελευταίες συνθήκες έδειξαν να επηρεάζονται από το σπίτι ως ερέθισμα). Ωστόσο, παραμένει ενδεικτικό το γεγονός ότι για 5/8 συμμετέχοντες στην λεκτική προσαρμογή για το πρόσωπο, παρατηρήθηκε επίσης αυτή η αντιστροφή στην κυριαρχία, για την οποία είχε κάνει λόγο ο Wolfe (1984). Για κάποιους μάλιστα συμμετέχοντες τα ποσοστά αυτής της αντιστροφής στην

τελευταία συνθήκη είναι ιδιαίτερα ψηλά (70-90% των δοκιμασιών υπήρχε αρχική επικράτηση σπιτιού με ερέθισμα προσαρμογής το πρόσωπο, βλ. και εικόνα 7).

Πέρα από τον έλεγχο της αρχικής κυριαρχίας, προσπαθήσαμε να διαπιστώσουμε εάν η ύπαρξη προσαρμογής μπορεί να έχει κάποια επίδραση στις συνολικές επικρατήσεις των ερεθισμάτων (Hancock et al., 2008). Εάν με άλλα λόγια η αρνητική προσαρμογή εκδηλώνεται ως μια αλλαγή στα ποσοστά κατά τα οποία παραμένει ορατό ένα ερέθισμα σε σχέση πάντα με την συνθήκη ελέγχου. Αυτό που διαπιστώσαμε είναι ότι για 6/8 συμμετέχοντες υπάρχει μια αύξηση της μέσης κυριαρχίας του άλλου ερεθίσματος (αυτό στο οποίο δεν έχει γίνει η προσαρμογή) στην δεύτερη συνθήκη και για τα δύο ερεθίσματα, καθώς και στην κατηγορική και λεκτική προσαρμογή για τα πρόσωπα.

Πίνακας 3: Μέσες Επικρατήσεις αναλυτικά για κάθε συμμετέχοντα για όλες τις συνθήκες

Μέση Επικράτηση %				
Συμμετέχων	ΣΥΝΘΗΚΗ-ADAPTOR	ΣΠΙΤΙ	ΠΡΟΣΩΠΟ	Επίδραση
1	Συνθήκη 1η	47,0880	52,9120	-
	2a:Ίδιο σπίτι	43,4851	56,5149	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο πρόσωπο	47,7937	52,2063	ΝΑΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	51,1433	48,8567	ΝΑΙ
	3a:Παρόμοιο Σπίτι	48,6263	51,3737	ΟΧΙ
	4a: "face"	50,7709	49,2291	ΝΑΙ
	4b:"home"	52,7055	47,2945	ΟΧΙ
2	Συνθήκη 1η	43,6642	56,3358	-
	2a:Ίδιο σπίτι	50,8648	49,1352	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο πρόσωπο	45,7174	54,2826	ΟΧΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	51,7869	48,2131	ΝΑΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	47,7296	52,2704	ΟΧΙ
	4a: "face"	53,2881	46,7119	ΝΑΙ
	4b:"home"	51,3627	48,6373	ΟΧΙ
3	Συνθήκη 1η	45,3629	44,6371	-
	2a:Ίδιο σπίτι	50,7792	49,2208	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο πρόσωπο	55,4890	44,5110	ΝΑΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	60,9113	39,0887	ΝΑΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	74,7165	25,2835	ΟΧΙ
	4a: "face"	61,3051	38,6949	ΝΑΙ
	4b:"home"	56,5449	43,4551	ΟΧΙ

