

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ

ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ**

ΝΕΥΡΟΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ:

ΜΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ

Ιωσήφ Ν. Κανδαράκης

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου

Πειραιώς ως μέρος των Απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού

Διπλώματος Ειδίκευσης στην Αναλογιστική Επιστήμη και Διοικητική Κινδύνου

Πειραιάς

Νοέμβριος 2014

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΓΣΕΣ του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς στην υπ' αριθμ. συνεδρίασή του σύμφωνα με τον Εσωτερικό Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Εφαρμοσμένη Στατιστική

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Διακογιάννης Γεώργιος (Επιβλέπων)
- Βολιώτης Δ.
- Τσίμπος Κλ.

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

UNIVERSITY OF PIRAEUS



DEPARTMENT OF STATISTICS

AND INSURANCE SCIENCE

POSTGRADUATE PROGRAM IN ACTUARIAL SCIENCE

AND RISK MANAGEMENT

NEUROECONOMICS:

A SYSTEMATIC REVIEW

Joseph N. Kandarakis

MSc Dissertation

submitted to the Department of Statistics and Insurance
Science of the University of Piraeus in partial fulfilment of
the requirements for the degree of Master of Science in
Actuarial Science and Risk Management

Peiraeus, Greece

November 2014

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Γεώργιο Διακογιάννη, για την πολύτιμη καθοδήγηση του και υποστήριξη για την ολοκλήρωση της.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται μία επισκόπηση επιλεγμένων επιστημονικών άρθρων που ασχολούνται με τον τομέα έρευνας της Νευροχρηματοοικονομικής.

Η Νευροχρηματοοικονομική ως διεπιστημονικός τομέας έρευνας της Νευρολογίας, Ψυχολογίας και Θεωρίας Χαρτοφυλακίου, έρχεται να προσθέσει επιπλέον εφόδια στην κλασική οικονομική θεωρία, βοηθώντας μέσω της μελέτης του εγκεφάλου στην περαιτέρω κατανόηση της λήψης αποφάσεων στην καθημερινή ζωή, καθώς και των επενδυτών.

Λέξεις-κλειδιά: Νευροχρηματοοικονομική, Νευρολογία, Ψυχολογία, Θεωρία Χαρτοφυλακίου, Λήψη αποφάσεων

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Abstract

The present thesis reviews selected Neuroeconomic articles. Neuroeconomics as a cross-disciplinary field integrating Neurology, Psychology and Portfolio Theory, has come to add additional tools to classic economic theory, by studying the functioning of the human brain and give insights to further understand the decision making procedure of investors.

Keywords: Neuroeconomics, Neurology, Psychology, Portfolio Theory, Decision making

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Σκοπός της εργασίας.....	4
1.3 Περιορισμοί.....	4
1.4 Επισκόπηση της εργασίας.....	4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Θεωρία Χαρτοφυλακίου.....	5
2.1.1 Θεωρία του Markowitz.....	5
2.1.1.1 Εύρεση συνόλου αποδοτικών χαρτοφυλακίων για 3 αξιόγραφα.....	9
2.1.1.2 Διαφοροποίηση – Diversification.....	15
2.1.1.3 Ορθολογικός Επενδυτής.....	17
2.1.2 Μονοπαραγοντικό Υπόδειγμα – Single Index Model (SIM).....	18
2.1.3 Υπόδειγμα Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων - Capital Asset Pricing Model (CAPM).....	20
2.1.3.1 Η λογική του Υπόδειγμα Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων.....	21

2.1.4 Arbitrage Pricing Theory (APT).....	25
2.1.5 Ωφελιμότητα της Θεωρίας Χαρτοφυλακίου.....	27
2.2 Ψυχολογία.....	28
2.2.1 Προσωπικότητα.....	28
2.2.1.1 Θεώρηση και μέτρηση της προσωπικότητας.....	29
2.2.1.2 Πως αναπτύσσεται η προσωπικότητα.....	30
2.2.2 Σκέψεις και επίλυση προβλημάτων.....	30
2.2.3 Συναισθήματα.....	32
2.2.3.1 Διέγερση.....	33
2.2.3.2 Υποκειμενικές αντιδράσεις.....	35
2.2.4 Ψυχολογία και Λήψη Αποφάσεων.....	36
2.2.4.1 Λήψη Αποφάσεων.....	37
2.2.4.2 Λήψη αποφάσεων μέσω της ευρετικής μεθόδου.....	39
2.2.4.3 Ορθολογική Λήψη Αποφάσεων.....	41
2.2.5 Σκέψεις και Συναισθήματα των επενδυτών.....	42
2.2.5.1 Πως σκέφτονται οι επενδυτές.....	43
2.2.5.2 Πως αισθάνονται οι επενδυτές.....	44
2.2.5.3 Υπερβαίνοντας τα ψυχολογικά σφάλματα.....	46
2.3 Νευρολογία.....	48
2.3.1 Νευρώνες.....	48

2.3.2 Νευροδιαβιβαστές.....	52
2.3.3 Το Νευρικό και το Ενδοκρινικό Σύστημα.....	55
2.3.4 Ο εγκέφαλος.....	58
2.3.5 Νευρολογία και Οικονομική θεωρία.....	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Εισαγωγή.....	67
3.2 A behavioural and neural evaluation of prospective decision-making under risk.....	68
3.3 Decision-making under risk: A graph-based network analysis using functional MRI.....	71
3.4 Nucleus Accumbens activation mediates the influence of reward cues on financial risk taking.....	74
3.5 Neural foundations of risk-return trade-off in investment decisions....	77
3.6 Neural mechanism of intertemporal choice: From discounting future gains to future losses.....	81
3.7 Using Neural Data to test a Theory of Investor Behavior: An application to Realization Theory.....	85
3.8 The Affective Impact of Financial Skewness on Neural Activity and Choice.....	88
3.9 The Framing Effect and Risky decisions: Examining cognitive functions with fMRI.....	91

3.10 The Neural Basis of Financial Risk Taking.....	95
3.11 The neuroscience behind the stock market’s reaction to corporate earnings news.....	98
3.12 Variability in Nucleus Accumbens Activity mediates Age-Related Suboptimal Financial Risk Taking.....	101
3.13 Genetic Determinants of Financial Risk Taking.....	104
3.14 Serotonergic Genotypes, Neuroticism and Financial Choices.....	107
3.15 The Influence of Affect on Beliefs, Preferences and Financial Decisions.....	111
3.16 Comments on Neuroeconomics.....	115
3.17 Περιληπτικά αποτελέσματα και σύγκριση άρθρων.....	119
3.18 Συνοπτική παρουσίαση των άρθρων.....	122
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
4.1 Αποτελέσματα.....	127
4.2 Συμπεράσματα.....	129
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	131

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Εισαγωγή

Τα κλασικά μοντέλα λήψης αποφάσεων βασίζονταν στην πεποίθηση ότι οι άνθρωποι είναι ορθολογικοί. Η Θεωρία Χαρτοφυλακίου του Markowitz έδειξε πως οι ορθολογικοί επενδυτές βασίζονται σε δύο παραμέτρους τις αποφάσεις τους για την επιλογή ενός χαρτοφυλακίου, την αναμενόμενη απόδοση και τη διακύμανση, ενώ επιπλέον θα πρέπει να διαφοροποιούν τις επιλογές τους για να βελτιστοποιήσουν το χαρτοφυλάκιο. Ωστόσο, το μοντέλο αυτό, που βασίστηκε στην αναμενόμενη θεωρία ωφελιμότητας, απέτυχε να εξηγήσει τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις από τους ανθρώπους σε πραγματικό χρόνο, όπου οι άνθρωποι παραβιάζουν τις αρχές της αναμενόμενης ωφελιμότητας.

Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι, για παράδειγμα, οι άνθρωποι δεν διαφοροποιούν το χαρτοφυλάκιο τους γιατί προτιμούν να επενδύουν σε μία συγκεκριμένη κατηγορία ή ότι δεν αποστρέφονται πάντα τον κίνδυνο. Οι συστηματικές αυτές αποκλίσεις από τις βέλτιστες επιλογές, έδωσαν το έναυσμα για την ανάπτυξη της επιστήμης της συμπεριφορικής χρηματοοικονομικής και οικονομικής. Οι θεωρίες που αναπτύχθηκαν στη συμπεριφορική χρηματοοικονομική βοήθησαν να εξηγηθεί πως οι άνθρωποι δρουν και αλληλοεπιδρούν όταν λαμβάνουν χρηματοοικονομικές αποφάσεις, είχαν, όμως, περιορισμένες ικανότητες να εξηγήσουν διεξοδικά τη συμπεριφορά ενός λήπτη αποφάσεων σε συνθήκες ασαφείς και με κίνδυνο.

Η έλλειψη αυτή οδήγησε στην ανάγκη μελέτης του εγκεφάλου, του απόλυτου εκφραστή λήψης αποφάσεων και της κατανόησης του τρόπου με τον οποίο συμπεριφέρονται οι άνθρωποι όταν λαμβάνουν χρηματοοικονομικές αποφάσεις. Με αυτό τον τρόπο, ξεκίνησε η επιστήμη της νευροχρηματοοικονομικής.

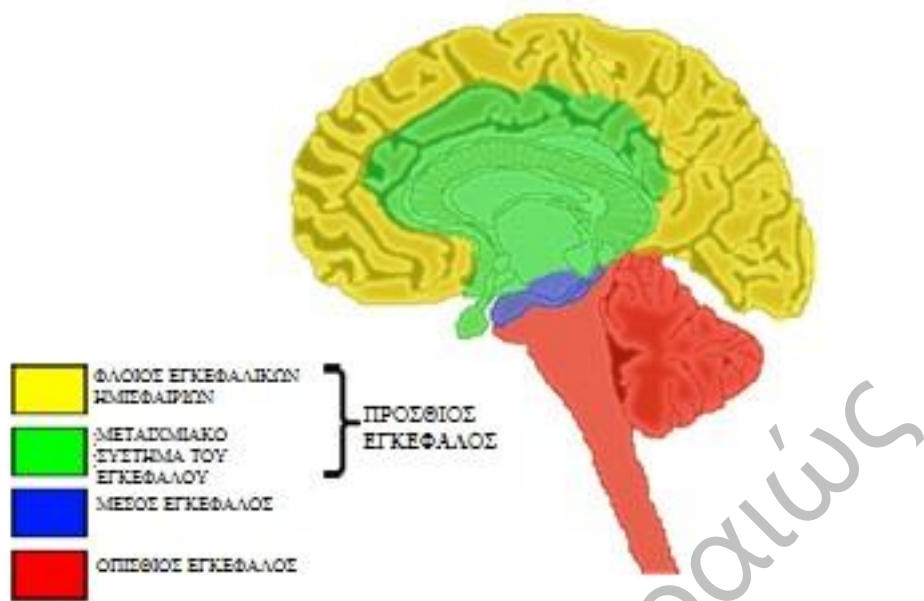
Η νευροχρηματοοικονομική είναι η εφαρμογή των δομών και των εφαρμογών της νευροεπιστήμης στη μελέτη της οικονομικής συμπεριφοράς. Χρησιμοποιεί εικόνες από την δραστηριότητα του εγκεφάλου, καθώς και άλλες τεχνικές, για να συμπεράνει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ο εγκέφαλος. Η εξέλιξη αυτή έχει επιτρέψει την απευθείας μέτρηση των

σκέψεων και των συναισθημάτων, θέτοντας σε αμφισβήτηση τις μέχρι τώρα γνώσεις για την σχέση μεταξύ του μυαλού και των ενεργειών μας.

Πολλές λειτουργίες του εγκεφάλου εκτελούνται με μία αυτόματη διαδικασία, η οποία είναι ταχύτερη από την συνειδητή σκέψη, χωρίς κάποια συνειδητοποίηση ή αίσθημα προσπάθειας από τον άνθρωπο. Δεδομένου, ότι ο άνθρωπος δεν μπορεί να έχει πρόσβαση ή έλεγχο σε αυτές τις διαδικασίες, οι συμπεριφορές που προέρχονται από αυτές δεν είναι απαραίτητο να ακολουθούν κανονιστικά αξιώματα συμπερασμάτων και επιλογών. Επιπλέον, η συμπεριφορά επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από συναισθηματικά συστήματα, τα οποία είναι σημαντικά για την καθημερινή λειτουργία του ανθρώπου. Όταν εμφανίζεται βλάβη σε αυτά τα συστήματα, από τραυματισμό, άγχος, ανισορροπία στους νευροδιαβιβαστές, η συμπεριφορά δεν μπορεί να ρυθμιστεί κατάλληλα.

Η νευροεπιστήμη αποτελεί τη βάση για την κατανόηση της νευρολογικής βάσης των συναισθηματικών επιρροών στις χρηματοοικονομικές αποφάσεις, κατανοώντας την λειτουργικότητα του ανθρώπινου εγκεφάλου. Μέσω των τωρινών τεχνολογικών μέσων, οι αλλαγές που συντελούνται στον εγκέφαλο κατά τη λήψη αποφάσεων μπορούν να παρακολουθηθούν σε πραγματικό χρόνο, βοηθώντας στην περαιτέρω κατανόηση της λειτουργίας του.

Η νευροεπιστήμη εξηγεί πως ο ανθρώπινος εγκέφαλος χωρίζεται σε τρία κύρια μέρη, τον πρόσθιο, τον μέσο και τον οπίσθιο εγκέφαλο. Ο πρόσθιος εγκέφαλος είναι το μεγαλύτερο μέρος του εγκεφάλου και αποτελείται από τον φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων (*cerebral cortex*) και το μεταχιακό σύστημα του εγκεφάλου (*limbic system*). Ο φλοιός αποτελείται από το νεοφλοιό (*neocortex*) και τον προμετωπιαίο φλοιό (*prefrontal cortex*) και είναι συνδεδεμένος με τις πιο εξελιγμένες λειτουργίες του εγκεφάλου, όπως οι σκέψεις και οι ενέργειες, για αυτό και αναφέρεται ως το λογικό μέρος του εγκεφάλου. Το μεταχιακό σύστημα αναφέρεται και ως συναισθηματικός εγκέφαλος και συμμετέχει στην επεξεργασία των συναισθημάτων και στην αποθήκευση των αναμνήσεων. Είναι η πηγή των κινήτρων και των συναισθημάτων, συμπεριλαμβανομένων του φόβου και του ενθουσιασμού και αποτελείται από τη νησίδα (*insula*) και τον επικλινή πυρήνα (*Nucleus accumbens*).



Πηγή: <http://www.adsi.info/forebraintechnique.htm>

Εικόνα 1.1 Ο πρόσθιος, μέσος και οπίσθιος εγκέφαλος

Ο μέσος εγκέφαλος αποτελείται από την οροφή (*tectum*) και την καλύπτρα (*tegmentum*) και εμπλέκεται σε λειτουργίες όπως η όραση, η ακοή, η κίνηση των ματιών και του σώματος. Τέλος, ο οπίσθιος εγκέφαλος αποτελείται από την παραγκεφαλίδα (*cerebellum*), την γέφυρα (*pons*) και τον προμήκη μυελό (*medulla oblongata*), τα οποία συνεργάζονται για να υποστηρίξουν τις ζωτικής σημασίας σωματικές διεργασίες.

Η νευροεπιστήμη έχει συχνά επικριθεί ότι παρέχει λίγες πληροφορίες, δείχνοντας απλά ότι μία συμπεριφορά προκαλείται από τη δράση στο νευρικό σύστημα. Ωστόσο, ο μακροπρόθεσμος στόχος της νευροεπιστήμης είναι να αποτελεί κάτι παραπάνω από έναν απλό χάρτη του εγκεφάλου. Εντοπίζοντας τα σημεία του εγκεφάλου που ενεργοποιούνται σε διάφορες εργασίες, οι νευροεπιστήμονες μαθαίνουν την λειτουργία του κάθε σημείου και ως εκ τούτου τον τρόπο που ο εγκέφαλος λύνει τα διάφορα είδη προβλημάτων.

1.2 Σκοπός της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι μία επισκόπηση μελετών και ερευνών που έχουν διενεργηθεί χρησιμοποιώντας την επιστήμη της νευροχρηματοοικονομικής. Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιάσει τον ανερχόμενο τομέα της νευροχρηματοοικονομικής επιστήμης και τα μέχρι στιγμής ευρήματα από την χρήση της στην οικονομική επιστήμη.

Για την πιο ολοκληρωμένη επισκόπηση χρησιμοποιήθηκαν έρευνες που μελετούσαν τη λήψη χρηματοοικονομικών αποφάσεων, καθώς και την επίδραση γενετικών παραγόντων.

1.3 Περιορισμοί

Ο βασικός περιορισμός της εργασίας είναι το γεγονός ότι η επιστήμη της νευροχρηματοοικονομικής έχει αναπτυχθεί μόλις τα τελευταία δέκα χρόνια, και ενώ τα άρθρα επισκόπησης αυξάνονται με εκθετικό ρυθμό, οι ερευνητικές μελέτες που έχουν διενεργηθεί είναι περιορισμένες στον αριθμό.

1.4 Επισκόπηση της εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από 4 κεφάλαια. Στο Κεφάλαιο 1 γίνεται μία εισαγωγή στη νευροχρηματοοικονομική και τι πραγματεύεται. Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζουμε τους 3 βασικούς πυλώνες της νευροχρηματοοικονομικής επιστήμης, τη Θεωρία Χαρτοφυλακίου, την Ψυχολογία και τη Νευρολογία, όπου στις επιμέρους ενότητες δίνεται μία περιγραφή των επιστημονικών αυτών τομέων. Στο Κεφάλαιο 3 και κύριο μέρος, παρουσιάζουμε μία επισκόπηση 14 επιστημονικών άρθρων που αφορούν τον τομέα της νευροχρηματοοικονομικής, ενώ τέλος στο Κεφάλαιο 4 αναπτύσσονται τα αποτελέσματα και συμπεράσματα από τη μελέτη της νευροχρηματοοικονομικής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Θεωρία Χαρτοφυλακίου

Η σωστή κατανομή κεφαλαίου σε διαθέσιμα περιουσιακά στοιχεία και η βελτιστοποίηση ενός χαρτοφυλακίου είναι από τους σημαντικότερους τομείς της Θεωρίας Χαρτοφυλακίου. Ο Harry Markowitz, που θεωρείται ως ο πατέρας της Σύγχρονης Θεωρίας Χαρτοφυλακίου, χάρη στο άρθρο και το βιβλίο που δημοσίευσε το 1952 και το 1959 με τίτλο *Portfolio Selection* οριοθέτησε, για πρώτη φορά, τον τομέα αυτόν των χρηματοοικονομικών. Με την απόδειξη της σχέσης της απόδοσης και του κινδύνου στην επιλογή ενός χαρτοφυλακίου, όπως θα αναλύσουμε παρακάτω, έθεσε τα αποτελεσματικά όρια στα οποία ένας επενδυτής διαλέγει το προτιμώμενο χαρτοφυλάκιο με βάση τις δικές του προτιμήσεις όσον αφορά τον κίνδυνο που θέλει να αναλάβει.

Η Σύγχρονη Θεωρία Χαρτοφυλακίου ασχολείται με την δημιουργία αποδοτικών συνόλων χαρτοφυλακίων ομαδοποιώντας μεμονωμένες επενδύσεις. Ένα χαρτοφυλάκιο θεωρείται αποδοτικό εάν και μόνο εάν παρέχει υψηλότερη αναμενόμενη απόδοση από οποιοδήποτε άλλο χαρτοφυλάκιο με παρόμοιο κίνδυνο.

2.1.1 Θεωρία του Markowitz

Η δημοσίευση της εργασίας του Harry Markowitz το 1952 με τίτλο *Portfolio Selection*¹ αποτέλεσε ουσιαστικά την απαρχή της Σύγχρονης Θεωρίας Χαρτοφυλακίου, διότι για πρώτη φορά συνδυάστηκε η αναμενόμενη απόδοση και ο κίνδυνος σε ένα οικονομικό μοντέλο.

Η εργασία του H. Markowitz αφορούσε στον καθορισμό του βέλτιστου χαρτοφυλακίου. Η διαδικασία επιλογής ενός χαρτοφυλακίου χωρίζεται σε τρία βασικά στάδια:

- Ανάλυση των μελλοντικών αποδόσεων των διαθέσιμων αξιογράφων (μετοχές, ομόλογα κτλ.) με βάση την παρατήρηση και την εμπειρία,
- Ανάλυση του χαρτοφυλακίου με βάση τις προβλεπόμενες αποδόσεις και κινδύνους,

¹ Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1 (Mar. 1952), pp. 77-91

- Επιλογή του βέλτιστου χαρτοφυλακίου, χρησιμοποιώντας τις παραπάνω αναλύσεις.

Ο Markowitz έδωσε ιδιαίτερη σημασία στην διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου, με γνώμονα τον κανόνα E-V (expected return-variance of return). Οι βασικές υποθέσεις αυτού του κανόνα είναι οι ακόλουθες:

- Οι επενδυτές καθορίζουν τις αποφάσεις τους σύμφωνα με τις αναμενόμενες αποδόσεις και τον κίνδυνο, που μετριέται από το μέσο και τη διακύμανση αντίστοιχα.
- Όλοι οι επενδυτές έχουν τον ίδιο ορίζοντα χρόνου.
- Ένα χαρτοφυλάκιο αξιογράφων μπορεί να περιγραφεί πλήρως από την αναμενόμενη απόδοση και διακύμανση του.
- Οι επενδυτές θέλουν να μεγιστοποιούν την αναμενόμενη ωφελιμότητα τους.

Θεωρεί ότι η γνώση του μέσου και της τυπικής απόκλισης των αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου είναι επαρκής και πως η επιθυμία των επενδυτών είναι να μεγιστοποιούν την αναμενόμενη απόδοση και να ελαχιστοποιούν την τυπική απόκλιση τους. Επομένως, θα επιλέξουν από ένα πλήθος επιλογών μία επένδυση που έχει την ίδια αναμενόμενη απόδοση αλλά μικρότερο κίνδυνο ή μία που έχει τον ίδιο κίνδυνο αλλά μεγαλύτερη αναμενόμενη απόδοση. Η επιλογή κάθε φορά εξαρτάται από τον κίνδυνο που επιθυμεί να αναλάβει ο επενδυτής σε σχέση με την απόδοση.

Η συνολική απόδοση ενός χαρτοφυλακίου, έστω p , προκύπτει από τον τύπο:

$$R_p = \sum_{i=1}^N R_i X_i, \quad i = 1, \dots, N \quad (2.1)$$

όπου:

N : ο αριθμός των αξιογράφων

R_i : η απόδοση του i -οστού αξιογράφου

X_i : το ποσοστό της επένδυσης στο i -οστό αξιογράφο

Οι αποδόσεις θεωρούνται ως τυχαίες μεταβλητές, ενώ το ποσοστό της επένδυσης X_i καθορίζεται από τον επενδυτή. Επιπλέον, εφόσον τα X_i είναι ποσοστά, ισχύει η συνθήκη $\sum X_i = 1$.