4	Συνθήκη 1η	50,8160	49,1840	-
	2a:Ίδιο πρόσωπο	51,7639	48,2361	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο σπίτι	43,5042	56,4958	ΝΑΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	47,0278	52,9722	ΌΧΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	51,9886	48,0114	ΌΧΙ
	4a: "face"	49,2893	50,7107	ΌΧΙ
	4b: "home"	47,0996	52,9004	ΌΧΙ
5	Συνθήκη 1η	47,5727	52,4273	-
	2a:Ίδιο πρόσωπο	45,3507	54,6493	ΌΧΙ
	2b:Ίδιο σπίτι	35,8579	64,1421	ΝΑΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	44,3792	55,6208	ΌΧΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	44,9093	55,0907	ΝΑΙ
	4a: "face"	60,2864	39,7136	ΝΑΙ
	4b: "home"	53,6117	46,3883	ΟΧΙ
6	Συνθήκη 1η	55,9000	44,1000	-
	2a:Ίδιο πρόσωπο	60,2346	39,7654	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο σπίτι	63,3234	36,6766	ΟΧΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	62,3328	37,6672	ΝΑΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	63,3700	36,6300	ΌΧΙ
	4a: "face"	63,8325	36,1675	ΝΑΙ
	4b: "home"	61,6194	38,3806	ΟΧΙ
7	Συνθήκη 1η	49,8599	50,1401	-
	2a:Ίδιο πρόσωπο	53,0594	46,9406	ΝΑΙ
	2b:Ίδιο σπίτι	46,0370	53,9630	ΝΑΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	50,1634	49,8366	ΝΑΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	48,0673	51,9327	ΝΑΙ
	4a: "face"	42,8750	57,1250	ΟΧΙ
	4b: "home"	46,7441	53,2559	ΝΑΙ
8	Συνθήκη 1η	45,4034	54,5966	-
	2a:Ίδιο πρόσωπο	43,0976	56,9024	ΌΧΙ
	2b:Ίδιο σπίτι	36,7220	63,2780	ΝΑΙ
	3a:Παρόμοιο Πρόσωπο	46,4245	53,5755	ΝΑΙ
	3b:Παρόμοιο Σπίτι	46,7488	53,2512	ΌΧΙ
	4a: "face"	52,3038	47,6962	ΝΑΙ
	4b: "home"	46,3422	53,6578	ΟΧΙ

Οι τάσεις αυτές, καθώς επίσης και τα πιο ξεκάθαρα αποτελέσματα της ίδιας προσαρμογής για το πρόσωπο στην αρχική κυριαρχία, μας δίνουν την ευκαιρία να κάνουμε λόγο για ενδείξεις σχετικά με την αρνητική επίδραση μιας υψηλού προσαρμογής στην αντιληπτική κυριαρχία κατά τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό. Οφείλουμε ωστόσο να πραγματοποιήσουμε περαιτέρω πειράματα, αλλάζοντας ενδεχομένως και τα ερεθίσματά μας, προκειμένου να βγάλουμε πιο ασφαλή συμπεράσματα. Εάν, συνεπώς, διερευνηθεί πιο συστηματικά και αποδειχθεί η επίδραση της κατηγορικής και γλωσσικής προσαρμογής στην αντίληψη κατά τον διοφθάλμιο ανταγωνισμό, τότε ίσως και να μπορεί να γίνει λόγο τόσο για μια προσαρμογή που εννοείται με διαφορετικούς, πιο γνωστικούς όρους (Clifford et al. , 2007) όσο και για την εμπλοκή ανώτερων διεργασιών στο φαινόμενο του διοφθάλμιου ανταγωνισμού (Hancock et al., 2008). Διότι η επίδραση τέτοιων

παραγόντων στον ανταγωνισμό σημαίνει ότι μαζί με τις ενδοφθάλμιες ανασταλτικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα δύο μάτια (Blake 1989), παρεμβαίνουν και διεργασίες που σχετίζονται τόσο με την ικανότητα διάκρισης της κατηγορίας στην οποία ανήκει ένα αντικείμενο (κατηγορική προσαρμογή) όσο και με την ικανότητα συσχέτισης ανάμεσα στην εικόνα ενός ερεθίσματος και την λεκτική του αναπαράσταση (λεκτική προσαρμογή). Η παρεμβολή τέτοιων διεργασιών στον διοφθάλμιο ανταγωνισμό με τη σειρά της μας επιτρέπει να βγάλουμε συμπεράσματα για το ίδιο το φαινόμενο, το οποίο φαίνεται ότι είναι ευαίσθητο σε ανώτερες γνωστικές επιδράσεις, εφόσον την τελική αντιληπτική επιλογή του ερεθίσματος δεν καθορίζουν μόνο παράγοντες που σχετίζονται με αυτά καθαυτά τα δομικά χαρακτηριστικά του ερεθίσματος. Τα ευρήματα άλλωστε αυτά, όπως επίσης και το σκεπτικό πίσω από αυτή την έρευνα, στηρίζονται από πολυάριθμα ευρήματα, ψυχοφυσικά και νευροφυσιολογικά, τα οποία έχουν ήδη δείξει την εμπλοκή διεργασιών υψηλού επιπέδου και τη συμμετοχή ανώτερων φλοιϊκών περιοχών στο φαινόμενο (βλ. πρώτο μέρος της διπλωματικής για μια εκτενή αναφορά). Αυτό το οποίο προσπαθήσαμε εμείς να κάνουμε με αυτήν εδώ την έρευνα, είναι να συμμετάσχουμε σε αυτή την προβληματική σχετικά με τον ανταγωνισμό, που τα τελευταία χρόνια κλίνει προς την ιδέα ότι ο διοφθάλμιος ανταγωνισμός είναι ένα φαινόμενο που εμπλέκει μάλλον πολλές διεργασίες, συμβαίνει σε πολλαπλά στάδια της οπτικής οδού και είναι ευαίσθητος τόσο σε ανώτερες όσο και κατώτερες επιδράσεις (βλ. Blake & Logothetis, 2002).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alais, D., & Parker, A. (2006). Independent binocular rivalry processes for motion and form. *Neuron*, **52**, 911-920.
- Andrews, T. J., & Blakemore, C. (1999). Form and motion have independent access to consciousness. *Nature Neuroscience*, **2**, 405-406.
- Bagby, J. W. (1957). A cross-cultural study of perceptual predominance in binocular rivalry. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, **54**, 331-334.
- Bhardwaj, R., O'Shea, R. P., Alais, D., & Parker, A. (2008). Probing visual consciousness: Rivalry between eyes and images. *Journal of Vision*, **8**, 2, 1-13.
- Blake, R. (1989). A neural theory of binocular rivalry. *Psychological Review*, **96**, 145-167.
- Blake, R. (2001). A primer on binocular rivalry, including controversies. *Brain and Mind*, **2**, 55-83.
- Blake, R. (2005). Landmarks in the history of binocular rivalry. In Alais, D., & Blake, R., *Binocular rivalry*, (eds) London, England: A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1-28.
- Blake, R., & Boothroyd, K. (1985). The precedence of binocular fusion over binocular rivalry, *Perception and Psychophysics*, **37**, 114-124.
- Blake, R., & Camisa, J. (1979). On the inhibitory nature of binocular rivalry suppression. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **5**, No. 2, 315-323.
- Blake, R., & Fox, R. (1974). Binocular rivalry suppression: Insensitive to spatial frequency and orientation change. *Vision Research*, **14**, 687-692.
- Blake, R., & Logothetis, N. (2002). Visual Competition. *Nature Reviews, Neuroscience*, **13**, 1-11.
- Blake, R., Tadin, D., Sobel, K.V., Raissian, T.A., & Chong, S.C. (2006). Strength of early visual adaptation depends on visual awareness. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, **13**, 4783-4788.
- Blake, R., Yu, K., Lokey, M. (1998). Binocular rivalry and motion perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **10:1**, 46-60.
- Blake, R. R., Westendorf, D. J. & Overton, R. (1980). What is suppressed during binocular rivalry? *Perception*, **9**, 223-231.

- Brascamp, J. W., Knapen, T. H. J., Kanai, R., van Ee, R., & van den Berg, A. V. (2007). Flash suppression and flash facilitation in binocular rivalry. *Journal of Vision*, **7**(12), 1–12.
- Breese, B. B. (1909). Binocular rivalry. *Psychological Review*, **16**, 410-415.
- Brown, R. J., & Norcia, A. M. (1997). A Method for Investigating Binocular Rivalry in Real-time with the Steady-state VEP, *Vision Research*, **13**, 2401-2408.
- Carlson, T. A., & He, S. (2000). Visible binocular beats from invisible monocular stimuli during binocular rivalry. *Current Biology*, **10**, 1055-1058.
- Carney, T., Shadlen, M., & Switkes, E. (1987). Parallel processing of motion and colour information. *Nature*, **328**, 647-649.
- Chong, S. C., & Blake, R. (2005). Exogenous attention and endogenous attention influence initial dominance in binocular rivalry. *Vision Research*, **46**, 1794-1803.
- Clifford, C. (2006). Binocular rivalry, a quick guide, *Current Biology*, **19**, 1022-1023.
- Clifford, C.W., Webster, M.A., Stanley, G.B., Stocker, A.A., Kohn A., Sharpee, T.O., Schwartz, O. (2007). Visual adaptation: neural, psychological and computational aspects, *Vision Research*, **47**, 3125–3131.
- Costello, P., Jiang, Y., Baartman, B., McGlennen, Sheng, H. (2009). Semantic and subword priming during binocular suppression, *Consciousness and Cognition*, **18**, 375-382.
- Creed, R. S. (1935). Observations on binocular fusion and rivalry, *Journal of Physiology*, **84**, 381-392.
- Crick, F. & Koch, C. (1995) Are we aware of neural activity in primary visual cortex. *Nature*, **375**, 121-123
- Crick, F. (1997). Μια εκπληκτική υπόθεση: Η επιστημονική αναζήτηση της ψυχής, εκδ. Κάτοπτρο, Αθήνα
- Cziraki, C., Greenlee, M.W., Kovacs, G. (2010). Neural correlates of high-level adaptation-related aftereffects, *Journal of Neurophysiology*, **103**, 1410-1417.
- Engel, E. (1956). The role of content in binocular resolution. *American Journal of Psychology*, **69**, 87-91.
- Fox, R., & Check, R. (1968). Detection of motion during binocular rivalry suppression. *Journal of Experimental Psychology*, **78**, 388-395.
- Fox, R. (2005). Foreword. In *Binocular rivalry* Alais, D., & Blake, R. (eds) London, England: A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge Massachusetts.