Η συνολική απόδοση του χαρτοφυλακίου (R) είναι το σταθμισμένο άθροισμα των αποδόσεων των αξιογράφων όπου τα βάρη εξαρτώνται από την επιλογή του επενδυτή. Επομένως, η αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου θα είναι:

$$E_p = \sum_{i=1}^N X_i \mu_i \quad (2.2)$$

όπου:

μ_i : η αναμενόμενη απόδοση του R_i

και η διακύμανση:

$$V_p = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} X_i X_j \quad (2.3)$$

όπου:

σ_{ij} : η συνδιακύμανση μεταξύ του R_i και του R_j

Ο τύπος της συνδιακύμανσης σ_{ij} προκύπτει ως εξής:

$$\sigma_{ij} = E\{[R_i - E(R_i)][R_j - E(R_j)]\} \quad (2.4)$$

όπου εκφράζει την αναμενόμενη τιμή της απόκλισης του R_i από τη μέση τιμή του επί την αναμενόμενη τιμή της απόκλισης του R_j από τη μέση τιμή του.

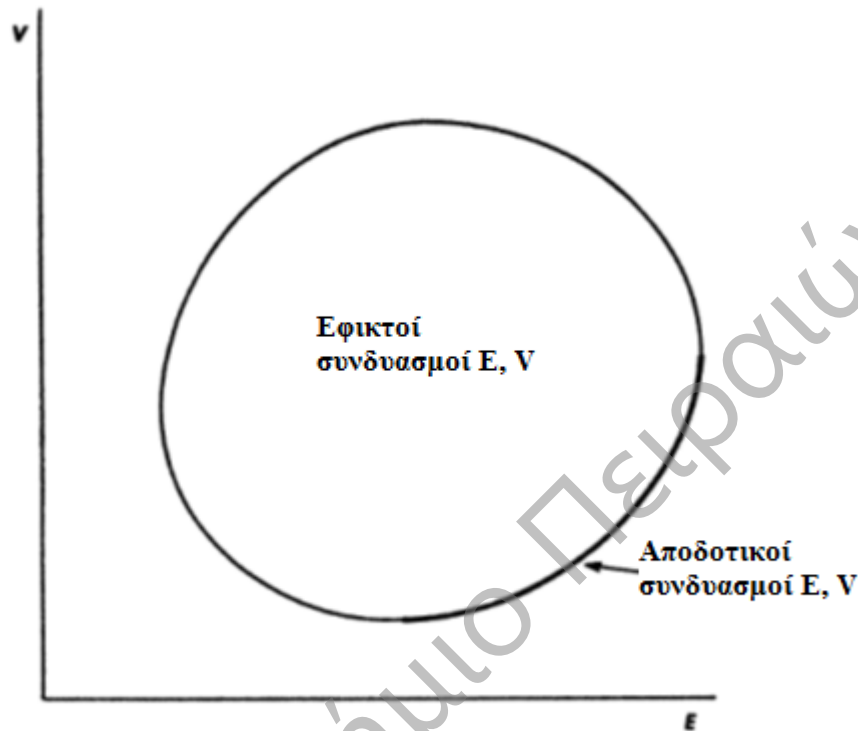
Η συνδιακύμανση, όμως, μπορεί να εκφραστεί χρησιμοποιώντας το συντελεστή συσχέτισης ρ_{ij} . Ο τύπος του συντελεστή συσχέτισης είναι ο ακόλουθος:

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sqrt{V_i} \sqrt{V_j}} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j} \quad (2.5)$$

και από τον τύπο (2.5) προκύπτει τελικά:

$$\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \quad (2.6)$$

Για συγκεκριμένες τιμές (μ_i, σ_{ij}) προκύπτουν πολλαπλοί συνδυασμοί E και V εξαρτώμενοι από τις επιλογές των ποσοστών X_1, X_2, \dots, X_N του χαρτοφυλακίου και οι οποίοι παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 2.1.



Πηγή: Harry Markowitz. Portfolio Selection. The Journal of Finance, Vol. 7, No. 1 (Mar. 1952), pp. 77-91

Διάγραμμα 2.1. Το σύνολο των αποδοτικών συνδυασμών E, V

Σύμφωνα με τον H. Markowitz, ο κανόνας E-V υποδηλώνει ότι ο επενδυτής θα επιλέξει ένα από τα χαρτοφυλάκια για τα οποία, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2.1, ο συνδυασμός (E, V) , θεωρείται αποδοτικός. Το σύνολο των «αποδοτικών» χαρτοφυλακίων προκύπτει επιλέγοντας αυτά που έχουν την ελάχιστη διακύμανση (V) για δεδομένη αναμενόμενη απόδοση (E) και αντίστροφα υψηλότερη ή μέγιστη αναμενόμενη απόδοση για δεδομένη διακύμανση.

Έχοντας υπόψη μας τα παραπάνω, παρατηρούμε την δυσκολία για τον υπολογισμό των απαραίτητων τιμών για την περιγραφή ενός χαρτοφυλακίου. Συγκεκριμένα, για να υπολογίσουμε την αναμενόμενη απόδοση και τη διακύμανση ενός χαρτοφυλακίου 2

αξιογράφων, χρειάζεται να κάνουμε 5 υπολογισμούς: 2 για τις αναμενόμενες αποδόσεις και 2 για τη διακύμανση της απόδοσης των αξιογράφων καθώς και την συνδιακύμανση των 2 αποδόσεων. Γενικεύοντας τον συλλογισμό αυτό, για N αξιογραφα, θα χρειαστούμε N υπολογισμούς αναμενόμενων αποδόσεων, N υπολογισμούς διακυμάνσεων, καθώς και $\frac{N(N-1)}{2}$ συνδυασμούς συνδιακύμανσης μεταξύ των αξιογράφων. Γίνεται εύκολα κατανοητή η δυσκολία της πρακτικής εφαρμογής του μοντέλου για μεγάλο αριθμό αξιογράφων.

2.1.1.1 Εύρεση συνόλου αποδοτικών χαρτοφυλακίων για 3 αξιόγραφα

Θα εξετάσουμε πως λειτουργεί ο παραπάνω κανόνας επιλογής αποδοτικού χαρτοφυλακίου χρησιμοποιώντας μικρό αριθμό αξιογράφων, 3 τον αριθμό, καθώς και την γεωμετρική φύση των αποδοτικών αυτών επιφανειών. Το μοντέλο μας θα έχει ως εξής:

$$E_p = \sum_{i=1}^3 X_i \mu_i \quad (2.7)$$

$$V_p = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 X_i X_j \sigma_{ij} \quad (2.8)$$

$$\sum_{i=1}^3 X_i = 1 \quad (2.9)$$

$$X_i \geq 0 \text{ για } i = 1, 2, 3 \quad (2.10)$$

Λύνοντας την (2.9) ως προς X_3 προκύπτει:

$$X_3 = 1 - X_1 - X_2 \quad (2.9')$$

Αντικαθιστώντας από την (2.9'), στις (2.7) και (2.8), προκύπτουν οι ακόλουθες σχέσεις για τα E_p και V_p , με δύο μεταβλητές, πλέον, τις X_1 και X_2 :

$$E_p = \mu_3 + X_1(\mu_1 - \mu_3) + X_2(\mu_2 - \mu_3) \quad (2.7')$$

$$V_p = X_1^2(\sigma_{11} - 2\sigma_{13} + \sigma_{33}) + X_2^2(\sigma_{22} - 2\sigma_{23} + \sigma_{33}) + 2X_1X_2(\sigma_{12} - \sigma_{13} - \sigma_{23} + \sigma_{33}) \\ + 2X_1(\sigma_{13} - \sigma_{33}) + 2X_2(\sigma_{23} - \sigma_{33}) + \sigma_{33} \quad (2.8')$$

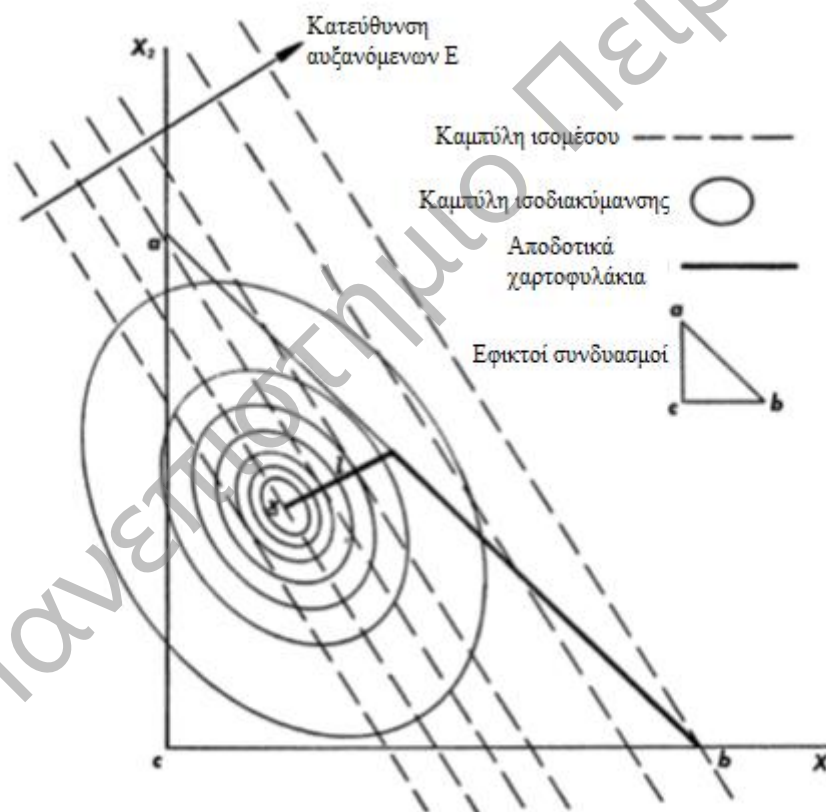
Το μοντέλο μας, πλέον, έχει ως εξής:

$$E_p = E(X_1, X_2) \quad (2.7'')$$

$$V_p = V(X_1, X_2) \quad (2.8'')$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, 1 - X_1 - X_2 \geq 0 \quad (2.10')$$

Έχοντας απαλείψει τη μεταβλητή X_3 με αντικατάσταση και χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις (2.7''), (2.8'') και (2.10') μπορούμε να εργαστούμε σε διδιάστατη γεωμετρία. Το εφικτό σύνολο χαρτοφυλακίων αποτελείται από τα χαρτοφυλάκια που ικανοποιούν τους περιορισμούς (2.9') και (2.10') (ή ισοδύναμα τους (2.9) και (2.10)). Επομένως, οι εφικτοί συνδυασμοί των X_1, X_2 αναπαρίστανται από το τρίγωνο abc, στο παρακάτω Διάγραμμα 2.2.



Πηγή: Harry Markowitz. Portfolio Selection. The Journal of Finance, Vol. 7, No. 1 (Mar. 1952), pp. 77-91

Διάγραμμα 2.2. Σύνολο αποδοτικών χαρτοφυλακίων για 3 αξιόγραφα. Περίπτωση 1

Οποιοδήποτε σημείο αριστερά από τον άξονα X_2 δεν είναι εφικτό διότι έρχεται σε αντίθεση με τον περιορισμό $X_1 \geq 0$. Οποιοδήποτε σημείο κάτω από τον άξονα X_1 , επίσης δεν είναι εφικτό διότι έρχεται σε αντίθεση με τον περιορισμό $X_2 \geq 0$. Τέλος, οποιοδήποτε σημείο πάνω από τη γραμμή $1 - X_1 - X_2 = 0$, δηλαδή την υποτείνουσα του τριγώνου abc, δεν ικανοποιεί τον περιορισμό $X_3 = 1 - X_1 - X_2 \geq 0$.

Ορίζουμε, στη συνέχεια, την καμπύλη ισομέσου (isomean) ως το σύνολο των σημείων (χαρτοφυλακίων) με δεδομένη αναμενόμενη απόδοση. Ομοίως, ορίζουμε την καμπύλη ισοδιακύμανσης (isovariance) ως το σύνολο των σημείων (χαρτοφυλακίων) με δεδομένη διακύμανση της απόδοσης.

Εξετάζοντας τις εξισώσεις για τα E και V μπορούμε να βρούμε τα σχήματα των καμπυλών ισομέσου και ισοδιακύμανσης. Συγκεκριμένα, οι καμπύλες ισομέσου είναι ένα σύστημα παράλληλων ευθειών², ενώ οι καμπύλες ισοδιακύμανσης είναι ένα σύστημα ομόκεντρων ελλείψεων. Για παράδειγμα, εάν $\mu_2 \neq \mu_3$, η εξίσωση (2.7') μπορεί να γραφεί στη μορφή $X_2 = a + bX_1$. Συγκεκριμένα,

$$X_2 = \frac{E - \mu_3}{\mu_2 - \mu_3} \frac{\mu_1 - \mu_3}{\mu_2 - \mu_3} X_1 \quad (2.11)$$

Επομένως, η κλίση της ευθείας ισομέσου που σχετίζεται με την $E = E_0$, από την (2.11) είναι $-(\mu_1 - \mu_3)/(\mu_2 - \mu_3)$ και το σημείο τομής είναι το $(E_0 - \mu_3)/(\mu_2 - \mu_3)$. Εάν αλλάξουμε το E, τότε αλλάζει το σημείο τομής, αλλά η κλίση της ευθείας παραμένει η ίδια, γιατί είναι ανεξάρτητη του E. Επιβεβαιώνεται με αυτόν τον τρόπο ο ισχυρισμός ότι οι ευθείες ισομέσου είναι ένα σύστημα παράλληλων ευθειών.

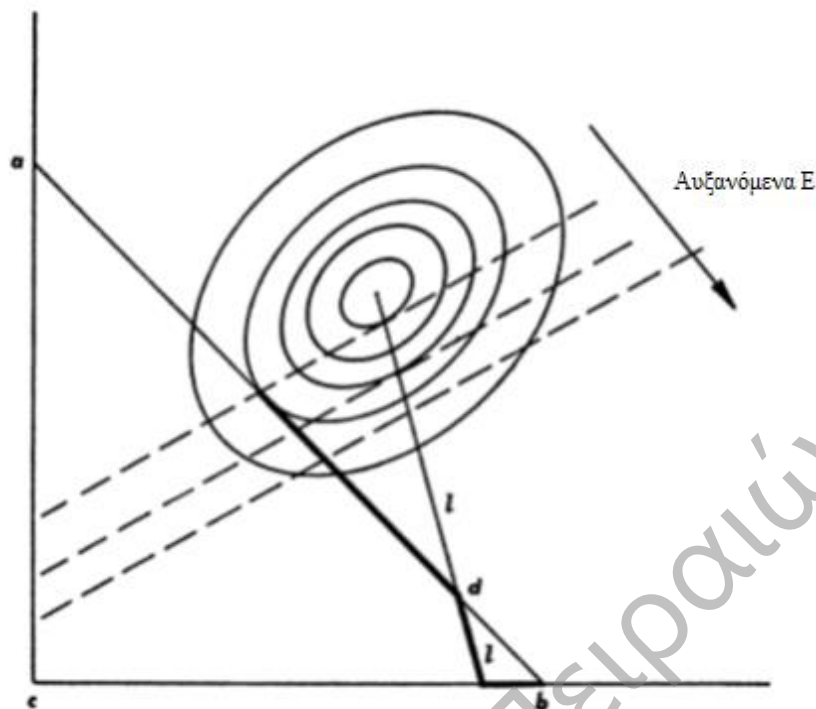
Όπως αναφέραμε, αντίστοιχα, οι καμπύλες ισοδιακύμανσης διαμορφώνουν μια οικογένεια ομόκεντρων ελλείψεων. Το κέντρο αυτού του συστήματος, έστω X, είναι το σημείο όπου το V είναι ελάχιστο. Θεωρούμε ως E' και V' , την αναμενόμενη απόδοση και τη διακύμανση του σημείου X. Δεδομένου ότι στο σημείο X, η διακύμανση είναι ελάχιστη, όσο απομακρυνόμαστε από το σημείο αυτό αυξάνεται. Συγκεκριμένα, εάν μία καμπύλη ισοδιακύμανσης C_1 είναι πιο κοντά στο X από μία άλλη καμπύλη C_2 , τότε η C_1 έχει μικρότερη διακύμανση από την C_2 .

² Στην περίπτωση όπου $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$, τότε όλα τα χαρτοφυλάκια έχουν την ίδια αναμενόμενη απόδοση και ο επενδυτής επιλέγει το χαρτοφυλάκιο με τη μικρότερη διακύμανση.

Το κέντρο του συστήματος X μπορεί να είναι εντός ή εκτός του εφικτού συνόλου. Στην περίπτωση του Διαγράμματος 2.2, το X είναι εντός του εφικτού συνόλου και λογίζεται σαν αποδοτικό. Όπως αναφέραμε, το σημείο X έχει τη χαμηλότερη διακύμανση. Επομένως, κανένα άλλο χαρτοφυλάκιο, με ίση ή μεγαλύτερη αναμενόμενη απόδοση, δεν μπορεί να έχει χαμηλότερη διακύμανση ή μεγαλύτερη αναμενόμενη απόδοση με ίση ή χαμηλότερη διακύμανση. Καταλήγουμε ότι κανένα χαρτοφυλάκιο δεν είναι αποδοτικό με μικρότερη αναμενόμενη απόδοση από E' , γιατί θα ισχύει $E' > E$ και $V' < V$.

Θεωρούμε, τώρα, όλα τα σημεία μιας ευθείας ισομέσου με δεδομένη αναμενόμενη απόδοση E . Το σημείο της ευθείας αυτής όπου έχει την ελάχιστη διακύμανση είναι το σημείο, $\hat{X}(E)$, στο οποίο η ευθεία ισομέσου εφάπτεται με μία καμπύλη ισοδιακύμανσης. Καθώς, η αναμενόμενη απόδοση μεταβάλλεται, παρατηρείται ότι όλα αυτά τα διαφορετικά σημεία σχηματίζουν μια ευθεία γραμμή, την κρίσιμη γραμμή l . Η κρίσιμη αυτή γραμμή l , τέμνει το X , γιατί αυτό είναι το σημείο που ελαχιστοποιείται η διακύμανση V για όλα τα σημεία με $E(X_1, X_2) = E'$. Καθώς απομακρυνόμαστε από το κέντρο του συστήματος, X , κινούμενοι πάνω στην κρίσιμη γραμμή, η διακύμανση αυξάνεται. Το μέρος της κρίσιμης γραμμής l από το X έως το σημείο, έστω d , που τέμνει το όριο του εφικτού συνόλου, το ευθύγραμμο τμήμα ab , είναι μέρος του αποδοτικού συνόλου. Το υπόλοιπο αποδοτικό σύνολο, στην περίπτωση μας, είναι το μέρος του ευθύγραμμου τμήματος ab από το σημείο d έως το σημείο b , όπου το b είναι το σημείο με τη μεγαλύτερη εφικτή αναμενόμενη απόδοση.

Ας εξετάσουμε επιπλέον, την περίπτωση όπου το X βρίσκεται εκτός του εφικτού συνόλου όπως φαίνεται παρακάτω στο Διάγραμμα 2.3.

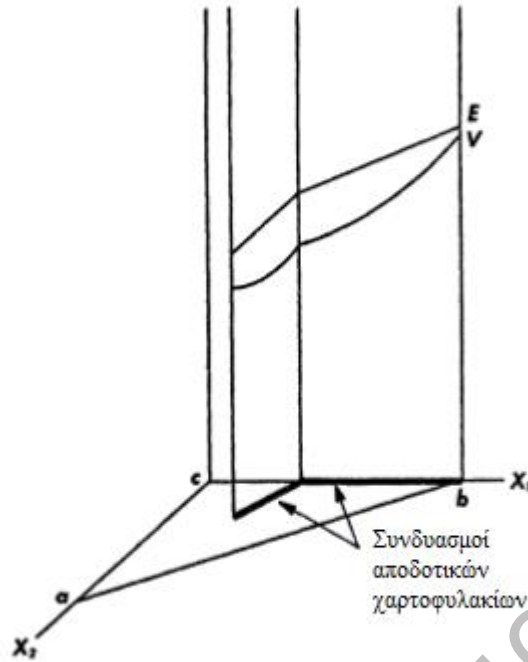


Πηγή: Harry Markowitz. Portfolio Selection. The Journal of Finance, Vol. 7, No. 1 (Mar. 1952), pp. 77-91

Διάγραμμα 2.3. Σύνολο αποδοτικών χαρτοφυλακίων για 3 αξιόγραφα. Περίπτωση 2

Η κρίσιμη γραμμή l τέμνει και πάλι την περιοχή του εφικτού συνόλου. Η αποδοτική καμπύλη ξεκινά από το εφικτό σημείο με την ελάχιστη διακύμανση, όπου σε αυτή την περίπτωση, είναι πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα ab . Κινείται προς την κατεύθυνση του b , τέμνει την κρίσιμη γραμμή και συνεχίζει πάνω σε αυτή μέχρις ότου φτάσει στο όριο του εφικτού συνόλου όπου κινείται πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα bc , μέχρι να φτάσει στο άκρο b .

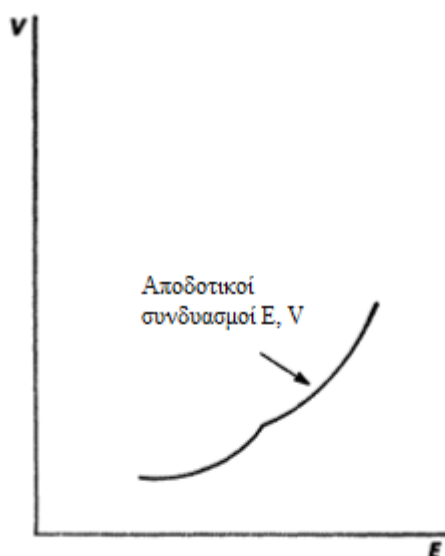
Παρατηρώντας τη φύση του συνόλου αποδοτικών χαρτοφυλακίων, μπορούμε να εξετάσουμε και τη φύση του συνόλου των αποδοτικών συνδυασμών (E, V) . Στην περίπτωση των 3 αξιογράφων, η αναμενόμενη απόδοση $E = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2$ αναπαριστά μία επιφάνεια, ενώ η διακύμανση που είναι της μορφής $V = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2$ είναι παραβολοειδής. Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 2.4, η περιοχή που σχηματίζουν οι αναμενόμενες αποδόσεις πάνω από το σύνολο των εφικτών χαρτοφυλακίων είναι μια σειρά από διαδοχικά ευθύγραμμα τμήματα, ενώ το παραβολοειδές που σχηματίζεται από τις διακυμάνσεις V είναι μια σειρά από διαδοχικά τμήματα παραβολών.



Πηγή: Harry Markowitz. Portfolio Selection. The Journal of Finance, Vol. 7, No. 1 (Mar. 1952), pp. 77-91

Διάγραμμα 2.4. Σύνολο (E, V) αποδοτικών συνδυασμών για 3 αξιόγραφα.

Εάν απεικονίσουμε τα (E, V) των αποδοτικών χαρτοφυλακίων, στο Διάγραμμα 2.5, θα σχηματιστεί ξανά μία σειρά από διαδοχικές παραβολές και το οποίο ισχύει για οποιονδήποτε αριθμό αξιογράφων.



Πηγή: Harry Markowitz. Portfolio Selection. The Journal of Finance, Vol. 7, No. 1 (Mar. 1952), pp. 77-91

Διάγραμμα 2.5. Αποδοτικοί συνδυασμοί (E,V)

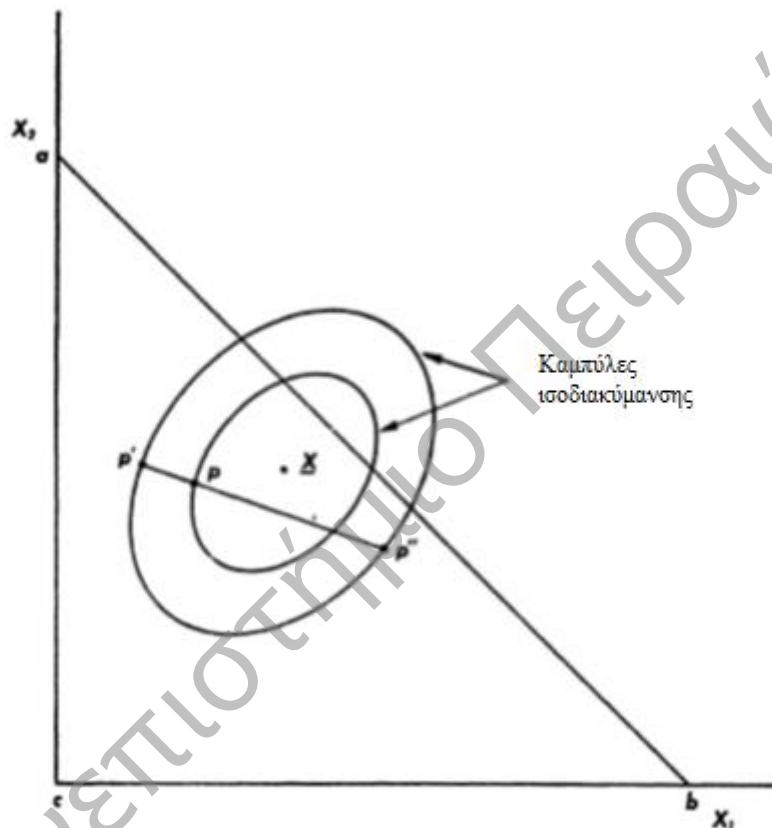
2.1.1.2 Διαφοροποίηση - Diversification

Η χρήση του κανόνα (E, V) συνεπάγεται τη διαφοροποίηση για ένα μεγάλο εύρος μ_i, σ_{ij} . Ο Markowitz τονίζει συγχρόνως ότι η διαφοροποίηση δεν είναι πανάκεια. Ένα μη διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο μπορεί να είναι εξίσου ή και περισσότερο αποδοτικό, εάν ένα αξιόγραφο έχει πολύ υψηλή αναμενόμενη απόδοση και χαμηλότερη διακύμανση από άλλα αξιόγραφα. Όμως για ένα μεγάλο εύρος μ_i, σ_{ij} , ο κανόνας (E, V) οδηγεί σε αποδοτικά χαρτοφυλάκια όπου στην πλειοψηφία τους είναι διαφοροποιημένα.

Στη συνέχεια, εκφράζει τη σημαντικότητα για τον επενδυτή να διαφοροποιεί το χαρτοφυλάκιο του, τονίζοντας παράλληλα πως ο κανόνας E-V ενθαρρύνει τον «σωστό» τρόπο για να γίνει αυτό. Δεν αρκεί ο επενδυτής να έχει επιλέξει μεγάλο αριθμό αξιογράφων, αλλά πρέπει να τα καταναίμει επαρκώς σε διάφορους κλάδους της οικονομίας για να μειώσει όσο το δυνατόν περισσότερο τη συσχέτιση που παρουσιάζουν και αυτό διότι είναι πολύ πιθανότερο εταιρείες του ίδιου κλάδου να έχουν πτωτική τάση ταυτόχρονα σε σχέση με εταιρείες που ανήκουν σε διαφορετικούς κλάδους και έχουν διαφορετικά οικονομικά χαρακτηριστικά.

Ας υποθέσουμε ότι ένας επενδυτής έχει επενδύσει τα χρήματά του σε δύο χαρτοφυλάκια. Εάν αυτά τα δύο χαρτοφυλάκια έχουν ίση διακύμανση, τότε η διακύμανση του συνολικού χαρτοφυλακίου θα είναι μικρότερη από αυτήν που έχουν ξεχωριστά. Σε καμία περίπτωση δεν θα αυξηθεί η διακύμανση. Η μόνη περίπτωση όπου δεν θα μειωθεί, είναι αυτή στην οποία οι αποδόσεις και των δύο χαρτοφυλακίων έχουν τέλεια συσχέτιση.

Η παραπάνω περίπτωση φαίνεται στο Διάγραμμα 2.6.



Πηγή: Harry Markowitz. Portfolio Selection. The Journal of Finance, Vol. 7, No. 1 (Mar. 1952), pp. 77-91

Διάγραμμα 2.6. Διαφοροποίηση Χαρτοφυλακίου

Το χαρτοφυλάκιο (P) σχηματίζεται συναρτήσει των χαρτοφυλακίων $P' = (X'_1, X'_2)$ και $P'' = (X''_1, X''_2)$, βρίσκεται στην ευθεία γραμμή που ενώνει τα P' και P'' και είναι της μορφής:

$$P = \lambda P' + (1 - \lambda)P'' = (\lambda X'_1 + (1 - \lambda)X''_1, \lambda X'_2 + (1 - \lambda)X''_2) \quad (2.12)$$

Παρατηρούμε, ότι το χαρτοφυλάκιο (P) βρίσκεται πάνω σε καμπύλη ισοδιακύμανσης η οποία έχει μικρότερη απόσταση από το X, σε σχέση με τα χαρτοφυλάκια που το αποτελούν, επομένως έχει και χαμηλότερη διακύμανση.

2.1.1.3 Ορθολογικός Επενδυτής

Λαμβάνοντας υπόψη την «τεχνική» της διαφοροποίησης που καλείται να χρησιμοποιήσει ένας επενδυτής, οι επιλογές για τον σχηματισμό ενός χαρτοφυλακίου είναι τόσες πολλές που είναι σχεδόν αδύνατο να έχει στη διάθεση του όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες για να αντλήσει όλα τα δυνατά συμπεράσματα και να καταλήξει σε μία επιλογή. Η ανάλυση του χαρτοφυλακίου θα πρέπει να βασίζεται σε κριτήρια που θα μπορούν να βοηθήσουν τον επίδοξο επενδυτή να ξεχωρίσει ποιες παράμετροι είναι σημαντικές και ποιες όχι.

Η ανάλογη επιλογή των κριτηρίων βασίζεται σε μεγάλο βαθμό από την φύση του επενδυτή. Για κάποιους επενδυτές, η φορολογία μπορεί να είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας, ενώ για άλλους, όπως ένας μη-κερδοσκοπικός οργανισμός μπορεί να είναι ασήμαντος. Νομικοί περιορισμοί, κίνδυνοι χώρας και αγοράς, μπορεί για τον εκάστοτε επενδυτή να είναι σημαντικοί ενώ για κάποιον άλλο να είναι αμελητέοι. Επομένως, για κάθε είδους επενδυτή, η ανάλυση χαρτοφυλακίου πρέπει να είναι ανάλογη των προτιμήσεων του.

Ο Markowitz θεωρεί πως ο επενδυτής συμπεριφέρεται ορθολογικά και με αυτή την πεποίθηση ανέπτυξε τη θεωρία του. Ο ορθολογικός επενδυτής έχει τους εξής στόχους:

1. Υψηλές αποδόσεις. Μπορεί να διαφέρουν, όπως αναφέραμε, από επενδυτή σε επενδυτή, αλλά με την ευρύτερη έννοια αποζητούν να μεγιστοποιήσουν την απόδοσή τους.
2. Θέλουν η απόδοση αυτή να είναι σταθερή και αξιόπιστη, χωρίς ιδιαίτερες μεταβολές.

Επομένως, με βάση αυτούς τους στόχους, ο Markowitz θεωρεί ότι τα βήματα που κάνει ένας επενδυτής είναι τα εξής:

- Ξεχωρίζει τα αποδοτικά από τα μη αποδοτικά χαρτοφυλάκια
- Σχηματοποιεί τους συνδυασμούς αναμενόμενης απόδοσης και διακύμανσης της απόδοσης που προκύπτουν από τα αποδοτικά χαρτοφυλάκια.

- Επιλέγει τον κατάλληλο συνδυασμό που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του.
- Σχηματίζει το χαρτοφυλάκιο με βάση τις επιλογές του.

Η κατάλληλη επιλογή ενός χαρτοφυλακίου εξαρτάται από την ικανότητα και την προθυμία να αναλάβει ο επενδυτής κάποιο ρίσκο. Εάν είναι πιο συντηρητικός, άρα αναζητά μεγαλύτερη ασφάλεια στην επένδυση του, τότε θα πρέπει να θυσιάσει την αναμενόμενη απόδοση για να μειώσει την αβεβαιότητα. Αντίθετα, κάποιος που αποζητά το ρίσκο, μπορεί να έχει υψηλή αναμενόμενη απόδοση με την ανάλογη αβεβαιότητα, βέβαια.

Η θεωρία του Ορθολογικού ανθρώπου-επενδυτή αναφέρει πως αυτός ο άνθρωπος δεν κάνει λάθη σε υπολογισμούς ή όσον αφορά τη λογική στην προσπάθεια του να επιτύχει τους στόχους του. Δεν έχει όμως απεριόριστες ικανότητες ή γνώσεις. Οι αποφάσεις που θα λάβει για την επιλογή του χαρτοφυλακίου του, εμπεριέχουν αβεβαιότητα επειδή οι πληροφορίες του είναι περιορισμένες σε κάποιο βαθμό, όπως για τον οποιονδήποτε επενδυτή, επομένως οι ενέργειες του δεν είναι πάντα τέλειες και μπορεί να μην επιτύχει τις αναμενόμενες προσδοκίες. Παρόλα αυτά, κάθε ενέργεια του είναι απολύτως μελετημένη και κάθε κίνδυνος είναι υπολογισμένος.

Ο Ορθολογικός άνθρωπος-επενδυτής δεν μπορεί να είναι κάποιο πραγματικό πρόσωπο. Βλέποντας και παρατηρώντας όμως τους γενικούς κανόνες και ιδέες που θα χρησιμοποιούσε ένας τέτοιος άνθρωπος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ενδεικτικά για τις πραγματικές ενέργειες ενός επενδυτή.

2.1.2 Μονοπαραγοντικό Υπόδειγμα – Single Index Model (SIM)

Ο William Sharpe³ για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα του υπολογισμού μεγάλου αριθμού συνδιακυμάνσεων που απαιτούσε το μοντέλου του Markowitz, προέβη σε μερικές τροποποιήσεις του μοντέλου, χρησιμοποιώντας μία απλουστευμένη μέθοδο για να αναπαριστά τις σχέσεις μεταξύ των αξιογράφων παρουσιάζοντας το Μονοπαραγοντικό Υπόδειγμα (Single Index Model). Η θεμελιώδης προσέγγιση αυτής της απλουστευμένης μεθόδου του Sharpe στην ανάλυση ενός χαρτοφυλακίου, είναι ότι η μοναδική μορφή

³ A Simplified Model for Portfolio Analysis, *Management Science* 9, No.2 (Jan. 1963), pp. 277-293

συσχετισμένης μεταβολής μεταξύ αξιογράφων προέρχεται από μια κοινή απόκριση στον γενικό δείκτη της αγοράς, όπως είναι ο Standard & Poor (S&P) 500.

Συγκεκριμένα, θεωρείται ότι η απόδοση R_i ενός αξιογράφου καθορίζεται από τυχαίους παράγοντες, καθώς και από μία γραμμική σχέση με το δείκτη της αγοράς R_M της μορφής:

$$R_i = a_i + b_i R_M + C_i \quad (2.13)$$

όπου:

R_i : η απόδοση ενός αξιογράφου

R_M : η απόδοση του δείκτη της αγοράς

a_i : η τομή της παλινδρόμησης

b_i : ο συντελεστής κλίσης της ευθείας

C_i : το σφάλμα της απόδοσης του αξιογράφου από τον δείκτη της αγοράς.

Η (2.13) είναι μια εξίσωση παλινδρόμησης, όπου η κλίση μετράει την απόκριση της απόδοσης του αξιογράφου στις κινήσεις της αγοράς, ενώ η τομή μετράει την συνιστώσα της απόδοσης ενός αξιογράφου η οποία είναι ανεξάρτητη από την απόδοση της αγοράς. Το σφάλμα κατά μέσο όρο θεωρείται ίσο με το 0. Συγκεκριμένα, θεωρείται ότι τα σφάλματα είναι ασυσχέτιστα ανά μετοχή, δηλαδή $E(C_i, C_j) = 0$. Αυτό έρχεται σε πλήρη συμφωνία με την υπόθεση του Μονοπαραγοντικού Υποδείγματος πως ο μόνος παράγοντας συσχετισμένης μεταβολής μεταξύ αξιογράφων οφείλεται στην αγορά, ούτως ώστε εάν αφαιρέσουμε αυτή την επιρροή, τότε δεν θα υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των σφαλμάτων των αξιογράφων.

Υποθέτοντας ότι τα σφάλματα είναι ασυσχέτιστα, η συνδιακύμανση δύο αξιογράφων προκύπτει από τα αρχικά δεδομένα του υποδείγματος. Συγκεκριμένα, χρειάζεται ο υπολογισμός της απόκρισης της απόδοσης του αξιογράφου στις κινήσεις της αγοράς (B_i) και ο υπολογισμός της διακύμανσης της αγοράς $V(R_M)$. Επομένως, η συνδιακύμανση μπορεί να υπολογιστεί από τον ακόλουθο τύπο:

$$Cov(R_i, R_j) = B_i B_j V(R_M) \quad (2.14)$$

Λαμβάνοντας υπόψη τη συσχετισμένη μεταβολή των αξιογράφων μόνο εξαιτίας των κινήσεων της αγοράς, οι απαιτήσεις των δεδομένων για την ανάλυση χαρτοφυλακίου σύμφωνα με το μοντέλο του Sharpe μειώνονται σε μεγάλο βαθμό σε σχέση με το μοντέλο του Markowitz. Χρειάζονται μόνο 3 υπολογισμοί για την ανάλυση του κάθε αξιογράφου, η συνιστώσα της απόδοσης του αξιογράφου A_i η οποία είναι ανεξάρτητη της απόδοσης της αγοράς, η απόκριση της απόδοσης του αξιογράφου B_i στις κινήσεις της αγοράς και η διακύμανση του σφάλματος της απόδοσης $V(C_i)$. Επομένως, η ανάλυση ενός χαρτοφυλακίου N αξιογράφων απαιτεί μόνο $3N + 2$ υπολογισμούς σε σχέση με το μοντέλο του Markowitz, όπου οι 2 επιπλέον υπολογισμοί αφορούν την εκτίμηση της απόδοσης R_M και την διακύμανση $V(R_M)$ του δείκτη της αγοράς.

Παρόλο, όμως, που το μοντέλο του Sharpe παρέχει μια τροποποίηση του μοντέλου του Markowitz που εξοικονομεί μεγάλο αριθμό υπολογισμών και δεδομένων για την ανάλυση χαρτοφυλακίου, παραμένει ένα υπεραπλουστευμένο μοντέλο. Όπως αναφέραμε, το μοντέλο θεωρεί πως οι μόνες επιδράσεις που είναι κοινές για όλα τα αξιόγραφα προκύπτουν αποκλειστικά από τις κινήσεις της αγοράς, ενώ υπάρχουν άλλοι λιγότερο σημαντικοί αλλά εξίσου ουσιαστικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση όλων των αξιογράφων.

2.1.3 Υπόδειγμα Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων - Capital Asset Pricing Model (CAPM)

Μερικά χρόνια αργότερα, ο William Sharpe (1964) και ο John Lintner (1965) εκμεταλλευόμενοι το μοντέλο του Markowitz, προχώρησαν στη δημιουργία του Υποδείγματος Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων (CAPM).

Στο ήδη υπάρχον μοντέλο, πρόσθεσαν τις ακόλουθες υποθέσεις:

- Οι επενδυτές αποστρέφονται τον κίνδυνο και αξιολογούν τα επενδυτικά χαρτοφυλάκια τους με βάση την αναμενόμενη απόδοση και την τυπική απόκλιση της απόδοσης σε μοναδιαία περίοδο επένδυσης, ίδια για όλους τους επενδυτές.
- Οι κεφαλαιαγορές είναι τέλειες με την έννοια ότι: όλα τα αξιόγραφα είναι απείρως διαιρετά, δεν υπάρχουν κόστη συναλλαγών, περιορισμού ανοιχτών πωλήσεων (short selling) ή φορολογία, η ροή πληροφοριών είναι διαθέσιμη σε όλους χωρίς

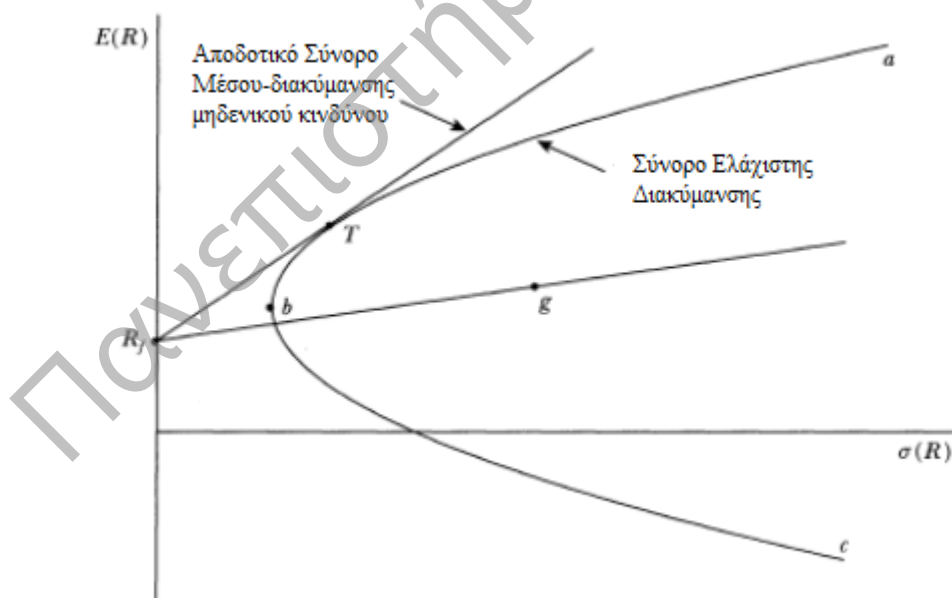
κόστος και όλοι οι επενδυτές μπορούν να δανείσουν και να δανειστούν με το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου.

- Όλοι οι επενδυτές έχουν πρόσβαση στις ίδιες επενδυτικές ευκαιρίες.
- Όλοι οι επενδυτές έχουν τις ίδιες εκτιμήσεις για τις αναμενόμενες αποδόσεις αξιογράφων, τυπικές αποκλίσεις και της συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των αξιογράφων.

Οι παραπάνω υποθέσεις αναπαριστούν έναν ιδιαίτερα απλοποιημένο και ιδεατό κόσμο, αλλά είναι απαραίτητες για την κατασκευή του Υπόδειγμα Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων.

2.1.3.1 Η λογική του Υπόδειγμα Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων

Στο Διάγραμμα 2.7, ο οριζόντιος άξονας δείχνει τον κίνδυνο του χαρτοφυλακίου μετρούμενο από την τυπική απόκλιση της απόδοσης του και ο κάθετος άξονας δείχνει την αναμενόμενη απόδοση.



Πηγή: Fama E., French K. (2004). *The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence*. The Journal of Economic Perspectives, Vol. 18, No. 3, pp. 25-46

Διάγραμμα 2.7. Αναμενόμενη απόδοση και τυπική απόκλιση χαρτοφυλακίων

Η καμπύλη abc ονομάζεται Σύνορο Ελάχιστης Διακύμανσης (Minimum Variance Frontier) και αποτελείται από συνδυασμούς αναμενόμενης απόδοσης και κινδύνου για χαρτοφυλάκια με περιουσιακά στοιχεία υψηλού κινδύνου, τα οποία ελαχιστοποιούν τη διακύμανση για τις διάφορες τιμές της αναμενόμενης απόδοσης. Στα χαρτοφυλάκια αυτά δεν περιλαμβάνονται δανειοδοτήσεις και δανειολήψεις μηδενικού κινδύνου. Ο κίνδυνος και η αναμενόμενη απόδοση είναι αλληλένδετα και αυτό είναι εμφανές. Συγκεκριμένα, αν ένας επενδυτής επιθυμεί υψηλή απόδοση, όπως στο σημείο a , τότε θα έχει αντίστοιχα υψηλή μεταβλητότητα. Στο σημείο T , μπορεί να έχει μέτρια αναμενόμενη απόδοση με χαμηλότερη όμως μεταβλητότητα. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν δανειοδοτήσεις και δανειολήψεις μηδενικού κινδύνου, μόνο τα χαρτοφυλάκια που βρίσκονται πάνω από το b στην καμπύλη abc είναι αποδοτικά ως προς το μέσο και τη διακύμανση, διότι αυτά τα χαρτοφυλάκια μεγιστοποιούν την αναμενόμενη απόδοση με δεδομένη τη διακύμανση.

Αν επιτρέψουμε τις συναλλαγές μηδενικού κινδύνου τότε το αποδοτικό σύνολο μετατρέπεται σε μια ευθεία γραμμή. Εάν επενδύσουμε όλα τα κεφάλαια σε αξιόγραφα μηδενικού κινδύνου, που σημαίνει ότι έχουμε δανείσει με απόδοση μηδενικού κινδύνου, τότε βρισκόμαστε στο σημείο R_f του Διαγράμματος 2.7 που αντιστοιχεί σε χαρτοφυλάκιο με μηδενική διακύμανση και απόδοση μηδενικού κινδύνου. Ας υποθέσουμε ότι σε ένα χαρτοφυλάκιο επενδύουμε το ποσό x , από τα διαθέσιμα κεφάλαια, σε αξιόγραφα μηδενικού κινδύνου και το υπόλοιπο $1-x$ σε ένα τυχαίο χαρτοφυλάκιο g . Οι συνδυασμοί δανεισμού με απόδοση μηδενικού κινδύνου και επένδυσης στο χαρτοφυλάκιο g , βρίσκονται στο ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ του R_f και του g . Τα σημεία που βρίσκονται δεξιά από το σημείο g , αναπαριστούν δανεισμό από τον επενδυτή με απόδοση μηδενικού κινδύνου και επένδυσης αυτών των χρημάτων στο χαρτοφυλάκιο g . Επομένως, όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί που αναφέραμε παραπάνω, συνθέτουν την ευθεία γραμμή που τέμνει τα σημεία R_f και g .

Για να βρούμε τα διαθέσιμα αποδοτικά χαρτοφυλάκια μέσου-διακύμανσης (mean-variance-efficient) με δανειοδοτήσεις και δανειολήψεις μηδενικού κινδύνου, αρκεί να φέρουμε μία ευθεία γραμμή από το R_f που να τέμνει το εφαπτόμενο, στην καμπύλη abc ,

χαρτοφυλάκιο T. Παρατηρούμε, ότι όλα τα αποδοτικά χαρτοφυλάκια είναι συνδυασμός περιουσιακού στοιχείου μηδενικού κινδύνου και ενός χαρτοφυλακίου με κίνδυνο⁴, T.