- Hancock, S., Whitney, D., & Andrews, T. J. (2008). The initial interactions underlying binocular rivalry require visual awareness, *Journal of Vision*, **8**(1):3, 1–9.
- Harrad, R.A., McKee, S.P., Blake, R. and Yang, Y. (1994). Binocular rivalry disrupts stereopsis *Perception*, **23**, 15-28.
- Haynes, J-D., Deichmann, R., & Rees, G. (2005). Eye-specific effects of binocular rivalry in the human lateral geniculate nucleus. *Nature Letters*, **438**, 496-499.
- Kovács, I., Papathomas, T.V., Yang, M., & Fehér, A. (1997). When the brain changes its mind, Interocular grouping during binocular rivalry. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, **93**, 15508-15511.
- Lee, S. H., & Blake, R. (1999). Rival ideas about binocular rivalry. *Vision Research*, **39**, 1447-1454.
- Lehmkuhle, S., & Fox, R. (1976). Effect of binocular rivalry suppression on the motion aftereffect. *Vision Research*, **15**, 855-859.
- Leopold, D., & Logothetis, N. (1996). Activity changes in early visual cortex reflect monkeys' percepts during binocular rivalry. *Nature*, **379**, 549-553.
- Leopold, D., & Logothetis, N. (1999). Multistable Phenomena: Changing views in perception. *Trends in Cognitive Sciences*, **3**, 254-264.
- Logothetis, N. (1998). Single units and conscious vision. *Philosophic Transactions of the Royal Society of London*, **353**, 1801-1818.
- Logothetis, N. K. and Schall, J. D. (1989). Neuronal correlates of subjective visual perception, *Science* **245**, 761-763.
- Logothetis, N.K., Leopold, D.A. and Sheinberg, D.L., 1996: What is rivalling during binocular rivalry? *Nature*, **380**, 621-624.
- Lin, Z. & He, S. (2009). Seeing the invisible: The scope and limits of unconscious processing in binocular rivalry. *Progress in Neurobiology*, **87**, 195-211.
- Logothetis, N. K. (1998). Single units and conscious vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, **353**, 1801-1818.
- Logothetis, N. K., Leopold, D. A., & Sheinberg, D. L. (1996). What is rivaling during binocular rivalry. *Nature*, **380**, 621-624.
- Lumer, E. D., Friston, K., & Rees, G. (1998). Neural correlates of perceptual rivalry in the human brain. *Science*, **280**, 1930-1934.
- Mather, G. (2009). *Foundations of Sensation and Perception* (2nd Edition), Psychology Press, Taylor & Francis Group, Hove and New York.