Με απόλυτη συμφωνία σχετικά με την κατανομή των αποδόσεων, οι επενδυτές βλέπουν το ίδιο σύνολο ευκαιριών προς επένδυση, συνδυάζοντας το χαρτοφυλάκιο T, με δανειοδοτήσεις ή δανειολήψεις μηδενικού κινδύνου. Εφόσον, όλοι οι επενδυτές χρησιμοποιούν το ίδιο χαρτοφυλάκιο T με περιουσιακά στοιχεία υψηλού κινδύνου, τότε θεωρούμε ότι αυτό είναι το Χαρτοφυλάκιο Αγοράς (M) το οποίο περιέχει όλα τα αξιόγραφα της αγοράς. Επιπλέον, το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου θα πρέπει να είναι κατάλληλο έτσι ώστε να γίνει εκκαθάριση της αγοράς (Market Clearing) για δανειοδοτήσεις και δανειολήψεις μηδενικού κινδύνου.

Οι υποθέσεις του CAPM υποδηλώνουν ότι το Χαρτοφυλάκιο Αγοράς, M, πρέπει να βρίσκεται στο Σύνορο Ελάχιστης Διακύμανσης για να μπορεί να γίνει εκκαθάριση της αγοράς. Η αλγεβρική σχέση που ισχύει για οποιοδήποτε χαρτοφυλάκιο ελάχιστης διακύμανσης, θα πρέπει να ισχύει και για το Χαρτοφυλάκιο Αγοράς. Συγκεκριμένα, για N περιουσιακά στοιχεία υψηλού κινδύνου έχουμε την Συνθήκη Ελάχιστης Διακύμανσης για το M:

$$E(R_i) = E(R_{zM}) + [E(R_M) - E(R_{zM})]\beta_{iM}, \quad i = 1, \dots, N \quad (2.15)$$

όπου,

$E(R_i)$: η αναμενόμενη απόδοση του αξιογράφου i

$E(R_{zM})$: αναμενόμενη απόδοση αξιογράφων που έχουν συντελεστή συστηματικού κινδύνου ίσο με 0

$E(R_M)$: η αναμενόμενη απόδοση της αγοράς

β_{iM} : ο συντελεστής συστηματικού κινδύνου του αξιογράφου i

⁴ Το συμπέρασμα αυτό διατυπώθηκε από τον James Tobin (1958) στο «Θεώρημα Διαχωρισμού» (Separation theorem). Συγκεκριμένα, υποστήριξε ότι η διαδικασία επένδυσης χωρίζεται σε δύο βήματα. α) Κατασκευή ενός αποδοτικού χαρτοφυλακίου, όπως περιέγραψε ο Markowitz, και β) ο συνδυασμός του αποδοτικού αυτού χαρτοφυλακίου με μια επένδυση μηδενικού κινδύνου. Η βέλτιστη κατανομή μεταξύ των δύο χαρτοφυλακίων εξαρτάται από τις προτιμήσεις του εκάστοτε επενδυτή.

Το β_{iM} είναι ο συντελεστής συστηματικού κινδύνου του αξιογράφου i που προκύπτει από τη συνδιακύμανση της απόδοσης του αξιογράφου i με την απόδοση της αγοράς διαιρούμενης με την διακύμανση της απόδοσης της αγοράς:

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(R_i, R_M)}{\sigma^2(R_M)} \quad (2.16)$$

Ο όρος $E(R_{z_M})$ στην (2.15) είναι η αναμενόμενη απόδοση αξιογράφων που έχουν συντελεστή συστηματικού κινδύνου ίσο με 0, δηλαδή οι αποδόσεις τους είναι ασυσχέτιστες με την απόδοση της αγοράς. Ο όρος $[E(R_M) - E(R_{z_M})]\beta_{iM}$ είναι το ασφάλιστρο κινδύνου.

Εφόσον, ο συντελεστής συστηματικού κινδύνου, β , του αξιογράφου i , είναι επίσης ο συντελεστής παλινδρόμησης της απόδοσης με την απόδοση της αγοράς, μία ερμηνεία του συντελεστή β είναι ότι μετράει την ευαισθησία της απόδοσης του αξιογράφου, σε σχέση με τη διακύμανση της απόδοσης της αγοράς. Για να οδηγηθούμε στον τελικό τύπο του μοντέλου, εξετάζουμε περαιτέρω το $E(R_{z_M})$. Ο συντελεστής β ενός αξιογράφου είναι 0 όταν η συνδιακύμανση του αξιογράφου με τις αποδόσεις των υπολοίπων αξιογράφων αντισταθμίζει την διακύμανση της απόδοσης του. Το εν λόγω αξιόγραφο είναι μηδενικού κινδύνου με την έννοια ότι δεν μπορεί να επηρεάσει τη διακύμανση της απόδοσης της αγοράς.

Όταν επιτρέπουμε δανειοδοτήσεις και δανειολήψεις μηδενικού κινδύνου, η αναμενόμενη απόδοση των αξιογράφων που είναι ασυσχέτιστη με την απόδοση της αγοράς πρέπει να ισούται με την απόδοση μηδενικού κινδύνου R_f .

Ο τύπος που τελικά προκύπτει για το Υπόδειγμα Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων (CAPM), για N αξιόγραφα, είναι ο ακόλουθος:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i * [E(R_M) - R_f], \quad i = 1, \dots, N \quad (2.17)$$

όπου,

$E(R_i)$: η αναμενόμενη απόδοση της επένδυσης i

R_f : απόδοση μηδενικού κινδύνου

β_i : συντελεστής συστηματικού κινδύνου του αξιογράφου i

$E(R_M)$: η αναμενόμενη απόδοση της αγοράς

2.1.4 Arbitrage Pricing Theory (APT)

Το Υπόδειγμα Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων δέχτηκε κριτική για το κριτήριο μέσου-διακύμανσης και για τη δυσκολία αναγνώρισης του χαρτοφυλακίου αγοράς, καθώς και για την συνάθροιση όλων των κινδύνων σε έναν όρο. Η χρήση αυτή του όρου είναι χρήσιμη για βέλτιστα χαρτοφυλάκια ή τουλάχιστον καλά διαφοροποιημένα, αλλά για την εξέταση των αποδόσεων μεμονωμένων αξιογράφων μπορεί να είναι προβληματική. Οι αποδόσεις των αξιογράφων εξαρτώνται όχι μόνο από την κίνηση της αγοράς, αλλά και από άλλους παράγοντες, που επηρεάζονται από τη βιομηχανία ή τη χώρα. Το 1976, λοιπόν, ο Ross παρουσίασε μία εναλλακτική του CAPM, το μοντέλο Arbitrage Pricing Theory (APT).

Ας υποθέσουμε ότι οι αποδόσεις προκύπτουν από τον τύπο:

$$\tilde{R}_i = \mu_i + \beta_i \tilde{\delta} + \tilde{\varepsilon}_i \quad (2.18)$$

όπου,

\tilde{R}_i : η απόδοση του αξιογράφου i , κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου

μ_i : η αναμενόμενη απόδοση του αξιογράφου i

β_i : το διάνυσμα που συμβολίζει την ευαισθησία που παρουσιάζει η απόδοση σε κάθε συντελεστή κινδύνου

$\tilde{\delta}$: το διάνυσμα των διάφορων συντελεστών κινδύνου

$\tilde{\varepsilon}_i$: το τυχαίο σφάλμα της απόδοσης του αξιογράφου i από παράγοντες που δεν καλύπτονται από το μοντέλο

Επίσης, ισχύουν οι ακόλουθες υποθέσεις:

$$E[\tilde{\delta}] = 0 \quad (2.19)$$

$$E[\tilde{\varepsilon}_i] = 0$$

Οι υποθέσεις αυτές υποδηλώνουν ότι η επίδραση των παραγόντων που δεν καλύπτονται από το μοντέλο δεν έχουν καμία επίδραση στις αποδόσεις, έχουν δηλαδή μέσο όρο μηδέν, ενώ οι παράγοντες που επηρεάζουν τις αποδόσεις θεωρούνται ότι ακολουθούν την κανονική κατανομή.

Όπως και σε κάθε μοντέλο που έχουμε αναλύσει, έτσι και εδώ, ισχύουν κάποιες βασικές υποθέσεις:

- Οι επενδυτές αποστρέφονται τον κίνδυνο.
- Δεν υπάρχουν κόστη συναλλαγών, περιορισμού ανοιχτών πωλήσεων (short selling) ή φορολογία.
- Δεν υπάρχει πιθανότητα κερδοσκοπίας (arbitrage) όταν υπάρχουν συνθήκες ισορροπίας στην αγορά.
- Υπάρχει θετική συνολική ζήτηση για κάθε αξιόγραφο.
- Όλοι οι επενδυτές έχουν τις ίδιες εκτιμήσεις για τις αναμενόμενες αποδόσεις αξιόγραφων.

Με μία πρώτη ματιά φαίνεται πως το APT είναι μία γενίκευση του CAPM σε ένα πολυπαραγοντικό μοντέλο. Διαφέρουν ωστόσο ουσιαστικά στις υποθέσεις τους. Για το CAPM, συνθήκες ισορροπίας υπάρχουν στην αγορά όταν οι επενδυτές έχουν στην κατοχή τους βέλτιστα χαρτοφυλάκια, ενώ για το APT, όταν δεν υπάρχουν δυνατότητες κερδοσκοπίας. Επίσης, μπορούν να υπολογιστούν στο μοντέλο επιπλέον παράγοντες κινδύνου εκτός από τον κίνδυνο της αγοράς, όπως ο ρυθμός ανάπτυξης του ΑΕΠ, ο πληθωρισμός, οι μεταβολές των επιτοκίων κ.α.

Παρόλο, που το μοντέλο APT χρησιμοποιεί πληθώρα παραγόντων κινδύνου, ενώ το CAPM κάνει χρήση μόνο του κινδύνου αγοράς, ωστόσο δεν είχε την ευρεία εφαρμογή που είχε το CAPM. Το κυριότερο μειονέκτημα του είναι η έλλειψη σαφούς διευκρίνησης των παραγόντων κινδύνων που επηρεάζουν τα αξιόγραφα σε μία περίοδο, αλλά και σε μακροχρόνιο ορίζοντα.

2.1.5 Ωφελιμότητα της Θεωρίας Χαρτοφυλακίου

Η διαθέσιμη πληροφορία σχετικά με τις επενδυτικές αποφάσεις είναι τεράστια είτε προέρχεται από ειδικούς όπως επενδυτικούς συμβούλους ή οικονομολόγους, είτε από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Οι προτάσεις που είναι διαθέσιμες όχι μόνο ποικίλουν αναφορικά με το περιεχόμενό τους, αλλά πολλές φορές είναι εκ διαμέτρου αντίθετες, αφήνοντας τον απλό επενδυτή με μια αβεβαιότητα ως προς την επενδυτική του επιλογή.

Η επιλογή μιας επένδυσης με βάση μόνο την απόδοση δεν είναι αρκετή. Η Θεωρία Χαρτοφυλακίου βοήθησε τους επενδυτές να λάβουν υπόψη τους παραπάνω παραμέτρους πριν επιλέξουν μία επένδυση. Οι χρηματοοικονομικές αγορές, εκτός από τα οφέλη και τις ανταμοιβές που έχουν, είναι ιδιαίτερα πολύπλοκες και ασταθείς και απαιτούν την κριτική σκέψη και εκτενή ανάλυση των κινδύνων πριν από μια επενδυτική απόφαση.

Η Θεωρία Χαρτοφυλακίου έδωσε τα εργαλεία και τις τεχνικές για την καλύτερη αξιολόγηση των χαρτοφυλακίων, επιτρέποντας στους επενδυτικούς συμβούλους να ικανοποιούν σε καλύτερο βαθμό τις ανάγκες των πελατών τους και στους επενδυτές να παρακολουθούν και να αξιολογούν τις επιδόσεις των επενδύσεών τους. Η Θεωρία Χαρτοφυλακίου έχει επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την διαχείριση χαρτοφυλακίων. Στην πιο απλή της μορφή, παρέχει το πλαίσιο για να δομηθεί και να επιλεγεί ένα χαρτοφυλάκιο με βάση την αναμενόμενη απόδοση της επένδυσης και την προτίμηση ή μη στον κίνδυνο από τον επενδυτή.

Από την αρχή της μέχρι σήμερα, έχει εφαρμογή σε πολλές πτυχές της σύγχρονης χρηματοοικονομικής θεωρίας και εφαρμογής. Συγκεκριμένα, έχει βοηθήσει σημαντικά στην ανάπτυξη της κατανομής περιουσιακών στοιχείων, στη διαχείριση και στην κατασκευή χαρτοφυλακίων χωρίς να μειώνεται η εφαρμογή της με την πάροδο των χρόνων. Επομένως, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι μάλλον απίθανο να μειωθεί η χρησιμότητα της τα επόμενα χρόνια και είναι ασφαλές να πούμε ότι θα συνεχίσει να έχει σημαντική θέση στη θεωρία και την πρακτική των χρηματοοικονομικών.

2.2 Ψυχολογία

Η ψυχολογία, η επιστήμη της συμπεριφοράς και του μυαλού, τους τελευταίους αιώνες είναι ένας τομέας που παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην επιστημονική κοινότητα. Εκατοντάδες μελέτες έχουν γίνει στην ψυχολογία του ανθρώπου, τα συναισθήματα και τις αποφάσεις, ωστόσο φαίνεται ότι η γνώση δεν είναι ποτέ αρκετή για να κατανοήσουμε απόλυτα την συμπεριφορά των ανθρώπων.

Συνήθειες είναι οι φράσεις «έλεγξε τα συναισθήματα σου», «μην αφήνεις τα συναισθήματα σου να σταθούν εμπόδιο» ή «ακολούθησε την καρδιά σου», «νιώσε τα συναισθήματα σου». Αυτές οι φράσεις που έχουν συχνά διατυπωθεί από την επιστημονική κοινότητα, όπως και αμέτρητες φορές στην καθημερινότητα, είναι ωστόσο αντιφατικές. Η ορθολογική ιστορία της Δυτικής σκέψης παρουσιάζει τα συναισθήματα ως θεμελιωδώς ελαττωματικά, επομένως θα πρέπει να είναι ελεγχόμενα. Υπάρχουν όμως και οι υποστηρικτές αυτών, όπου διατυπώνουν ότι τα συναισθήματα είναι σοφά και δεν πρέπει να τα αγνοούμε.

Τα συναισθήματα αποτελούν στην πραγματικότητα ένα παράδοξο. Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι είναι πανταχού παρόντα και αποτελούν γενικό χαρακτηριστικό του ανθρώπινου είδους, επομένως είναι δύσκολο να πιστέψουμε ότι αναπτύχθηκαν μέσω της εξέλιξης για να διαταράσσουν την κρίση και την λήψη αποφάσεων. Από την άλλη μεριά, οι επιδράσεις από τα συναισθήματα μας φαίνονται αντικειμενικά ανορθόδοξες και νιώθουμε την ανάγκη να τα ελέγξουμε.

Η ψυχολογία μας παρέχει θεωρίες και μοντέλα για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά μας. Η συμπεριφορά μας εξαρτάται από 3 βασικούς παράγοντες: την προσωπικότητα, τις σκέψεις και τα συναισθήματα μας.

2.2.1 Προσωπικότητα

Η προσωπικότητα ορίζεται από μια σειρά χαρακτηριστικών που ξεχωρίζουν τους ανθρώπους και οδηγούν σε πράξεις που εμφανίζουν μια συνέπεια σε διαφορετικές καταστάσεις. Ουσιαστικά, η μελέτη της προσωπικότητας είναι η μελέτη των διαφορών του κάθε ατόμου. Τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας, ή η προδιάθεση να ενεργήσουμε με

συγκεκριμένο τρόπο, ορίζουν τους ανθρώπους. Κάνουν τους ανθρώπους μοναδικούς, αναγνωρίσιμους και προβλέψιμους σε βάθος χρόνου.

Για να κατανοήσουμε την έννοια της προσωπικότητας, πρέπει να εξετάσουμε έναν άνθρωπο σε βάθος χρόνου. Καταγράφοντας τις ενέργειες ενός ατόμου σε ένα συγκεκριμένο γεγονός ή σε περισσότερα δεν μπορεί να παράγει ασφαλές συμπέρασμα. Χρειάζεται να εξετάσουμε τις διαρκείς πτυχές της συμπεριφοράς, αυτές που μας ξεχωρίζουν.

2.2.1.1 Θεώρηση και μέτρηση της προσωπικότητας

Για να αναγνωρίσουμε και να καταγράψουμε τις διαφορές στους ανθρώπους δεν χρειάζεται να έχουμε μια πλήρη γνώση της προσωπικότητας τους. Οι θεωρίες που αφορούν τα χαρακτηριστικά είναι συστήματα που αξιολογούν πώς οι άνθρωποι διαφέρουν μεταξύ τους και πιο συγκεκριμένα πώς διαφέρουν στην τάση να συμπεριφέρονται με συνέπεια σε διάφορες καταστάσεις. Ένας τρόπος αναγνώρισης αυτών των χαρακτηριστικών είναι μέσω της ανάλυσης παραγόντων (*factor analysis*).

Η ανάλυση παραγόντων είναι μια μαθηματική μέθοδος που χρησιμοποιείται για να αναλύσει τις συσχετίσεις που εμφανίζονται μέσα από τη διενέργεια ερωτηματολογίων. Συγκεκριμένα, αυτή η μέθοδος εξετάζει εάν μπορούμε να προβλέψουμε ένα χαρακτηριστικό έχοντας υπόψη ένα άλλο. Είναι λογικό, λοιπόν, να πούμε πως κάποια γενικά χαρακτηριστικά της προσωπικότητας μετρώνται από άλλα πιο συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Η λογική της μεθόδου είναι να ανακαλύψει τους κοινούς παρονομαστές της προσωπικότητας επισημαίνοντας ποια χαρακτηριστικά μπορούν να ομαδοποιηθούν, βάση στατιστικής.

Παρόλο που υπάρχουν πάρα πολλά γνωρίσματα της προσωπικότητας που μπορεί να χαρακτηρίσουν έναν άνθρωπο, οι επιστήμονες τείνουν να καταλήγουν σε 5 βασικά γνωρίσματα: εξωστρέφεια, τερπνότητα, ευσυνειδησία, νευρωτισμός και ανοιχτό μυαλό. Το κάθε ένα από τα βασικά αυτά γνωρίσματα περιγράφεται από άλλα που τα προσδιορίζουν, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.8.

<u>Εξωστρέφεια</u>	<u>Τερπνότητα</u>	<u>Ευσυνειδησία</u>	<u>Νευρωτισμός</u>	<u>Ανοιχτοσύνη</u>
Ομιλητικός	Συμπονετικός	Ηθικός	Αγχώδης	Τολμηρός
Κοινωνικός	Εγκάρδιος	Αξιόπιστος	Ανασφαλής	Ασυμβίβαστος
Διασκεδαστικός	Έμπιστος	Παραγωγικός	Ενοχικός	Πολυπράγμων
Στοργικός	Συνεργατικός	Συγκροτημένος	Νευρικός	Ευφάνταστος

Πίνακας 2.1 Τα πέντε βασικά χαρακτηριστικά της προσωπικότητας και τα γνωρίσματα τους

2.2.1.2 Πως αναπτύσσεται η προσωπικότητα

Μια βασική προσέγγιση της ψυχολογίας που αφορά την ανάπτυξη της προσωπικότητας είναι η ουμανιστική ψυχολογία, η οποία πραγματεύεται την ανάπτυξη και τις δυνατότητες του ανθρώπου. Τις δυνατότητες του ανθρώπου για αυτογνωσία, επιλογή, υπευθυνότητα και ανάπτυξη. Οι ουμανιστές ψυχολόγοι πιστεύουν ότι ο κάθε άνθρωπος μπορεί να ελέγξει την συμπεριφορά του και πως στόχος μας είναι η προσωπική εξέλιξη, καθώς και να αναζητήσουμε το μέγιστο των δυνατοτήτων μας.

Θεωρούν ότι υπάρχουν πολλοί τρόποι να εξηγήσουν τις διαφορές στην συμπεριφορά του ατόμου. Πρώτον, ο κάθε ένας από εμάς θεωρείται ως ξεχωριστός. Δεύτερον, το περιβάλλον επηρεάζει τη φυσική διαδικασία ανάπτυξης. Οι δυνατότητες να αναπτυχθούμε εξαρτώνται από το πόσο γόνιμο είναι το περιβάλλον για να το πετύχουμε. Τρίτον, ο τρόπος που συμπεριφερόμαστε καθορίζεται από την μοναδική οπτική που έχουμε για τον κόσμο, η ερμηνεία μας για την πραγματικότητα. Ο τρόπος που αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο οδηγεί και κινητοποιεί τις πράξεις μας. Η έμφαση εδώ δίνεται στις συνειδητές νοητικές διεργασίες. Είμαστε υπεύθυνοι για τις πράξεις μας, παρόλο που πολλές φορές η υποκειμενική άποψη της πραγματικότητας δεν είναι μία ακριβής αντανάκλαση του πραγματικού κόσμου.

2.2.2 Σκέψεις και επίλυση προβλημάτων

Οι σκέψεις αφορούν τη διαδικασία επεξεργασίας πληροφοριών για να επιλύσουμε προβλήματα και μας δίνουν την δυνατότητα να κρίνουμε και να αποφασίζουμε. Ως πρόβλημα

ορίζουμε μία κατάσταση όπου υπάρχει ένας στόχος, αλλά δεν είναι ξεκάθαρο πως θα τον επιτύχουμε. Τα προβλήματα μπορούμε να τα χωρίσουμε σε δύο επιμέρους βασικές κατηγορίες, τα καλά ορισμένα και τα ασαφή. Τα καλά ορισμένα θεωρούνται αυτά τα οποία έχουν ξεκάθαρο προσδιορισμό του αρχικού σταδίου, του στόχου και της διαδικασίας για την επίτευξη του. Αντίθετα, ένα ασαφές πρόβλημα είναι αυτό στο οποίο υπάρχει αβεβαιότητα για τα παραπάνω στάδια που περιγράψαμε.

Τα περισσότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε είναι ασαφή και για να τα λύσουμε χρειάζεται να προσδιορίσουμε τα κομμάτια που λείπουν. Κατά τη διάρκεια όμως αυτής της διαδικασίας παρουσιάζονται επιπλέον εμπόδια που δυσκολεύουν το έργο αυτό.

Ένα συχνό φαινόμενο που εμφανίζεται ονομάζεται λειτουργική καθήλωση (*functional fixedness*). Ο όρος αυτός υποδηλώνει την τάση να σκεφτόμαστε ένα αντικείμενο με βάση την κύρια λειτουργία του. Αυτή η θεώρηση περιορίζει την ικανότητα μας να λύσουμε προβλήματα που χρειάζεται να σκεφτούμε μια χρήση ενός αντικειμένου με διαφορετικό τρόπο. Για παράδειγμα, μπορεί σε κάποια περίπτωση να χρειαζόμαστε ένα κατσαβίδι για μια βίδα, αλλά να μην μας είναι διαθέσιμο. Υπάρχουν και άλλα αντικείμενα που μπορούν να μας βοηθήσουν εκείνη τη στιγμή, όπως ένα νόμισμα, όμως μπορεί να μην σκεφτούμε την εναλλακτική αυτή λύση. Οι άνθρωποι τείνουν να παρουσιάζουν την λειτουργική καθήλωση όταν παρακινούνται να σκεφτούν την τυπική λειτουργία ενός αντικειμένου πριν την παρουσίαση του προβλήματος. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σε όλο τον κόσμο, ακόμα και σε λαούς με μικρή έκθεση σε προηγμένη τεχνολογία.

Ένα άλλο φαινόμενο που δυσκολεύει την επίλυση προβλημάτων ονομάζεται νοητική τάση (*mental set*), όπου υποδηλώνει την προσκόλληση σε στρατηγικές επίλυσης που χρησιμοποιήθηκαν επιτυχημένα στο παρελθόν, χωρίς να σκεφτόμαστε άλλες πιο κατάλληλες για το συγκεκριμένο πρόβλημα και είναι ιδιαίτερα σύνηθες φαινόμενο σε στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν πρόσφατα.

Για να φτάσει, λοιπόν, ένας άνθρωπος στην επίλυση ενός προβλήματος θα πρέπει να αναπτύξει μία στρατηγική. Υπάρχουν δύο ειδών στρατηγικές: οι αλγόριθμοι και η ευρετική.

Οι αλγόριθμοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα σε καλά ορισμένα προβλήματα, όπου η χρήση τους έγκειται στην βήμα προς βήμα διαδικασία που εγγυάται την λύση, όπως γίνεται στα μαθηματικά. Λόγω του γεγονότος ότι υπάρχουν συγκεκριμένοι κανόνες στα μαθηματικά,

η χρήση ενός αλγόριθμου θα οδηγήσει στο σωστό αποτέλεσμα. Ωστόσο, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αλγορίθμους σε προβλήματα που δεν είναι καλά ορισμένα ή μπορεί να μην γνωρίζουμε ή να μην υπάρχει ένας αλγόριθμος για κάποιο πρόβλημα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, χρησιμοποιούμε την ευρετική, μία μέθοδο που μας βοηθάει να βρούμε μία στρατηγική για τη λύση, βασιζόμενοι σε παρελθόντες εμπειρίες.

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου μπορεί να γνωρίζουμε ένα αλγόριθμο για ένα πρόβλημα, αλλά δεν τον χρησιμοποιούμε γιατί η εκτέλεση του είναι χρονοβόρα. Αντί αυτού, χρησιμοποιούμε την ευρετική μέθοδο, με την οποία μπορεί να καταλήξουμε σε μία πιο γρήγορη λύση, αλλά μπορεί και να μην βρούμε καθόλου λύση. Αυτή είναι η καιρία διαφορά μεταξύ των δύο μεθόδων ανάπτυξης στρατηγικής. Ένας αλγόριθμος, αν είναι σωστός και εκτελεστεί ορθά, εγγυάται το σωστό αποτέλεσμα, ενώ με την ευρετική δεν υπάρχουν εγγυήσεις.

2.2.3 Συναισθήματα

Τα συναισθήματα είναι πολύπλοκες ψυχολογικές εκδηλώσεις που περιλαμβάνουν τις ακόλουθες αντιδράσεις:

1. Φυσιολογική απόκριση (συνήθως διέγερσης)
2. Εκφραστική αντίδραση (χαρακτηριστική έκφραση του προσώπου, στάση του σώματος)
3. Υποκειμενική εμπειρία (εσωτερικές σκέψεις και συναισθήματα)

Οι ψυχολόγοι πιστεύουν ότι τα συναισθήματα μας βοηθούν να προσαρμοζόμαστε στις ραγδαία μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα συναισθήματα είναι ισχυρές κινητήριες δυνάμεις της συμπεριφοράς. Μας βοηθούν να δίνουμε προτεραιότητα στις σκέψεις μας και μας ωθούν να επικεντρωθούμε στην επίλυση προβλημάτων. Όταν βρισκόμαστε σε κίνδυνο, η φυσιολογική διέγερση προετοιμάζει το σώμα να ενεργήσει και βοηθάει να κατευθύνει και να υποστηρίξει τις αντιδράσεις μας. Μέσω της εκφραστικής συμπεριφοράς, όπως μίας έκφρασης του προσώπου, είναι δυνατόν να επικοινωνήσουμε την ψυχική μας κατάσταση σε άλλους ανθρώπους. Τα συναισθήματα μπορούν και να διεγείρουν την κοινωνική μας συμπεριφορά. Οι άνθρωποι αποδίδουν καλύτερα και είναι πιο πιθανό να

βοηθήσουν τους άλλους όταν αισθάνονται ευτυχία ή να προσφερθούν για βοήθεια όταν αισθάνονται ενοχή για κάτι που έκαναν.

Μπορούμε όμως να ονομάσουμε κάποια βασικά συναισθήματα; Εάν ζητήσουμε από διαφορετικά άτομα να συνθέσουν μία λίστα με τα βασικά συναισθήματα, παρατηρείται μια διαφοροποίηση σε σχεδόν τα μισά από αυτά. Οι περισσότερες λίστες περιέχουν τον θυμό, τον φόβο, την ευτυχία και τη δυστυχία (Ekman, 1999; Ortony & Turner, 1990). Οι ερευνητές που πιστεύουν ότι αυτά τα συναισθήματα είναι βασικά, υποστηρίζουν με πειστικό τρόπο ότι συγκεκριμένα συναισθήματα, όπως ο θυμός, αυξάνουν τις πιθανότητες επιβίωσης. Οι άνθρωποι μπορούν επίσης εύκολα να αναγνωρίσουν εκφράσεις θυμού, φόβου, λύπης και χαράς στους άλλους.

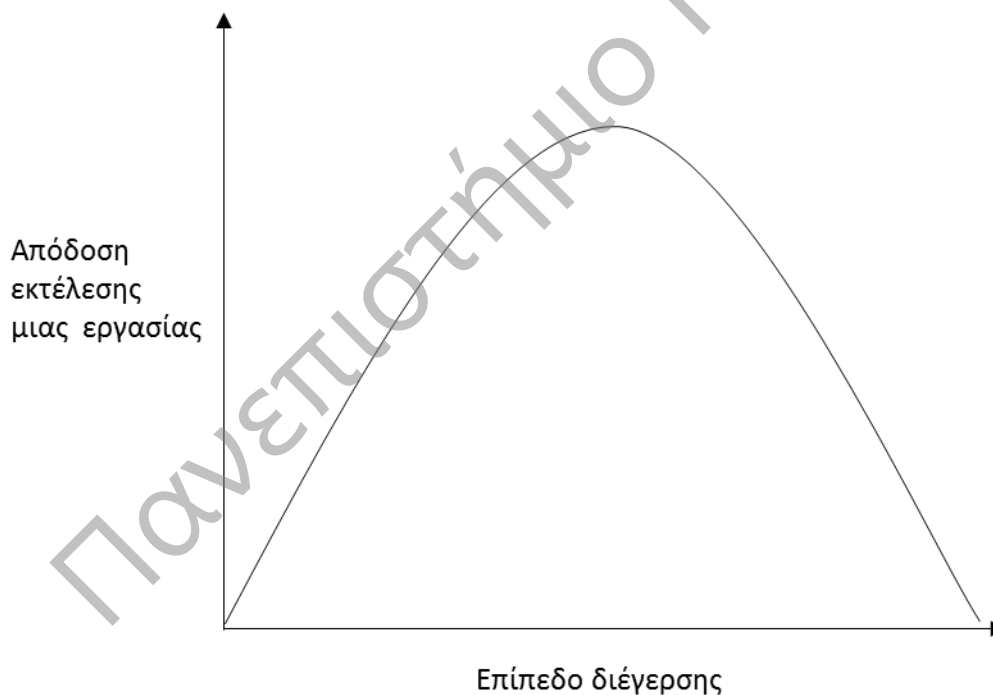
Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά ενός συναισθήματος είναι οι εκφράσεις του προσώπου. Ανεξάρτητα από το μέρος που ζούμε, οι άνθρωποι μπορούν να ταυτοποιήσουν μία έκφραση του προσώπου με μία συναισθηματική κατάσταση και το χαρακτηριστικό αυτό είναι οικουμενικό. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι η έκφραση ενός συναισθήματος μπορεί να είναι βιολογικής ή γενετικής προέλευσης. Σύμφωνα με αυτή την άποψη, οι μύες του προσώπου μεταφέρουν σήματα στον εγκέφαλο, τα οποία στη συνέχεια ερμηνεύονται ως υποκειμενικές συναισθηματικές καταστάσεις. Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι μπορεί να υπάρχει απευθείας σύνδεση μεταξύ των εκφράσεων και των φυσικών αλλαγών στον εγκέφαλο. Για παράδειγμα, το χαμόγελο μπορεί να αλλάξει τον όγκο αέρα που εισέρχεται μέσω της μύτης, επηρεάζοντας την θερμοκρασία του εγκεφάλου και με συνέπεια να επηρεάζεται η διάθεση.

2.2.3.1 Διέγερση

Οι ψυχολόγοι μπορεί να διαφωνούν όσον αφορά τα βασικά συναισθήματα, αλλά όλοι συμφωνούν για συγκεκριμένες πτυχές της συναισθηματικής εμπειρίας. Ουσιαστικά, όλα τα συναισθήματα οδηγούν σε μία φυσιολογική διέγερση. Οι μύες είναι σε υπερένταση, οι καρδιακοί ρυθμοί ανεβαίνουν, όπως επίσης η αρτηριακή πίεση και η αναπνοή. Όλα αυτά τα συναισθηματικά συμπτώματα προέρχονται από την λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος, καθώς προετοιμάζει τους μύες και τα όργανα του σώματος να αντιδράσουν.

Μέσω αυτής της διαδικασίας, διαφαίνεται η προσαρμοστικότητα του σώματος να αντιδράσει γρήγορα όταν χρειάζεται και μας βοηθάει να αντιμετωπίσουμε διάφορες καταστάσεις.

Η συναισθηματική διέγερση, όμως, μπορεί να έχει και αρνητική πλευρά. Η υπερβολική διέγερση μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση της συμπεριφορικής, βιολογικής ή ψυχολογικής λειτουργίας. Στο Διάγραμμα 2.9, απεικονίζεται η σχέση μεταξύ του επιπέδου διέγερσης και της απόδοσης στην εκτέλεση μιας εργασίας. Για μια συγκεκριμένη εργασία, καθώς ανεβαίνει το επίπεδο διέγερσης από τα χαμηλά σε μεσαία επίπεδα, η απόδοση γενικά αυξάνεται. Κάποιοι άνθρωποι αποδίδουν καλύτερα σε συνθήκες πίεσης. Για παράδειγμα, μπορεί να έχουμε υψηλότερη επίδοση σε μία εξέταση η οποία είναι σημαντική. Σε περιπτώσεις, όμως, που η πίεση είναι ιδιαίτερα υψηλή, όπου προκαλείται επίσης υψηλή διέγερση, παρατηρείται μία πτώση της απόδοσης ή και ακόμα ολική αποτυχία. Επομένως, η πολύ υψηλή συναισθηματική πίεση μπορεί να προκαλέσει επίπεδα διέγερσης, τα οποία ουσιαστικά εμποδίζουν, παρά βοηθούν την κανονική νοητική λειτουργία.



Διάγραμμα 2.8 Σχέση επιπέδου διέγερσης και απόδοσης

2.2.3.2 Υποκειμενικές αντιδράσεις

Η εμπειρία ενός συναισθήματος δεν αφορά μόνο την έκφραση ή την διέγερση. Οι σκέψεις, οι αντιλήψεις και αυτά που παρατηρούμε, αλλάζουν όταν βιώνουμε ένα συναίσθημα. Η μέτρηση, όμως, της εσωτερικής εμπειρίας είναι δύσκολο να επιτευχθεί με ακρίβεια και αξιοπιστία. Άλλωστε, η συναισθηματική εμπειρία είναι προσωπική και υποκειμενική. Θα μπορούσαμε να ρωτήσουμε διαφορετικούς ανθρώπους να περιγράψουν πως βιώνουν να είναι θυμωμένοι, χαρούμενοι ή φοβισμένοι, αλλά οι περιορισμοί της γλώσσας θα περιορίζαν τις απαντήσεις που θα λαβαίναμε.

Η μελέτη των συνθηκών που οδηγούν σε ένα συναίσθημα είναι μια διαδικασία που μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση τους. Για παράδειγμα, ο θυμός είναι ένα συναίσθημα που οι άνθρωποι το βιώνουν σχεδόν σε καθημερινή βάση. Η λειτουργία του είναι προσαρμοστική. Μας προκαλεί να αντιμετωπίσουμε τα προβλήματα μας και να εκφράσουμε τα παράπονα μας, όπως επίσης να σηματοδοτήσει στους συνανθρώπους μας μια αλλαγή στην συμπεριφορά τους ή και αποφυγή αλληλεπίδρασης.

Ο θυμός μπορεί να προκληθεί από πολλά αίτια. Γενικότερα, οι άνθρωποι τείνουν να θυμώνουν όταν δεν ανταποκρίνονται οι προσδοκίες τους. Θυμώνουμε όταν κάποιος που περιμένουμε να ενεργήσει με έναν συγκεκριμένο τρόπο, δεν ανταπεξέρχεται. Αυτό το συναίσθημα τείνει να εμφανίζεται ακόμα περισσότερο στους κοντινούς μας ανθρώπους. Περιμένουμε περισσότερα από αυτούς, από ότι σε άλλους συνανθρώπους μας, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πιθανότητες να απογοητευτούμε. Ο φυσικός πόνος, οι δυσάρεστες καταστάσεις και οι σημαντικές κοινωνικές εντάσεις μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε θυμό.

Το ερώτημα που διχάζει τους ψυχολόγους είναι εάν η έκφραση του θυμού είναι υγιής ψυχολογικά και ποια είναι τα οφέλη αν εκφράζουμε ή συγκρατούμε το θυμό μας. Από τη μία μεριά, η έκφραση του μπορεί να οδηγήσει σε μία απελευθέρωση των συναισθημάτων μας και να λειτουργήσει κατευναστικά. Από την άλλη μεριά, όταν εκφράζουμε το θυμό μας, αυξάνονται οι πιθανότητες να το επαναλάβουμε πιο εύκολα. Όταν νιώθουμε την ηρεμία μετά από ένα ξέσπασμα, ανταμείβουμε την αντίδραση του θυμού. Κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν, ότι ενθαρρύνοντας τους ανθρώπους να εκφράζουν το θυμό τους ή μία εχθρική διάθεση οδηγεί σε περισσότερες αντίστοιχες συμπεριφορές στο μέλλον (Bushman, 2002).

Μπορεί, τέλος, να μας οδηγήσει σε αυξημένη ανάληψη κινδύνων, αλλά και αυτοκαταστροφικών συμπεριφορών.

Η ιδέα ότι ο θυμός απορρέει από τις παραβιάσεις των προσδοκιών μας, βοηθάει στην αντίληψη της εμπειρίας της ευτυχίας. Σε γενικές γραμμές, υπάρχει ελάχιστη σχέση μεταξύ χαρακτηριστικών όπως η ηλικία, το φύλο, η φυλή ή το εισόδημα και της ευτυχίας. Αντίθετα, οι άνθρωποι φαίνεται να νιώθουν περισσότερο ή λιγότερο ευτυχείς ως απόρροια των συγκρίσεων που κάνουν είτε με την κατάσταση άλλων ανθρώπων (μία τάση που ονομάζεται κοινωνική σύγκριση – social comparison) είτε με παρελθόντες καταστάσεις και εμπειρίες. Οι άνθρωποι θέτουν πρότυπα ικανοποίησης και είναι ευτυχισμένοι στο βαθμό που αυτά τα πρότυπα διατηρούνται ή υπερβαίνονται. Το πρόβλημα έγκειται στο γεγονός ότι τα πρότυπα αυτά δεν είναι στάσιμα, αλλά μεταβάλλονται. Όταν οι άνθρωποι φτάνουν κάποιο επίπεδο ικανοποίησης, θέτουν συνεχώς νέα με αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνουν ποτέ την πλήρη ευτυχία.

Στην πραγματικότητα, πολλές ψυχολογικές κρίσεις συνδέονται με την σύγκριση απέναντι σε κάποια πρότυπα. Ακόμα και αρνητικά γεγονότα μπορεί να φανούν θετικά εάν συγκριθούν στο κατάλληλο πλαίσιο. Μία μελέτη σε αθλητές των Ολυμπιακών Αγώνων του 1992 έδειξε ότι οι νικητές χάλκινων μεταλλίων ήταν περισσότερο χαρούμενοι από αυτούς που έλαβαν το αργυρό μετάλλιο. Οι νικητές των χάλκινων μεταλλίων επικεντρώθηκαν στην προσπάθεια να κερδίσουν ένα μετάλλιο, ενώ οι αργυροί νικητές είδαν τους εαυτούς τους να αποτυγχάνουν να κερδίσουν το χρυσό μετάλλιο (Medvec, Madey, & Gilovich, 1995).

Το γεγονός ότι η ευτυχία είναι σχετική, βοηθάει να εξηγήσουμε κάποια φαινόμενα που μπορεί να φαίνονται περίεργα. Άνθρωποι, οι οποίοι είναι πλούσιοι ή δημοφιλείς φαίνεται να μην είναι τόσο ευτυχισμένοι από άλλους που έχουν ελάχιστα υλικά αγαθά. Η ευτυχία είναι μια φευγαλέα και άστατη κατάσταση που εξαρτάται από συνεχή και μεταβαλλόμενα πρότυπα και συγκρίσεις.

2.2.4 Ψυχολογία και Λήψη Αποφάσεων

Η μελέτη των διαδικασιών λήψης αποφάσεων δεν είναι πρόσφατη. Εξελίσσεται με τη συμβολή διαφόρων επιστημονικών κλάδων για πάνω από 300 χρόνια. Οι συνεισφορές αυτές

κυμαίνονται από την θεμελίωση των μαθηματικών βάσεων για τα οικονομικά έως καθημερινές εφαρμογές στα χρηματοοικονομικά, ιατρική και σε πολλούς άλλους τομείς. Σαν αποτέλεσμα οι θεωρίες αποφάσεων έχουν ενσωματώσει αρκετές διαδεδομένες έννοιες και μοντέλα, που ασκούν σημαντική επιρροή σχεδόν σε όλες τις βιολογικές, γνωστικές και κοινωνικές επιστήμες.

Οι αποφάσεις και η συμπεριφορά είναι τα βασικά χαρακτηριστικά της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Αφορούν τη διαδικασία της ανθρώπινης σκέψης και αντίδρασης όσον αφορά τον εξωτερικό κόσμο, που περιλαμβάνει παρελθόντα και πιθανά μελλοντικά γεγονότα, καθώς και τις επιπτώσεις στην ψυχολογία του ατόμου στα γεγονότα αυτά. Η ουσία της λήψης αποφάσεων φαίνεται να ενσωματώνει τις πεποιθήσεις για συγκεκριμένα γεγονότα και τις υποκειμενικές αντιδράσεις των ατόμων σε αυτά. Για παράδειγμα, οι αποφάσεις είναι αντιδράσεις σε καταστάσεις, όπου μπορεί να αποτελούνται από τρεις διαφορετικές πτυχές:

1. Μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι του ενός πιθανοί τρόποι δράσης.
2. Το άτομο μπορεί να σχηματίσει προσδοκίες που αφορούν μελλοντικά γεγονότα σε όρους πιθανοτήτων ή βαθμού εμπιστοσύνης.
3. Οι επιπτώσεις που σχετίζονται με τα πιθανά αποτελέσματα μπορεί να αξιολογηθούν σε όρους που αντικατοπτρίζουν προσωπικές αξίες και στόχους.

Ωστόσο, εκτός από την ενσωμάτωση πεποιθήσεων και προσδοκιών, η ανάλυση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων περιλαμβάνει και τη διάσπαση ενός διλήμματος σε μικρότερα ζητήματα, ούτως ώστε να λυθεί το καθένα ξεχωριστά. Ενσωματώνοντας όλα τα αποτελέσματα στη συνέχεια, μπορούμε να επιλέξουμε έναν τρόπο δράσης. Εφαρμόζοντας αυτό το μοντέλο επιλογής, το άτομο πρέπει να είναι σαφές ως προς την κρίση του, για να μπορεί να αναλύσει στη συνέχεια αυτή τη διαδικασία και να εντοπίσει τους λόγους που επέλεξε μία συγκεκριμένη στρατηγική.

2.2.4.1 Λήψη Αποφάσεων

Η λήψη αποφάσεων είναι, ουσιαστικά, οι διαδικασίες της σκέψης που εμπλέκονται στην αξιολόγηση και επιλογή από μια σειρά εναλλακτικών και η οποία επηρεάζει την τελική συμπεριφορά μας. Η επιλογή περιλαμβάνει σχεδόν πάντα κάποιο ρίσκο, επομένως είναι προς

όφελος μας η προσεκτική αξιολόγηση της κατάστασης. Η αποφάσεις που λαμβάνουμε επηρεάζονται από τον τρόπο που σκεφτόμαστε, τις προσωπικές προκαταλήψεις και από την επιλογή των στρατηγικών λήψης αποφάσεων.

Ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζονται οι διαθέσιμες επιλογές μπορεί να έχει μεγάλη επιρροή στην απόφαση μας. Σε μελέτη που διενεργήθηκε σε ιατρούς νοσοκομείου (McNeil et al., 1982), ρωτήθηκαν να διαλέξουν μεταξύ δύο ειδών θεραπείας σε ασθενή με καρκίνο του πνεύμονα: είτε με χειρουργική επέμβαση είτε με θεραπεία έξι εβδομάδων με ακτίνες. Οι μισοί ιατροί πριν αποφασίσουν έλαβαν τις εξής πληροφορίες:

«Από τους εκατό ανθρώπους που κάνουν εγχείρηση, οι 10 θα πεθάνουν κατά τη διάρκεια της θεραπείας, 32 θα έχουν πεθάνει μέσα στο πρώτο έτος και 66 θα έχουν πεθάνει μέσα στα 5 πρώτα χρόνια. Από τους εκατό ανθρώπους που λαμβάνουν τη θεραπεία ακτίνων, κανένας δεν θα πεθάνει κατά τη διάρκεια της θεραπείας, 23 θα έχουν πεθάνει μέσα στο πρώτο έτος και 78 θα έχουν πεθάνει μέσα στα πρώτα 5 χρόνια.»

Οι άλλοι μισοί ιατροί έλαβαν τις εξής πληροφορίες:

«Από τους εκατό ανθρώπους που κάνουν εγχείρηση, οι 90 θα ζουν αμέσως μετά το τέλος της θεραπείας, 68 θα ζουν μετά το πρώτο έτος και 34 θα ζουν μετά από τα 5 πρώτα χρόνια. Από τους εκατό ανθρώπους που λαμβάνουν τη θεραπεία ακτίνων, όλοι θα ζουν μετά το τέλος της θεραπείας, 77 θα ζουν μετά το πρώτο έτος και 22 θα ζουν μετά από τα 5 πρώτα χρόνια.»