- Menon R. & Kim S. (1999). Spatial and Temporal limits in cognitive neuroimaging with fMRI, *Trends in Cognitive Sciences*, **3**, 207-216.
- Miller, S. M., Gynther, B. D., Heslop, K. R., Liu, G. B., Mitchell, P. B., Ngo, T. T., Pettigrew, J. D., & Geffen, L. B. (2003). Slow Binocular Rivalry in Bipolar Disorder. *Psychological Medicine*, **33**, 683-692.
- Mitchell, J. F., Stoner, G. R., & Reynolds, J. H. (2004). Object-based attention determines dominance in binocular rivalry, *Nature*, **429**, 410-413.
- Μουτούσης, Κ., & Λογοθέτης, Ν. (2009). Εγκέφαλος & Συνείδηση, *Νόησις*, **5**, 19-67.
- Nagamine, M., Yoshino, A., Miyazaki, M., Takahashi, Y., & Nomura, S. (2009). Difference in binocular rivalry rate between patients with bipolar I and bipolar II disorders, *Bipolar Disorders*, **11**, 539-546.
- Nguyen, V. A., Freeman, A. W., & Wenderoth, P. (2001). The depth and selectivity of suppression in Binocular Rivalry. *Perception and Psychophysics*, 348-360.
- Nguyen, V. A., Freeman, A. W., & Alais, D. (2003). Increasing depth of binocular rivalry suppression along two visual pathways. *Vision Research*, **43**, 2003-2008.
- Ogle K. N., & Wakefield, J. M. (1967). Stereoscopic depth and binocular rivalry. *Vision Research*, **7**, 89-98.
- Ooi, T. L., & He, Z. J. (1999). Binocular rivalry and visual awareness: the role of attention. *Perception*, **28**, 551-574.
- O'Shea, R.P., & Corballis P.M. (2005). Binocular rivalry in the divided brain. In *Binocular rivalry*, Alais, D., & Blake, R. (eds) London, England: A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge Massachusetts, 301-315.
- Pettigrew, J. D., & Carter, O.L. (2005). Perceptual rivalry as an ultradian oscillation. In *Binocular rivalry*, Alais, D., & Blake, R. (eds) London, England: A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge Massachusetts, 283-300.
- Pettigrew, J. D., & Miller, S. M. (1998). A 'sticky' interhemispheric switch in bipolar disorder? *Proceedings of the Royal Society of London B*, **265**, 2141-2148.
- Polonsky, A., Blake, R., Braun, J., & Heeger, D. (2000). Neuronal activity in human primary visual cortex correlates with perception during binocular rivalry. *Nature Neuroscience*, **3**, 1153-1159.
- Richards, W. (1966). Attenuation of the pupil response during binocular rivalry. *Vision Research*, **6**, 239-240.

- Rensik, R. A. (2002). Internal vs. external information in visual perception, *Proceedings of the 2nd international symposium on Smart graphics*, 63-70.
- Rommetveit, R., Berkley, M., & Brøgger, J. (1968). Generation of words from stereoscopically presented non-word strings of letters. *Scandinavian Journal of Psychology*, **9**, 150-156.
- Sheinberg, D. L., & Logothetis, N. K. (1997). The role of temporal cortical areas in perceptual organization. *Proceedings of the National Academy of Science, USA*, **94**, 3408-3413.
- Tong, F. (2001). Competing theories of binocular rivalry: A possible resolution. *Brain and Mind*, **2**, 55-83.
- Tong, F., & Engel, S. A. (2001). Interocular rivalry revealed in the human cortical blind-spot representation. *Nature*, **411**, 195-199.
- Tong, F., Nakayama, K., Vaughan, J. T., & Kanwisher, N. (1998). Binocular rivalry and visual awareness in human extrastriate cortex. *Neuron*, **21**, 753-759.
- Treisman, A. M. (1962). Binocular rivalry and stereoscopic depth perception. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **14**, 23-37.
- Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages, *Nature Neuroscience*, **8**, 1096–1101.
- van Boxtel, J. J. A., Alais, D., & van Ee, R. (2008). Retinotopic and non-retinotopic stimulus encoding in binocular rivalry and the involvement of feedback. *Journal of Vision*, **8**(5):17, 1–10.
- Wade, N. (2005). Ambiguities and rivalries in the history of binocular vision, *Binocular rivalry*, Alais, D., & Blake, R. (eds) London, England: A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge Massachusetts. 29-45.
- Walker, P. (1978). Binocular rivalry: central or peripheral selective processes?, *Psychological Bulletin*, **85**, 376-389.
- Weil, R. S., Kilner, J. M., Haynes, J.D., Rees, G. (2006). Neural correlates of perceptual filling-in of an artificial scotoma in humans, *Proceedings of the National Academy of Science*, **104** (12), 5211-5216.
- Wheatstone, C. (1838). Contributions to the physiology of vision – Part the first. On some remarkable and hitherto unobserved phenomena of binocular vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **128**, 371–394.
- Wilson, H. R., Blake, R., & Lee, S. H. (2001). Dynamics of travelling waves in visual perception. *Nature Letters*, **412**, 907-910.

- Wolfe, J. (1984). Reversing dominance and suppression in a single flash, *Vision Research*, **24**, 471-478.
- Wolfe, J. (1986). Stereopsis and binocular rivalry. *Psychological Review*, **93**, 269-282.