Η πληροφορία που έλαβαν οι ιατροί είναι ακριβώς ίδια και στις δύο περιπτώσεις. Η διαφορά είναι ότι ο τρόπος που παρουσιάζονται τα πιθανά ενδεχόμενα της θεραπείας είναι διαφορετικός. Στην μία περίπτωση, περιγράφεται αυτοί που πεθαίνουν, ενώ στην δεύτερη αυτοί που επιβιώνουν. Η επιλογή που τελικά προτιμούν οι ιατροί είναι πολύ διαφορετική στις δύο περιπτώσεις. Όταν η πληροφορία αφορούσε αυτούς που απεβίωσαν, η θεραπεία των ακτίνων επιλέχθηκε από το 44% των ιατρών, ενώ αντίθετα όταν αφορούσε αυτούς που επιβίωσαν, επιλέχθηκε από μόλις το 18%.

Τα αποτελέσματα του παραδείγματος αποδεικνύουν ότι η διαδικασία της ανθρώπινης λήψης αποφάσεων δεν είναι πάντα μία ορθολογική διαδικασία. Οι άνθρωποι ζυγίζουν τις πληροφορίες διαφορετικά, ανάλογα με την περίπτωση. Όταν οι πληροφορίες ήταν βασισμένες

στην θνησιμότητα από την θεραπεία, πιθανόν οι ιατροί να συνέδεσαν απλά τους θανάτους με τη θεραπεία. Με την εγχείρηση, 10 άνθρωποι πεθαίνουν, ενώ με τις ακτίνες κανέναν. Αντίθετα, όταν οι πληροφορίες αφορούν αυτούς που επιζούν, επικεντρώνονται στην μακροπρόθεσμη επιβίωση των ασθενών. 34 επιβιώνουν μέσω της εγχείρησης, ενώ μόνο 22 μέσω των ακτίνων. Επομένως, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πως ερμηνεύεται η πληροφορία στο μυαλό του υποκειμένου.

Οι προσωπικές μας προκαταλήψεις επηρεάζουν, επίσης, τις αποφάσεις μας. Οι ψυχολόγοι αναφέρουν ότι συχνά οι άνθρωποι υποπίπτουν στο *σφάλμα επιβεβαίωσης* (confirmation bias) όταν πρόκειται να λάβουν κάποια απόφαση. Το σφάλμα επιβεβαίωσης είναι η τάση να συγκρατούμε και να επεξεργαζόμαστε τις πληροφορίες που επιβεβαιώνουν παρελθόντες αποφάσεις ή πεποιθήσεις, καθώς και να ανακαλούμε πληροφορίες οι οποίες επιβεβαιώνουν τις προκαταλήψεις μας. Οι άνθρωποι επιδεικνύουν μια επιμονή στις πεποιθήσεις τους, μένοντας προσκολλημένοι στα πιστεύω τους, ακόμα και όταν τα δεδομένα αποδεικνύουν ότι είμαστε λάθος.

2.2.4.2 Λήψη αποφάσεων μέσω της ευρετικής μεθόδου

Όταν οι άνθρωποι αναγκάζονται να λάβουν κάποια απόφαση ανάμεσα σε εναλλακτικές, οι περισσότεροι καταφεύγουν στην ευρετική μέθοδο. Αυτή η στρατηγική απλουστεύει την διαδικασία λήψης απόφασης και συχνά οδηγεί σε σωστές κρίσεις, όπως επίσης και σε λάθος.

Ας υποθέσουμε ότι πρέπει να επιλέξουμε το ενδεχόμενο να συμβεί το γεγονός A ή B. Σε αυτή την περίπτωση, είναι συχνό φαινόμενο να επικαλεστούμε την *αντιπροσωπευτικότητα* (representativeness heuristic). Φτάνουμε σε ένα συμπέρασμα συγκρίνοντας το εν λόγω αντικείμενο ή γεγονός με το μέσο όρο. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι μια οικογένεια έχει 6 παιδιά. Εάν το A αντιπροσωπεύει το αγόρι και το K το κορίτσι, ποια αλληλουχία γεννήσεων από τις παρακάτω είναι πιο πιθανή;

ΑΑΑΚΚΚ

ΑΚΚΑΚΑ

Οι περισσότεροι άνθρωποι επιλέγουν το δεύτερο ενδεχόμενο. Στην πραγματικότητα, σύμφωνα με τους νόμους των πιθανοτήτων και τα δύο ενδεχόμενα έχουν την ίδια πιθανότητα να εμφανιστούν. Εάν το παιδί θα γεννηθεί αγόρι ή κορίτσι, δεν επηρεάζεται από το φύλο του προηγούμενου παιδιού. Κάθε ενδεχόμενο είναι ανεξάρτητο από το άλλο. Παρόλα αυτά, οι άνθρωποι τείνουν να επιλέγουν το δεύτερο ενδεχόμενο, επειδή η πρώτη αλληλουχία, συγκρούεται με την οπτική που έχουν περί τυχαιότητας. Η πρώτη επιλογή δεν φαίνεται να είναι το αποτέλεσμα μιας τυχαίας διαδικασίας, δεν είναι αντιπροσωπευτικό της τυχαιότητας. Η αντιπροσωπευτικότητα είναι μία μέθοδος προσαρμοστική και επωφελής στις περισσότερες περιπτώσεις, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε μη ορθολογικές αποφάσεις.

Μία άλλη ευρετική μέθοδος είναι η *διαθεσιμότητα* (availability). Είναι συχνό φαινόμενο να βασιζόμαστε στη μνήμη μας για να βοηθηθούμε στη λήψη μιας απόφασης. Χρησιμοποιούμε τις εμπειρίες του παρελθόντος, ειδικά αυτές που έρχονται πιο εύκολα στη μνήμη, ως βάση για να αξιολογήσουμε τις πιθανότητες. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, η μέθοδος αυτή είναι προσαρμοστική, αλλά και πάλι μπορεί εύκολα να φτάσουμε σε λάθος συμπεράσματα. Το λάθος αυτό συμβαίνει, διότι τα παραδείγματα της λάθος απόφασης μπορεί να εμφανίζονται πιο συχνά στην καθημερινότητα μας.

Τέλος, χρησιμοποιείται η ευρετική μέθοδος της *Πρόσδεσης/αγκίστρωσης και Προσαρμογής* (Anchoring and Adjusting), η οποία αφορά τις κρίσεις μας που επηρεάζονται από σημεία εκκίνησης, δηλαδή από αρχικές εκτιμήσεις που μας δίνονται. Έχοντας λάβει μια αρχική εκτίμηση, προσαρμόζουμε την επιλογή μας ανάλογα με την περίπτωση για την οποία πρέπει να λάβουμε μία απόφαση. Σε μελέτη που διενεργήθηκε (Tversky and Kahneman, 1974), ζητήθηκε από μία ομάδα ανθρώπων να εκτιμήσουν το γινόμενο των παρακάτω αριθμών:

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8$$

ενώ, μία άλλη ομάδα να υπολογίσει το γινόμενο:

$$8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$$

Η σωστή απάντηση και στις δύο περιπτώσεις είναι 40.320. Η πρώτη ομάδα έδωσε μία μέση εκτίμηση 512, ενώ η δεύτερη ομάδα, μια μέση εκτίμηση 2.250. Η διαφορά των δύο εκτιμήσεων είναι αρκετά μεγάλη, αν αναλογιστούμε ότι το αποτέλεσμα είναι το ίδιο, αλλά

στην πρώτη περίπτωση, επειδή οι πρώτοι αριθμοί σε σειρά είναι μικροί, οδηγούν σε εκτιμήσεις χαμηλές ή μέτριες.

2.2.4.3 Ορθολογική Λήψη Αποφάσεων

Οι περιγραφικές και κανονιστικές θεωρίες λήψεως αποφάσεων παρουσιάζουν διακριτά χαρακτηριστικά και ακολουθούν συγκεκριμένες μεθοδολογίες επιλογής τρόπου δράσης. Οι κανονιστικές ή ορθολογικές θεωρίες λήψεως αποφάσεων βασίζονται σε θεμελιώδη αξιώματα. Ωστόσο, οι περιγραφικές, ή ψυχολογικές, θεωρίες τονίζουν την σημασία των ψυχολογικών στοιχείων που επηρεάζουν την λήψη μιας απόφασης. Στηρίζονται στην γνωστική λειτουργία για να εξηγήσουν την λήψη αποφάσεων, ενώ οι κανονιστικές θεωρίες αποτελούνται από ορθολογικές συνιστώσες που υποδεικνύουν πως θα πρέπει τα άτομα να φθάνουν σε μία απόφαση.

Στα μοντέλα ορθολογικής λήψης αποφάσεων, το άτομο αναλύει έναν αριθμό πιθανών εναλλακτικών επιλογών από διαφορετικά σενάρια, υπολογίζοντας την πιθανότητα για το καθένα, πριν φθάσει στην επιλογή του. Η τελική επιλογή θα είναι το καλύτερο σενάριο με την μεγαλύτερη πιθανότητα να συμβεί.

Παρόλα αυτά, οι άνθρωποι σπάνια συμμορφώνονται με λογικά μοντέλα επιλογών, επομένως, οι διακυμάνσεις της ανθρώπινης συμπεριφοράς, δεν βρίσκουν βάση στα κανονιστικά μοντέλα. Οι εναλλαγές αυτές στα συμπεριφορικά πρότυπα είναι πιο διακριτές, όταν υπάρχει αβεβαιότητα και μη αναμενόμενα γεγονότα, όπου επηρεάζουν τα άτομα και παραβλέπουν τις πιθανότητες, ακολουθώντας την κανονιστική διαδικασία με ασυνήθιστους τρόπους.

Η ορθολογικότητα έχει οριστεί ως η συμβατότητα μεταξύ επιλογής και αξίας. Με την ορθολογική συμπεριφορά προσπαθούμε να βελτιστοποιήσουμε την αξία των αποτελεσμάτων. Όταν τα άτομα ακολουθούν ορθολογικές μεθοδολογίες, είναι πιθανό να προκύψουν δεδομένα που αντιπροσωπεύουν προσωπικές αξίες, που αφορούν δηλαδή την ωφελιμότητα. Επομένως, οι εναλλακτικές λύσεις με πιθανολογικές επιπτώσεις επιλέγονται σύμφωνα με το μέγεθος της αναμενόμενης ωφελιμότητας τους ή αξίας.

Η Θεωρία Αναμενόμενης Ωφελιμότητας μπορεί να ερμηνευτεί με δύο τρόπους: είτε μέσω ανάλυσης είτε μέσω σύνθεσης. Σύμφωνα με τον αναλυτικό τρόπο, οι επιλογές αντιπροσωπεύουν τις προτιμήσεις και κατά συνέπεια την ωφελιμότητα, ενώ μέσω της σύνθεσης, τα άτομα αξιολογούν την ωφελιμότητα και τις πιθανότητες, ώστε να κρίνουν ποια απόφαση θα λάβουν. Επιπλέον, στον αναλυτικό τρόπο, τα άτομα πρώτα παρατηρούν τις επιλογές και στη συνέχεια συμπεραίνουν τι θα πρέπει να αναμένουν, ενώ στην διαδικασία της σύνθεσης, το άτομο αποφασίζει τι επιθυμεί, πως θα το καταφέρει, τι ενέργειες θα εφαρμόσει και τι επιλογές θα κάνει.

2.2.5 Σκέψεις και Συναισθήματα των επενδυτών

Οι γνωστικές και συναισθηματικές αδυναμίες επηρεάζουν όλους τους ανθρώπους. Παραδοσιακά, η επιστήμη των οικονομικών αγνοούσε αυτές τις προκαταλήψεις, διότι υπέθετε ότι οι άνθρωποι πάντοτε συμπεριφέρονται ορθολογικά (Statman, 1995). Μία από τις κεντρικές προτάσεις της οικονομικής θεωρίας των παρασμένων δεκαετιών ήταν ότι οι αγορές είναι αποτελεσματικές, δηλαδή πως η τιμή ενός αξιογράφου συμπίπτει με την θεμελιώδη αξία του, ακόμα και αν οι επενδυτές υποπίπτουν σε λάθη λόγω των προκαταλήψεων τους. Ως εκ τούτου, η οικονομική θεωρία έχει εξελιχθεί με έναν κανονιστικό τρόπο. Αναπτύχθηκαν ιδέες και εργαλεία πως οι επενδυτές θα έπρεπε να συμπεριφέρονται και όχι στην πραγματική τους συμπεριφορά και τις συνέπειες τους.

Για να καλυφθεί αυτό το κενό, τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκε η συμπεριφορική χρηματοοικονομική εξετάζοντας πως συμπεριφέρονται οι επενδυτές. Ουσιαστικά, είναι η εφαρμογή της ψυχολογίας στην οικονομική συμπεριφορά. Η συμπεριφορική χρηματοοικονομική εκθέτει την μη ορθολογική συμπεριφορά των επενδυτών και τονίζει τα ανθρώπινα σφάλματα στις ανταγωνιστικές αγορές. Συνδυάζοντας την ψυχολογία με τα χρηματοοικονομικά, οι ερευνητές προσπαθούν να εξηγήσουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των αγορών και την μη ορθολογική συμπεριφορά των επενδυτών.

Οι επενδυτές είναι επιρρεπείς στο να διαπράττουν συγκεκριμένα σφάλματα, άλλα ασήμαντα και άλλα επικίνδυνα για την επένδυσή τους. Όπως αναφέρουν οι Kahneman και Riepe (1998), οι επενδυτές που είναι επιρρεπείς στις προκαταλήψεις τους λαμβάνουν ρίσκα τα οποία δεν αναγνωρίζουν, αποτελέσματα τα οποία δεν προβλέπουν, έχουν την τάση να

προβαίνουν σε αδικαιολόγητες συναλλαγές και καταλήγουν να κατηγορούν τους εαυτούς τους ή άλλους όταν τα αποτελέσματα είναι αρνητικά. Η εξέταση της ψυχολογικής βάσης των επενδυτικών σφαλμάτων και η διόρθωση αυτών των λαθών, μπορεί να μειώσει τις επιπτώσεις στις επενδυτικές αποφάσεις και πιθανόν να οδηγήσει σε βελτιωμένα επενδυτικά αποτελέσματα. Δεν σημαίνει, όμως, ότι αυτές οι ενέργειες θα οδηγήσουν σε υπερβάλλουσες αποδόσεις.

2.2.5.1 Πως σκέφτονται οι επενδυτές

Για να μειωθεί η ποσότητα και η πολυπλοκότητα της πληροφορίας που χρήζει ανάλυσης, ο εγκέφαλος φιλτράρει κάποιες πληροφορίες και χρησιμοποιεί «συντομεύσεις» για να μειώσει την πολυπλοκότητα της υπόλοιπης πληροφορίας. Αυτές οι «συντομεύσεις» επιτρέπουν στον εγκέφαλο να παράγει εκτιμήσεις πριν επεξεργαστεί πλήρως όλη την διαθέσιμη πληροφορία. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **ευρετική απλοποίηση** (*heuristic simplification*) και είναι υπεύθυνη για πολλές προκαταλήψεις των επενδυτών. Γενικότερα, οι άνθρωποι πιστεύουν ότι λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις, από αυτές που πραγματικά πράττουν. Αυτή η παραπλάνηση τους οδηγεί σε σφάλματα. Είναι πεπεισμένοι ότι η γνώμη τους είναι σωστή και δίνουν μεγάλη αξία στις παρελθοντικές τους αποφάσεις.

Το φαινόμενο της **αντιπροσωπευτικότητας** εμφανίζεται συχνά στον χώρο των επενδυτών. Ο εγκέφαλος τείνει να υποθέτει ότι τα πράγματα που έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά είναι όμοια. Έτσι, οι επενδυτές οδηγούνται στο να αγοράσουν μετοχές που αντιπροσωπεύουν επιθυμητά χαρακτηριστικά. Συχνά, συγχέουν τις καλές εταιρείες με τις καλές επενδύσεις. Εταιρείες που έχουν υψηλά κέρδη, υψηλή αύξηση των πωλήσεων και ποιοτική διαχείριση αντιπροσωπεύουν τις καλές εταιρείες. Οι καλές επενδύσεις είναι μετοχές που η τιμή τους αυξάνεται περισσότερο από αυτή των άλλων μετοχών (Solt, Statman, 1989). Ταξινομώντας τις καλές μετοχές ως εταιρείες που έχουν συνεπές ιστορικό αύξησης κερδών, αγνοούν το γεγονός ότι λίγες εταιρείες μπορούν να διατηρήσουν το υψηλό επίπεδα ανάπτυξης του παρελθόντος. Η πλειοψηφία αυτών των εταιρειών οδηγούν τις μετοχές τους σε υπερτίμηση, ενώ οι επενδυτές συνειδητοποιούν ότι ήταν υπερβολικά αισιόδοξοι στην πρόβλεψη της μελλοντικής ανάπτυξης τους, με αποτέλεσμα η τιμή της μετοχής να πέσει.

Ένα άλλο σφάλμα στο οποίο υποπίπτουν οι επενδυτές είναι το **σφάλμα οικειότητας** (*familiarity bias*). Τείνουν να έχουν υπερβολική πίστη σε οικείες σε αυτούς μετοχές, πιστεύοντας πως εμπεριέχουν λιγότερο κίνδυνο από άλλες εταιρείες ή ακόμα και από διαφοροποιημένα χαρτοφυλάκια. Οι επιλογές για επένδυση είτε εγχώριες είτε στο εξωτερικό είναι χιλιάδες, η τάση όμως που επικρατεί είναι η επένδυση σε οικείες μετοχές ή ακόμα και σε εγχώριες, όπου η γνώση για τις συγκεκριμένες μετοχές είναι μεγαλύτερη.

Η **διάθεση** είναι ένας επιπλέον παράγοντας που επηρεάζει την συμπεριφορά των επενδυτών. Οι άνθρωποι που έχουν καλή διάθεση κάνουν πιο αισιόδοξες προβλέψεις από αυτούς που είναι σε κακή διάθεση. Οι επενδυτές που έχουν κακή διάθεση τείνουν να έχουν πιο κριτική σκέψη και προβαίνουν σε πιο αναλυτικές δραστηριότητες. Αντίστροφα, αυτοί που έχουν καλή διάθεση τείνουν να είναι λιγότερο κριτικοί στην επεξεργασία της πληροφορίας, καταλήγοντας να έχουν υπερβολικά αισιόδοξες προβλέψεις και να επιλέγουν μετοχές που μπορεί να μετανιώσουν στο μέλλον.

Άμεσα συσχετιζόμενη με τη διάθεση είναι η **υπερβολική αυτοπεποίθηση**. Οι επενδυτές έχουν συχνά υπερβολική αυτοπεποίθηση για τις δυνατότητες τους να ολοκληρώνουν επιτυχώς δύσκολα καθήκοντα που αναλαμβάνουν, όπως να επιλέγουν μετοχές που θα αποφέρουν κέρδη. Πιστεύουν πως οι γνώσεις και οι προβλέψεις τους είναι περισσότερο ακριβείς από ότι πραγματικά είναι και σύμφωνα με την εμπειρία που έχουν. Η αυτοπεποίθηση αυτή προκαλεί τους επενδυτές να πραγματοποιούν μεγάλο αριθμό συναλλαγών και να αναλαμβάνουν υψηλό ρίσκο. Ως συνέπεια, πληρώνουν υψηλές προμήθειες, υψηλούς φόρους και είναι εκτεθειμένοι σε υψηλές ζημιές.

2.2.5.2 Πως αισθάνονται οι επενδυτές

Ένα γνωστό ρητό στην Wall Street είναι ότι οι αγορές επηρεάζονται από δύο συναισθήματα, την απληστία και τον φόβο. Παρόλο που αυτά τα συναισθήματα επηρεάζουν τους επενδυτές, άλλα ισχυρά συναισθήματα όπως η ελπίδα, η υπερηφάνεια και η μετάνοια επηρεάζουν επίσης τις αποφάσεις, με αποτέλεσμα πολλές φορές να εμποδίζουν τους επενδυτές να λάβουν σωστές επενδυτικές αποφάσεις.

Όπως αναφέρθηκε, δύο ισχυρά συναισθήματα, η υπερηφάνεια και η μετάνοια έχουν σημαντικό ρόλο στη λήψη αποφάσεων. Οι άνθρωποι αναζητούν πράξεις που θα τους δημιουργήσουν υπερηφάνεια για τον εαυτό τους και αποφεύγουν πράξεις που μπορεί να τους οδηγήσουν σε μετάνοια. Οι Shefrin και Statman (1985) έδειξαν ότι αυτή η λειτουργία των ανθρώπων επηρεάζει και τις αποφάσεις των επενδυτών. Συγκεκριμένα, προκαλεί την προδιάθεση να πωλούν κερδοφόρες μετοχές πολύ σύντομα και να διακρατούν τις ζημιογόνες μετοχές στο χαρτοφυλάκιο τους για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η τάση αυτή ονομάζεται **Αποτέλεσμα Προδιάθεσης** (*Disposition Effect*). Όταν ο επενδυτής πουλάει μία κερδοφόρα μετοχή, νιώθει το ευχάριστο συναίσθημα μιας καλής επιλογής όταν αρχικά αγόραζε την μετοχή. Αντίθετα, εάν η μετοχή έχει πτώση μετά την αγορά, ο επενδυτής τείνει να την διακρατά στο χαρτοφυλάκιο του αντί να την πουλήσει, θέλοντας να αποφύγει το άσχημο συναίσθημα ότι έκανε λάθος επιλογή με την αγορά της μετοχής. Τα δύο αυτά αντίθετα συναισθήματα επηρεάζουν τις αποφάσεις πώλησης που λαμβάνουν οι επενδυτές, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται αρνητικά τα κέρδη τους.

Ένα άλλο ψυχολογικό λάθος, είναι το **Σφάλμα Προσκόλλησης** (*Attachment bias*), το οποίο προκαλεί τους επενδυτές να δεθούν συναισθηματικά με ένα αξιόγραφο. Το γεγονός αυτό συμβαίνει συχνά στους επενδυτές. Παρόλο, που υπάρχει η θετική πλευρά αυτής της λειτουργίας, καθώς έτσι αποφεύγουν φόρους και κόστη συναλλαγών, υπάρχει και η αρνητική πλευρά. Όταν δένονται συναισθηματικά με μια μετοχή αποτυγχάνουν να αναγνωρίσουν τα αρνητικά νέα που αφορούν την εταιρεία, με συνέπεια να διακρατούν στο χαρτοφυλάκιο τους τη μετοχή για πολύ καιρό και αυξάνοντας κατά πολύ τις πιθανότητες να υποστούν μεγάλη ζημία μακροπρόθεσμα.

Όπως υποστηρίζουν οι Thaler & Johnson (1990), τα συναισθήματα είναι ιδιαίτερα οξυμένα μετά από μεγάλα κέρδη ή ζημίες. Όταν ένας επενδυτής έχει συνεχόμενα κέρδη, η απληστία επηρεάζει τις επόμενες αποφάσεις του. Συγκεκριμένα, οι άνθρωποι που αγαπούν το τζόγο τείνουν να θεωρούν τα κέρδη, ως χρήματα τα οποία δεν ανήκουν σε αυτούς, λαμβάνοντας ακόμα περισσότερο ρίσκο στις επενδυτικές τους αποφάσεις. Αντίστροφα, οι μεγάλες ζημίες προκαλούν στους επενδυτές συναισθηματικό πόνο. Όταν νιώθουν αυτό το συναίσθημα, συνήθως αντιδρούν με δύο διαφορετικές ακραίους τρόπους. Στη μία ακραία περίπτωση, ο επενδυτής νιώθει μία αυξημένη αίσθηση φόβου περισσότερων απωλειών, με αποτέλεσμα να μην προβεί σε καμία αγορά μετοχών για να αποφύγει τον κίνδυνο. Η δεύτερη

ακραία αντίδραση, είναι να αναλάβει ακόμα μεγαλύτερο κίνδυνο με την προοπτική να αποσβέσει την προηγούμενη απώλεια. Αυτή η συμπεριφορά, θολώνει την κρίση του επενδυτή και ωθεί στην ανάληψη κινδύνων που δεν θα αναλάμβανε σε κανονικές συνθήκες.

2.2.5.3 Υπερβαίνοντας τα ψυχολογικά σφάλματα

Οι Belsky και Gilovich (1999) υποστηρίζουν πως δεν υπάρχουν εύκολοι τρόποι να ξεπεραστούν ή να υπερκεραστούν τα ψυχολογικά σφάλματα που επηρεάζουν τους επενδυτές. Η γνώση των γνωστικών και συναισθηματικών λαθών είναι σημαντική και βοηθητική στην αναγνώριση της λειτουργίας των επενδυτών, αλλά δεν τα εξαλείφει. Υπάρχουν δύο βασικές δυσκολίες που συνηγορούν σε αυτή την κατεύθυνση. Η πρώτη πηγάζει από το γεγονός ότι παρόλο που αυτά τα λάθη συχνά κοστίζουν χρήματα στους επενδυτές, κάθε ψυχολογική συνήθεια μπορεί να έχει και μία αντίθετη πλευρά, η οποία μπορεί να είναι επωφελής. Για παράδειγμα, η τάση να προσπαθεί να αποσβέσει τις απώλειες σε μεγαλύτερη κλίμακα από ότι θα έκανε αν είχε κέρδος, μπορεί να είναι ένα επωφελές χαρακτηριστικό. Η δεύτερη οφείλεται στο γεγονός ότι πολλά συμπεριφορικά σφάλματα έρχονται σε σύγκρουση μεταξύ τους. Για παράδειγμα, οι επενδυτές συχνά υπερεκτιμούν τις δυνατότητες και γνώσεις τους να διαλέγουν κερδοφόρες μετοχές, ενώ ουσιαστικά ακολουθούν τυφλά τις ενέργειες και τις συμβουλές άλλων.

Μερικά βήματα για να ακολουθήσουν οι επενδυτές ώστε να ξεπεράσουν τα ψυχολογικά αυτά εμπόδια είναι:

- **Γνώση και αποφυγή των ψυχολογικών σφαλμάτων:** Πολλοί επενδυτές δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τις ψυχολογικές συνήθειες που επηρεάζουν τις χρηματοοικονομικές τους αποφάσεις, παρόλο που τα ψυχολογικά αυτά χαρακτηριστικά επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την επενδυτική συμπεριφορά.
- **Αναγνώριση επενδυτικών στόχων και περιορισμών:** Για να μειωθεί η επιρροή των ψυχολογικών σφαλμάτων, οι επενδυτές θα πρέπει να καθορίσουν κάποιους ρεαλιστικούς επενδυτικούς στόχους όσον αφορά τις απαιτήσεις των αποδόσεων και την ανοχή του κινδύνου, καθώς και περιορισμούς όσον αφορά τη ρευστότητα, τον χρονικό ορίζοντα και τους φόρους.

- **Ανάπτυξη ποσοτικών επενδυτικών κριτηρίων:** Αναπτύσσοντας μια σειρά ποσοτικών επενδυτικών κριτηρίων, οι επενδυτές μπορούν να αποφύγουν να επενδύσουν σε μετοχές με βάση το συναίσθημα, τις φήμες και άλλα ψυχολογικές προκαταλήψεις. Ακολουθώντας τα κατάλληλα κριτήρια, μπορεί να βοηθήσει να επιτύχουν τους επενδυτικούς τους στόχους.
- **Διαφοροποιημένες επενδύσεις:** Η διαφοροποίηση ενός χαρτοφυλακίου σε μετοχές, ομόλογα, αμοιβαία κεφάλαια και ακίνητα βοηθάει στην αύξηση της σταθερότητας των αποδόσεων και στην μείωση του κινδύνου. Η κατάλληλη διαφοροποίηση μπορεί να βοηθήσει τους επενδυτές να αποφύγουν υψηλές ζημιές και να τους προστατεύσει από τα ψυχολογικά σφάλματα της προσκόλλησης και της οικειότητας. Οι κατηγορίες περιουσιακών στοιχείων και τα ποσοστά που τις κατανέμουν στο χαρτοφυλάκιο τους είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Οι μελέτες των Brinson, Singer και Beebower (1991) και Ibbotson και Kaplan (2000) έδειξαν ότι περίπου το 90% των συνολικών επενδυτικών αποδόσεων προκύπτουν από την κατανομή των μακροπρόθεσμων περιουσιακών στοιχείων.
- **Επανεξέταση και ανακατανομή των περιουσιακών στοιχείων:** Οι επενδυτές θα πρέπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα να επανεξετάζουν τις επενδύσεις τους τουλάχιστον σε ετήσια βάση και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα με συγκεκριμένους επενδυτικούς στόχους. Εάν αποκλίνουν από τα επιθυμητά επίπεδα, θα πρέπει να ανακατανέμουν τα περιουσιακά στοιχεία του χαρτοφυλακίου τους.

2.3 Νευρολογία

Ο εγκέφαλος μας ελέγχει σχεδόν όλες τις λειτουργίες μας. Είναι υπεύθυνος για την αντίληψη, τη συνείδηση, τη μνήμη, τη γλώσσα, την ευφυΐα και την προσωπικότητα μας. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος υπολογίζεται ότι αποτελείται από 100 δισεκατομμύρια νευρικά κύτταρα, που ονομάζονται νευρώνες. Κάθε νευρώνας μπορεί να λάβει πληροφορίες από χιλιάδες άλλους νευρώνες, ως εκ τούτου, ο αριθμός των πιθανών επικοινωνιών μεταξύ των νευρώνων του εγκεφάλου φτάνει τα τρισεκατομμύρια.

Η μελέτη του εγκεφάλου, εκτός από την ιατρική της πλευρά, έχει πολύ ενδιαφέρον και για τους ψυχολόγους. Για να κατανοήσουν τη συμπεριφορά και τις νοητικές διεργασίες, χρειάζεται να καταλάβουν το βιολογικό υπόβαθρο, ξεκινώντας από τους νευρώνες. Ο τρόπος που σκεφτόμαστε, αισθανόμαστε, μαθαίνουμε και θυμόμαστε, προέρχονται από νευρονική δραστηριότητα. Επομένως, το πώς λειτουργεί ένας νευρώνας και ο τρόπος επικοινωνίας μεταξύ τους είναι σημαντική πληροφορία για να κατανοήσουμε την ανθρώπινη συμπεριφορά και τη νοητική διεργασία.

2.3.1 Νευρώνες

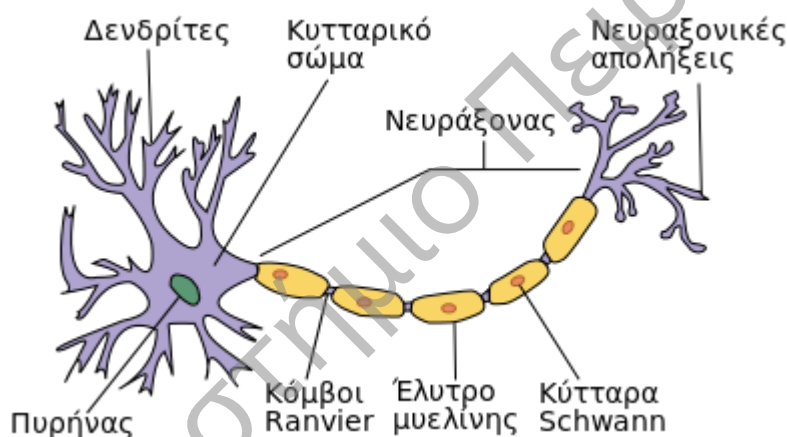
Η δομή ενός Νευρώνα

Ο εγκέφαλος και το νευρικό σύστημα αποτελούνται από δύο τύπους κυττάρων, τους νευρώνες (neuron) και τα νευρογλοιακά κύτταρα (glial cells). Οι νευρώνες είναι υπεύθυνοι για την μεταβίβαση των πληροφοριών στο νευρικό σύστημα. Συλλέγουν και στέλνουν την πληροφορία στον εγκέφαλο και στο υπόλοιπο νευρικό σύστημα. Τα νευρογλοιακά κύτταρα αποτελούν το σύστημα υποστήριξης των νευρώνων, κρατώντας σταθερό το χημικό περιβάλλον των νευρώνων για να μπορούν να λειτουργούν αποτελεσματικά. Ο αριθμός των νευρογλοιακών κυττάρων είναι 10 φορές μεγαλύτερος από αυτόν των νευρώνων αποτελώντας σχεδόν το 90% των κυττάρων του εγκεφάλου, έχοντας όμως πολύ μικρότερο μέγεθος από τους νευρώνες.

Πρόσφατες έρευνες, βέβαια, αμφισβητούν την αντίληψη ότι τα νευρογλοιακά κύτταρα είναι απλώς το σύστημα υποστήριξης των νευρώνων (Fields, 2004, 2009; Koop, 2009). Υποστηρίζουν ότι επικοινωνούν σε ένα παράλληλο δίκτυο με αυτό των νευρώνων

επηρεάζοντας την απόδοση του εγκεφάλου. Επίσης, επηρεάζουν την διαμόρφωση των συνάψεων⁵ και βοηθούν να προσδιοριστεί ποιες νευρωνικές συνδέσεις γίνονται ισχυρότερες ή ασθενέστερες με τον χρόνο, οι οποίες είναι απαραίτητες για την μάθηση και για την αποθήκευση αναμνήσεων. Επιπλέον, τα νευρογλοιακά κύτταρα μπορεί να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε ψυχικές διαταραχές, όπως η σχιζοφρένεια και η κατάθλιψη και σε νευροεκφυλιστικές ασθένειες όπως η νόσος Parkinson και Alzheimer. Παρόλες αυτές τις απόψεις, οι νευρώνες θεωρούνται τα πιο σημαντικά κύτταρα για την επικοινωνία στο ανθρώπινο νευρικό σύστημα.

Όλοι οι νευρώνες έχουν τα ίδια βασικά μέρη και δομή και λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο. Τα τρία βασικά μέρη που αποτελούν έναν τυπικό νευρώνα είναι οι δενδρίτες, το κυτταρικό σώμα και ο νευράξονας (Εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1 Η δομή ενός νευρώνα

Οι δενδρίτες είναι οι ίνες που εξέρχονται από το κυτταρικό σώμα και η κύρια λειτουργία τους είναι να δέχονται πληροφορίες από άλλους νευρώνες και να τις διαβιβάζουν στο κυτταρικό σώμα, που περιέχει τον πυρήνα και άλλα βιολογικά συστατικά, που χρησιμεύουν για τη ζωτική λειτουργία του κυττάρου. Το κυτταρικό σώμα αποφασίζει εάν θα μεταβιβάσει την πληροφορία από τους δενδρίτες σε άλλους νευρώνες. Εάν πρόκειται να την μεταβιβάσει, τότε την μεταφέρει μέσω του νευράξονα, όπου στην άκρη του επιμερίζεται σε νευραξονικές απολήξεις. Η κύρια λειτουργία του νευράξονα είναι να μεταφέρει την πληροφορία από το κυτταρικό σώμα στις νευραξονικές απολήξεις ούτως ώστε να ενεργοποιήσει την μεταφορά της πληροφορίας σε άλλους νευρώνες. Οι νευράξονες ποικίλουν σε μήκος, με τους

⁵ Οι συνάψεις μεσολαβούν στην μεταφορά της πληροφορίας από τον ένα νευρώνα στον άλλο.

μεγαλύτερους να ξεκινούν από το νωτιαίο μυελό και να καταλήγουν στα δάχτυλα των ποδιών.

Πως επικοινωνούν οι νευρώνες

Η επικοινωνία μεταξύ των νευρώνων, καθώς και με τους μύες και τους αδένες, είναι μια διαδικασία η οποία είναι ηλεκτρική και χημική. Στο εσωτερικό του νευρώνα, η επικοινωνία είναι ηλεκτρική, μέσω ενός ηλεκτρικού παλμού που ταξιδεύει μέσα από το νευράξονα, ενώ μεταξύ των νευρώνων η επικοινωνία είναι χημική. Οι νευρώνες δεν έχουν άμεση επαφή, υπάρχει ένα κενό μεταξύ τους, όπου τα χημικά μόρια ταξιδεύουν για να μεταφέρουν το μήνυμα.

Το ηλεκτρικό κομμάτι της επικοινωνίας ξεκινάει με τα μηνύματα που λαμβάνουν οι δενδρίτες από τους υπόλοιπους νευρώνες. Η πληροφορία αυτή μπορεί να είναι είτε διεγερτική (λέγοντας στο νευρώνα να παράγει έναν ηλεκτρικό παλμό), είτε ανασταλτική (λέγοντας στο νευρώνα να μην παράγει ηλεκτρικό παλμό). Το κυτταρικό σώμα επεξεργάζεται συνεχώς τα δεδομένα που λαμβάνει και αποφασίζει εάν θα παράγει ή όχι παλμό. Εφόσον αποφασίσει να τον παράγει, τότε ταξιδεύει πάντα μέσα από το νευράξονα, με την ίδια ταχύτητα, ανεξάρτητα από την ένταση του ερεθίσματος. Ποια είναι όμως η διαφορά ανάμεσα στον τρόπο κωδικοποίησης των ποικίλων εντάσεων ενός ερεθίσματος, για παράδειγμα σε ένα άγγιγμα στο μάγουλο και σε ένα χαστούκι; Η ένταση του ερεθίσματος καθορίζει πόσοι νευρώνες θα παράγουν παλμούς, καθώς και τον αριθμό των παλμών κάθε δευτερόλεπτο. Τα ισχυρότερα ερεθίσματα ενεργοποιούν περισσότερους νευρώνες, οι οποίοι παράγουν παλμούς συχνότερα.

Οι παλμοί στους διάφορους νευρώνες ταξιδεύουν στο νευράξονα με ταχύτητες που ποικίλουν και μπορεί να φτάσουν ακόμα και τα 320 χιλιόμετρα την ώρα. Ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την ταχύτητα του παλμού για έναν συγκεκριμένο νευρώνα είναι εάν ο νευράξονας είναι έγκλειστος σε έλυτρο μυελίνης, ένα μονωτικό στρώμα λευκής λιπαρής ουσίας. Χωρίς το έλυτρο μυελίνης, ο παλμός ταξιδεύει με μικρότερη ταχύτητα.

Όταν ο ηλεκτρικός παλμός φθάνει στις νευραξονικές απολήξεις, τότε ενεργοποιείται η διαδικασία για την επικοινωνία μεταξύ των νευρώνων. Η διαδικασία αυτή υλοποιείται ουσιαστικά σε 3 βήματα.

1. Φτάνοντας στις νευραξονικές απολήξεις, ενεργοποιούνται τα μόρια νευροδιαβιβαστών⁶ στα τερματικά κυστίδια και απελευθερώνονται στο συναπτικό κενό μεταξύ των νευρώνων.
2. Τα μόρια διασχίζουν το κενό αυτό και εισέρχονται στις συνάψεις των δενδριτών των άλλων νευρώνων μεταφέροντας έτσι το μήνυμα.
3. Τα μόρια νευροδιαβιβαστών επιστρέφουν στο κενό μεταξύ των νευρώνων, όπου είτε επαναλαμβάνουν την ίδια διαδικασία είτε καταστρέφονται από ένζυμα.

Τομογραφίες του εγκεφάλου

Για να γίνουν όλες οι απαραίτητες διεργασίες για την επικοινωνία και τη λειτουργία των νευρώνων, απαιτείται οξυγόνο, καθώς και θρεπτικές ουσίες, όπως σάκχαρα του αίματος. Περίπου το 20% της παροχής αίματος του σώματος διοχετεύεται στον εγκέφαλο και καταναλώνει το 25% του οξυγόνου του σώματος. Χωρίς οξυγόνο, οι νευρώνες πεθαίνουν μέσα σε λίγα λεπτά. Οι νευρώνες που κάνουν περισσότερες λειτουργίες καταναλώνουν περισσότερο οξυγόνο και θρεπτικές ουσίες. Το γεγονός αυτό είναι το κλειδί που βασίζεται η λειτουργία των τομογραφιών εγκεφάλου.

Στην τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (*Positron emission tomography - PET*), μία αβλαβής δόση από ραδιενεργή γλυκόζη χορηγείται στο αίμα. Η ραδιενεργή γλυκόζη μεταφέρεται σε περιοχές οι οποίες είναι περισσότερο ενεργές και μόλις μεταβολιστεί από τους νευρώνες, εκπέμπει ποζιτρόνια⁷ τα οποία ανιχνεύονται και καταγράφονται από τον υπολογιστή. Οι ενεργές περιοχές εμφανίζονται στον υπολογιστή με πιο έντονο χρώμα από τις περιοχές που είναι λιγότερο ενεργές. Με αυτό τον τρόπο, οι τομογραφίες PET μας ενημερώνουν ποιες περιοχές του εγκεφάλου είναι πιο ενεργές όταν το άτομο εκτελεί κάποια εργασία.

Μία από τις πιο γνωστές μεθόδους εγκεφαλικής απεικόνισης είναι η Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (*Functional Magnetic Resonance Imaging – fMRI*), η

⁶ Οι νευροδιαβιβαστές περιέχονται σε μικροσκοπικά κυστίδια, που βρίσκονται στις νευραξονικές απολήξεις και είναι βιοχημικές ενώσεις που βρίσκονται στο νευρικό μας σύστημα, ειδικευόμενες στη μεταβίβαση πληροφοριών.

⁷ Ποζιτρόνια: Ατομικά σωματίδια που εκπέμπονται από ραδιενεργές ουσίες

οποία επικεντρώνεται στην ποσότητα οξυγόνου που διοχετεύεται στις διάφορες περιοχές. Οι περιοχές που είναι πιο ενεργές, δέχονται περισσότερο οξυγόνο μέσω αυξημένης ροής αίματος προς αυτές. Το fMRI ανιχνεύει αυτές τις περιοχές και τις απεικονίζει με έντονο χρώμα στην εγκεφαλική εικόνα του υπολογιστή. Οι διακυμάνσεις στη ροή του αίματος απεικονίζονται με διαφορετικά χρώματα. Το fMRI χρησιμοποιείται για την μελέτη των λειτουργιών των διαφόρων μερών του εγκεφάλου.

2.3.2 Νευροδιαβιβαστές

Δεκάδες είναι οι βιοχημικές ενώσεις που βρίσκονται στο νευρικό μας σύστημα και λειτουργούν ως νευροδιαβιβαστές. Θα αναφέρουμε επτά από αυτές και θα εξετάσουμε συμπεριφορές και νοητικές διεργασίες, στις οποίες καθένας από αυτούς τους νευροδιαβιβαστές κατέχει σημαντικό ρόλο, καθώς και πώς δηλητήρια και φάρμακα αναδεικνύουν τα αποτελέσματα τους επηρεάζοντας την συναπτική διαδικασία επικοινωνίας για συγκεκριμένους νευροδιαβιβαστές. Επίσης, θα αναφέρουμε διαταραχές και νόσους που προκύπτουν από υπερβολική ή μειωμένη δραστηριότητα νευροδιαβιβαστών. Για την καλύτερη κατανόηση του ρόλου των φαρμάκων θα πρέπει να αναφερθούμε στην διάκριση των αγωνιστών (*agonist*) και ανταγωνιστών (*antagonist*). Οι αγωνιστές είναι φάρμακα ή δηλητήρια που αυξάνουν την δραστηριότητα ενός ή περισσότερων νευροδιαβιβαστών, ενώ οι ανταγωνιστές μειώνουν τη δραστηριότητα τους.

Η **ακετυλοχολίνη** (*acetylcholine - ACh*) είναι ένας νευροδιαβιβαστής που συμμετέχει στη διαδικασία της μάθησης, της μνήμης και της κίνησης των μυών. Όταν βρίσκεται στον εγκέφαλο, επιδρά στην μάθηση και την μνήμη. Οι ασθενείς που πάσχουν από Alzheimer τείνουν να έχουν χαμηλότερα επίπεδα ακετυλοχολίνης. Στις ενώσεις των μυών σε όλο το σώμα μας, η ACh οδηγεί σε μυϊκές συσπάσεις, επιτρέποντας μας να κινήσουμε τα διάφορα μέρη του σώματος. Ο ρόλος της στην κίνηση των μυών δείχνει πώς τα δηλητήρια με αγωνιστικό ή ανταγωνιστικό τρόπο, επηρεάζουν τα κανονικά επίπεδα της δραστηριότητας των νευροδιαβιβαστών. Υπάρχουν διάφορα δηλητήρια που μας παραλύουν, εμποδίζοντας την ACh να ολοκληρώσει την λειτουργία της κίνησης.

Η **ντοπαμίνη** (*dopamine*) είναι ένας νευροδιαβιβαστής που επηρεάζει τη διέγερση μας και τη διάθεση, την σκέψη και την κίνηση, αλλά με διαφορετικό τρόπο από την ACh. Χαμηλά

επίπεδα ντοπαμίνης στα βασικά γάγγλια⁸ (*basal ganglia*), οδηγούν στην εκδήλωση της νόσου Πάρκινσον, η οποία προκαλεί κινητικά προβλήματα, όπως μυϊκούς σπασμούς, δυσκολία κίνησης και ακαμψία. Οι αρχικές προσπάθειες θεραπείας της νόσου έγιναν χορηγώντας ντοπαμίνη απευθείας στο αίμα, όπου όμως δεν είχε αποτέλεσμα γιατί η ντοπαμίνη δεν μπορούσε να περάσει από τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό (*blood-brain barrier*), έναν προστατευτικό μηχανισμό με τον οποίο τα τριχοειδή αγγεία που τροφοδοτούν τον εγκέφαλο, δημιουργούν ένα φράγμα, εμποδίζοντας επικίνδυνες ουσίες να φθάσουν στον εγκέφαλο. Το μειονέκτημα είναι πως εμποδίζονται και μερικές καλές ουσίες, όπως η ντοπαμίνη. Ένα άλλο φάρμακο, όμως, για την νόσο Πάρκινσον, το L-Dopa, μπορεί να περάσει τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό. Το φάρμακο αυτό, περιέχει τις πρόδρομες ουσίες της ντοπαμίνης, επομένως, μόλις φθάσει στον εγκέφαλο μετατρέπεται σε ντοπαμίνη. Το L-Dopa λειτουργεί ως αγωνιστής, αυξάνοντας την παραγωγή της. Ωστόσο, δεν είναι αποτελεσματικό για όλους τους ασθενείς, ενώ καθώς εξελίσσεται η νόσος, γίνεται λιγότερο αποτελεσματικό και για αυτούς που βοηθούσε.

Εκτός αυτού, υπάρχουν παρενέργειες του φαρμάκου L-Dopa που είναι όμοια με τα συμπτώματα της σχιζοφρένειας⁹. Το φαινόμενο αυτό έγκειται στο γεγονός ότι η βασική εξήγηση της σχιζοφρένειας οφείλεται στην υπερβολική δραστηριότητα της ντοπαμίνης, η οποία επηρεάζει την σκέψη. Τα παραδοσιακά αντιψυχωτικά φάρμακα για την σχιζοφρένεια λειτουργούν ανταγωνιστικά εμποδίζοντας τους υποδοχείς της ντοπαμίνης, ούτως ώστε να μην μπορεί να εισέλθει σε αυτούς, μειώνοντας έτσι τη δραστηριότητα τους. Αντίστροφα, μερικές παρενέργειες αυτών των αντιψυχωτικών φαρμάκων είναι όμοιες με τα συμπτώματα στην κίνηση που προέρχονται από τη νόσο Πάρκινσον, επειδή μειώνουν τη δραστηριότητα της ντοπαμίνης στο σύστημα της κίνησης στα βασικά γάγγλια.

Οι επιδράσεις των εθιστικών διεγερτικών (όπως οι αμφεταμίνες και η κοκαΐνη) δείχνουν την εμπλοκή της ντοπαμίνης στη διέγερση και τη διάθεση. Οι αμφεταμίνες λειτουργούν ως αγωνιστές για την δραστηριότητα της ντοπαμίνης, με τη συνεχή τόνωση της έκλυσης ντοπαμίνης από τις νευραξονικές απολήξεις, με αποτέλεσμα την εξάντληση της. Όμοια, η κοκαΐνη δημιουργεί μία αγωνιστική επίδραση αναστέλλοντας την επαναπρόσληψη της

⁸ Τα βασικά γάγγλια είναι μία ομάδα από πυρήνες στον εγκέφαλο που συνδέονται με τον εγκεφαλικό φλοιό, το θάλαμο και το εγκεφαλικό στέλεχος

⁹ Η σχιζοφρένεια είναι μια ψυχωτική διαταραχή στην οποία το άτομο χάνει την επαφή με την πραγματικότητα και πάσχει από έλλειψη αντιληπτικής και γνωστικής επεξεργασίας, όπως ψευδαισθήσεις, εσφαλμένες πεποιθήσεις και έλλειψη προσοχής.

ντοπαμίνης, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση της στο συναπτικό κενό. Με αυτό τον τρόπο, η κοκαΐνη παρατείνει την επίδραση της σε άλλους νευρώνες αναγκάζοντας την ντοπαμίνη να μεταφέρει μηνύματα, επαναλαμβανόμενα σε άλλους νευρώνες, καταναλώνοντας μεγάλη ποσότητα της. Το μειονέκτημα είναι ότι η υψηλή διέγερση που δημιουργείται είναι προσωρινή και ακολουθείται από κατάρρευση από την έλλειψη ντοπαμίνης που ακολουθεί.

Εκτός από την ντοπαμίνη, η κοκαΐνη εμποδίζει την επαναπρόσληψη της **σεροτονίνης** (*serotonin*) και της **νορεπινεφρίνης** (*norepinephrine*), οι οποίες είναι νευροδιαβιβαστές που επηρεάζουν τη διέγερση, τη διάθεση, τον ύπνο και τη διατροφή. Αυτές οι δύο ουσίες έχουν σημαντικό ρόλο σε διαταραχές της διάθεσης, όπως η κατάθλιψη. Τα πιο διαδεδομένα αντικαταθλιπτικά φάρμακα είναι Επιλεκτικοί Αναστολείς επαναπρόσληψης Σεροτονίνης (*Selective Serotonin reuptake inhibitors – SSRI*), τα οποία επιτυγχάνουν την αγωνιστική επίδραση τους εμποδίζοντας μερικώς την επαναπρόσληψη της σεροτονίνης, ούτως ώστε να μην οδηγήσουν σε εξάντληση της.

Το **γ-αμινοβουτυρικό οξύ** (*Gamma-aminobutyric acid – GABA*) είναι ο κύριος ανασταλτικός νευροδιαβιβαστής του νευρικού μας συστήματος, έχοντας το ρόλο να συγκρατεί τον εγκέφαλο από υπερβολική διέγερση και άγχος. Τα αγχολυτικά φάρμακα έχουν αγωνιστική δράση για το GABA, αυξάνοντας την δραστηριότητα του, με αποτέλεσμα τη μείωση του άγχους. Αντίθετα, η έλλειψη της δραστηριότητας του μπορεί να συμβάλλει στην επιληψία, μια διαταραχή του εγκεφάλου που οδηγεί σε ανεξέλεγκτη κίνηση και σπασμούς.

Το **γλουταμινικό** (*Glutamate*) είναι ο κύριος διεγερτικός νευροδιαβιβαστής του νευρικού συστήματος. Συμμετέχει στην αποθηκευτική ικανότητα της μνήμης και στην αντίληψη του πόνου. Η υπερβολική, όμως, δραστηριότητα του γλουταμινικού μπορεί να είναι επικίνδυνη και να οδηγήσει στην καταστροφή των νευρώνων. Το εγκεφαλικό επεισόδιο οδηγεί σε υπερδιέγερση των συνάψεων γλουταμινικού και την επακόλουθη απώλεια των νευρώνων, οι οποίοι κυριολεκτικά διεγείρονται σε τέτοιο βαθμό, όπου οδηγούνται στην καταστροφή τους. Αντίστροφα, η ελλιπής δραστηριότητα του γλουταμινικού μπορεί επίσης να δημιουργήσει προβλήματα, που μπορεί να φθάσουν ακόμα και σε κώμα.

Τέλος, οι **ενδορφίνες** (*endorphins*) είναι μία ομάδα νευροδιαβιβαστών που συμμετέχουν στην ανακούφιση του πόνου και στο αίσθημα της ευχαρίστησης. Ουσιαστικά, αποτελούν τα παυσίπονα του νευρικού συστήματος. Όταν απελευθερώνονται οι ενδορφίνες, νιώθουμε

λιγότερο πόνο και βιώνουμε μία αίσθηση ευφορίας. Η μορφίνη και η ηρωίνη είναι αναλγητικά φάρμακα, τα οποία επιτυγχάνουν την αγωνιστική επίδραση τους, καθώς συνδέονται με τους υποδοχείς ενδορφίνης, αυξάνοντας έτσι τη δραστηριότητα τους.

2.3.3 Το Νευρικό και το Ενδοκρινικό Σύστημα

Το Νευρικό σύστημα διαιρείται σε δύο βασικά τμήματα, το **Κεντρικό Νευρικό Σύστημα** (*Central Nervous System – CNS*), το οποίο αποτελείται από τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό και το **Περιφερικό Νευρικό Σύστημα** (*Peripheral Nervous System – PNS*), το υπόλοιπο του νευρικού συστήματος σε όλο το σώμα, που συνδέει το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα με τους αισθητήριους υποδοχείς, τους μύες και τους αδένες.

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες νευρώνων στο νευρικό σύστημα. Οι **ενδονευρώνες** (*Interneurons*) βρίσκονται μόνο στο CNS και ενσωματώνουν τις πληροφορίες μέσα σε αυτό, επικοινωνώντας μεταξύ τους. Επίσης, παρεμβαίνουν στο νωτιαίο μυελό μεταξύ αισθητικών και κινητικών νευρώνων που βρίσκονται μόνο στο PNS. Οι **αισθητικοί νευρώνες** (*Sensory neurons*) μεταφέρουν πληροφορίες στο CNS από αισθητήριους υποδοχείς, μύες και αδένες. Οι **κινητικοί νευρώνες** (*motor neurons*) μεταφέρουν εντολές κίνησης από το CNS στο υπόλοιπο σώμα. Οι δέσμες των αισθητηριακών νευρώνων ονομάζονται αισθητήρια νεύρα. Τα περισσότερα συνδέονται στο CNS μέσω του νωτιαίου μυελού, ενώ άλλα που βρίσκονται στην περιοχή του κεφαλιού, συνδέονται στον εγκέφαλο από τις τρύπες του κρανίου. Αντίστοιχα, δέσμες των κινητικών νευρώνων ονομάζονται κινητικά νεύρα.

Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

Τα δύο μέρη που αποτελούν το CNS, ο νωτιαίος μυελός και ο εγκέφαλος, είναι προστατευμένα από τη σπονδυλική στήλη και από το κρανίο, αντίστοιχα, για προστασία. Επιπλέον, περιβάλλονται από το εγκεφαλονωτιαίο υγρό για την απορρόφηση των κραδασμών.

Ο νωτιαίος μυελός εκτείνεται από τον εγκέφαλο μέσα στη σπονδυλική στήλη και έχει δύο βασικές λειτουργίες. Πρώτον, αποτελεί τον αγωγό για τις εισερχόμενες αισθητηριακές

πληροφορίες και τις εξερχόμενες κινητήριες εντολές στους μύες του σώματος. Για αυτό το λόγο, ο τραυματισμός του νωτιαίου μυελού μπορεί να οδηγήσει σε παράλυση και δυσκολία στην αναπνοή. Δεύτερον, είναι υπεύθυνος για τα νωτιαία αντανακλαστικά. Τα νωτιαία αντανακλαστικά είναι απλές αυτόματες ενέργειες, οι οποίες δεν χρειάζονται την εμπλοκή του εγκεφάλου. Οι κυριότεροι νευρώνες που συμμετέχουν στα νωτιαία αντανακλαστικά είναι οι αισθητικοί και οι κινητήριοι νευρώνες, καθώς και οι ενδονευρώνες, σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αισθητικοί νευρώνες συνδέονται με τους ενδονευρώνες στο νωτιαίο μυελό, όπου με τη σειρά τους συνδέονται με τους κινητήριους. Οι αισθητηριακές πληροφορίες στέλνονται και στον εγκέφαλο μέσω των ενδονευρώνων, συνήθως όμως χωρίς την τελική εμπλοκή του.

Το Περιφερικό Νευρικό Σύστημα

Το Περιφερικό Νευρικό Σύστημα συλλέγει πληροφορίες για το εξωτερικό περιβάλλον και το εσωτερικό περιβάλλον του σώματος μέσω των αισθητικών νευρώνων και λειτουργεί ως αγωγός για τις εντολές του εγκεφάλου στο υπόλοιπο σώμα μέσω των κινητήριων νευρώνων. Για να εκτελέσει αυτά τα καθήκοντα, έχει δύο σημαντικά τμήματα τα οποία εργάζονται συντονισμένα μεταξύ τους, το σωματικό (*somatic*) και το αυτόνομο (*autonomic*) νευρικό σύστημα.

Το σωματικό νευρικό σύστημα μεταφέρει αισθητηριακές πληροφορίες από τους υποδοχείς στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα και μεταβιβάζει εντολές από αυτό στους σκελετικούς μύες για τον έλεγχο της κίνησης τους. Οι σκελετικοί μύες είναι αυτοί που συνδέονται με τα κόκκαλα, όπως είναι αυτοί των χεριών και των ποδιών. Ο κυριότερος νευροδιαβιβαστής για αυτούς τους μύες είναι η ακετυλοχολίνη. Το αυτόνομο νευρικό σύστημα, με τη σειρά του, ρυθμίζει τη λειτουργία του εσωτερικού περιβάλλοντος μας (αδένες και όργανα, όπως το στομάχι, οι πνεύμονες και η καρδιά), ούτως ώστε να διατηρεί τη σωστή λειτουργία του.

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα έχει δύο μέρη, το συμπαθητικό (*sympathetic*) και το παρασυμπαθητικό (*parasympathetic*) νευρικό σύστημα. Τα δύο αυτά συστήματα κανονικά λειτουργούν συμπληρωματικά για να διατηρούν μια σταθερή κατάσταση στο εσωτερικό μας. Το συμπαθητικό σύστημα έχει τον έλεγχο όταν είμαστε σε διέγερση και προετοιμάζεται για αμυντική δράση, ενώ το παρασυμπαθητικό σύστημα εμπλέκεται όταν τελειώνει η κατάσταση της διέγερσης για να επαναφέρει το σώμα στην κανονική του λειτουργία. Σε γενικές γραμμές,

το συμπαθητικό σύστημα καταναλώνει ενέργεια και το παρασυμπαθητικό την συντηρεί, ενώ και τα δύο συστήματα συνδέονται με τους ίδιους αδένες και όργανα, έχοντας όμως αντίθετες επιδράσεις.

Το Ενδοκρινικό Σύστημα

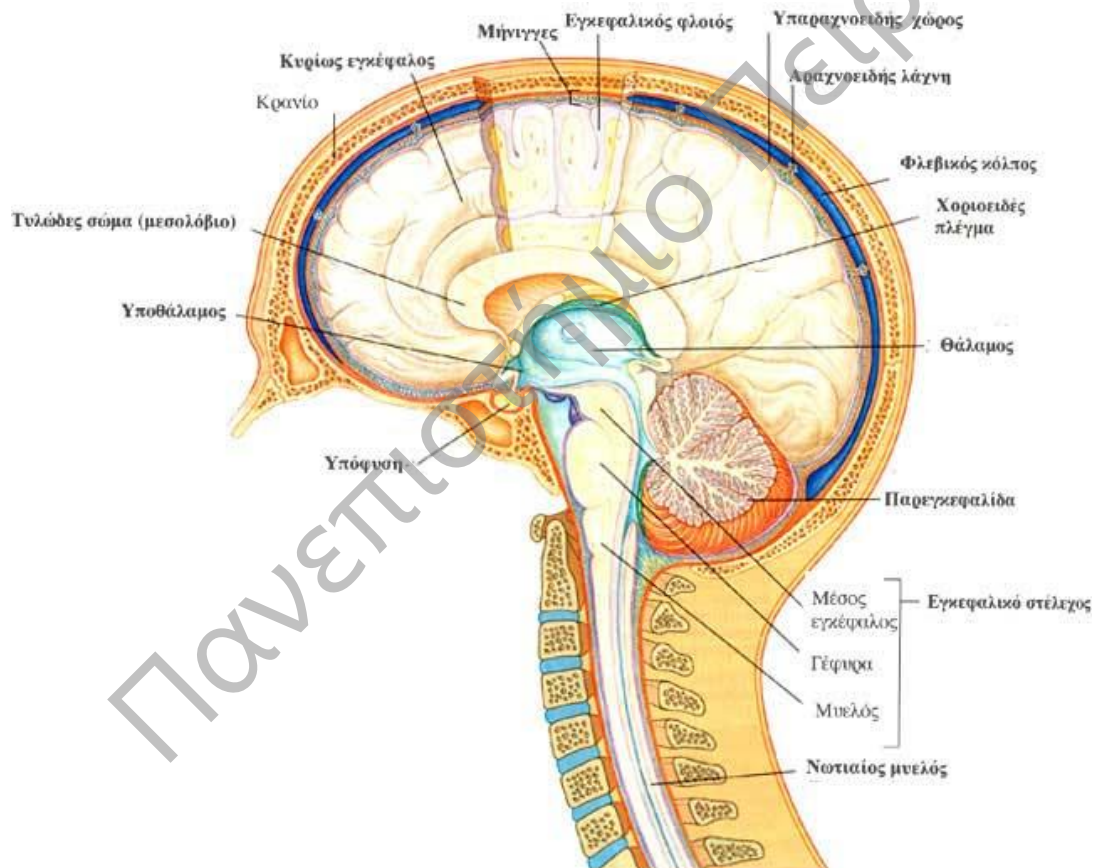
Το **Ενδοκρινικό Σύστημα** (*Endocrine System*), το οποίο είναι επίσης σημαντικό επικοινωνιακό σύστημα, δεν είναι μέρος του νευρικού συστήματος, αλλά συνδέεται με αυτό για να διατηρούν την ομαλή εσωτερική λειτουργία. Το ενδοκρινικό σύστημα συνεργάζεται με το αυτόνομο στην αντιμετώπιση του άγχους και έχει σημαντικό ρόλο σε βασικές συμπεριφορές, όπως η αναπαραγωγή, η διατροφή και σε λειτουργίες του σώματος, όπως ο μεταβολισμός και η ανάπτυξη.

Επικοινωνεί μέσω ουσιών στην κυκλοφορία του αίματος. Οι ενδοκρινικοί αδένες εκκρίνουν χημικές ουσίες μέσα στο σώμα που περνούν στη συνέχεια στο αίμα, οι εξωκρινείς αδένες (όπως οι αδένες για τον ιδρώτα και τα δάκρυα) εκκρίνουν ουσίες εκτός του σώματος. Οι ουσίες που εκκρίνονται από τους ενδοκρινείς αδένες είναι ορμόνες. Οι ορμόνες είναι χημικοί διαβιβαστές που μεταφέρονται με το αίμα για να φθάσουν στα κατάλληλα σημεία του σώματος. Κάποιες ορμόνες είναι χημικά όμοιες με νευροδιαβιβαστές, αλλά οι νευροδιαβιβαστές απελευθερώνονται στους στόχους τους, ενώ οι ορμόνες χρειάζεται να ταξιδεύουν μέσω του αίματος για να φθάσουν στο σημείο που πρέπει.

Το ενδοκρινικό σύστημα ελέγχεται από ένα σημείο του εγκεφάλου που ονομάζεται **υποθάλαμος** (*hypothalamus*). Ο υποθάλαμος ελέγχει τον σημαντικότερο αδένα στο ενδοκρινικό σύστημα, την **υπόφυση** (*pituitary gland*), που εκκρίνει ορμόνες για την ανάπτυξη, καθώς και ορμόνες που κατευθύνονται σε άλλους ενδοκρινικούς αδένες που με τη σειρά τους εκκρίνουν άλλες ορμόνες. Έτσι, ο υποθάλαμος, μέσω του ελέγχου που έχει στην υπόφυση, μπορεί να ρυθμίζει το ενδοκρινικό σύστημα.

2.3.4 Ο εγκέφαλος

Ο εγκέφαλος εκτείνεται από το εγκεφαλικό στέλεχος (*brain stem*), που συνδέει τον εγκέφαλο με το νωτιαίο μυελό, μέχρι πάνω στον εγκεφαλικό φλοιό (*cerebral cortex*). Όσο ανεβαίνουμε από το εγκεφαλικό στέλεχος, οι λειτουργίες του εγκεφάλου γίνονται όλο και πιο περίπλοκες. Για την ακρίβεια, η κορυφή του εγκεφάλου μας, ο εγκεφαλικός φλοιός, είναι το σημείο που διαφοροποιεί τον εγκέφαλο μας από τα υπόλοιπα ζώα. Ο εγκεφαλικός φλοιός δίνει τη δυνατότητα για περίπλοκες λειτουργίες, όπως η λήψη αποφάσεων, η γλώσσα και η αντίληψη. Παρόλα αυτά, όλες οι δομές του εγκεφάλου είναι απαραίτητες για την φυσιολογική συμπεριφορά και τη νοητική επεξεργασία.



Εικόνα 2.2 Η δομή του εγκεφάλου

Ο Κεντρικός Πυρήνας (*Central core*)

Ο Κεντρικός Πυρήνας εκτείνεται από το νωτιαίο μυελό έως τον θάλαμο. Η πρώτη δομή του εγκεφαλικού στελέχους είναι ο **Μυελός** (*Medulla*), που συνδέει το νωτιαίο μυελό με τον εγκέφαλο. Η λειτουργία του είναι να ρυθμίζει τις βασικές λειτουργίες του σώματος όπως τον καρδιακό παλμό, την αναπνοή, την αρτηριακή πίεση και την κατάποση. Ακριβώς πάνω από το Μυελό, στο σημείο που το εγκεφαλικό στέλεχος σχηματίζει ένα εξόγκωμα, βρίσκεται η **Γέφυρα** (*Pons*). Σε συνεργασία με τον μυελό, η γέφυρα λειτουργεί ως δίοδος για τα νευρικά σήματα από και προς υψηλότερες περιοχές του εγκεφάλου, καθώς και της **Παραγκεφαλίδας** (*Cerebellum*) και του υπόλοιπου εγκεφάλου και συμμετέχει στη διαδικασία του ύπνου και των ονείρων.

Ο **δικτυακός σχηματισμός** (*Reticular formation*) είναι ένα σύνολο νευρώνων από το κέντρο του εγκεφαλικού στελέχους μέσα στο θάλαμο που συμμετέχει στην ρύθμιση των διαφόρων επιπέδων διέγερσης και συνείδησης. Η λειτουργία αυτή αποδείχθηκε από τους Moruzzi και Magoun (1949) σε μελέτη που διεξήχθη σε γάτες. Όταν δεχόταν ερέθισμα ο δικτυακός σχηματισμός σε γάτες που κοιμούνταν, οι γάτες ξύπναγαν και εισέρχονταν σε μία κατάσταση υψηλής επαγρύπνησης. Όταν διαχώρισαν τη σύνδεση του δικτυακού σχηματισμού με τις δομές που βρίσκονται υψηλότερα στον εγκέφαλο, τότε οι γάτες εισέρχονταν σε κώμα από το οποίο δεν μπορούσαν να ξυπνήσουν. Ο δικτυακός σχηματισμός έχει επίσης σημαντικό ρόλο στην προσοχή, αποφασίζοντας ποιες εισερχόμενες αισθητικές πληροφορίες θα εισέλθουν στη συνειδητή επίγνωση μας.

Η **παραγκεφαλίδα** (*cerebellum*) συμμετέχει στον συντονισμό των κινήσεων, την αίσθηση ισορροπίας και στην κινητική μάθηση. Η λέξη *cerebellum* σημαίνει «μικρός εγκέφαλος» στα λατινικά, καθώς μοιάζει με δύο μικρά ημισφαίρια που βρίσκονται πίσω από το εγκεφαλικό στέλεχος. Η παραγκεφαλίδα συντονίζει όλες τις κινήσεις, όπως το περπάτημα, το τρέξιμο και τον χορό. Μία βλάβη σε αυτό το σημείο μπορεί να προκαλέσει ασταθή και ανισόρροπη κίνηση.

Ο **θάλαμος** (*Thalamus*) βρίσκεται στην κορυφή του εγκεφαλικού στελέχους και λειτουργεί ως σταθμός αναμετάδοσης των εισερχομένων αισθητικών πληροφοριών. Ως τέτοιος, στέλνει τα διάφορα είδη αισθητικών πληροφοριών (οπτικά, ακουστικά, γεύσης ή αφής) στα κατάλληλα σημεία του εγκεφαλικού φλοιού. Το μόνο είδος αισθητικής πληροφορίας που δεν

αναμεταδίδεται από τον θάλαμο, είναι αυτό της όσφρησης, το οποίο κατευθύνεται απευθείας από τους υποδοχείς της μύτης στον φλοιό. Τα **βασικά γάγγλια** (*basal ganglia*) συνδέονται με τον θάλαμο και ασχολούνται κατά κύριο λόγο με την έναρξη και εκτέλεση των κινήσεων. Είναι ουσιαστικά μία ομάδα νευρώνων που αλληλοεπιδρούν με άλλες περιοχές του εγκεφάλου.

Το Μεταιχμιακό Σύστημα (*Limbic system*)

Το άνω μέρος του εγκεφαλικού στελέχους περιβάλλεται από το Μεταιχμιακό Σύστημα, το οποίο αποτελείται από τον **Υποθάλαμο** (*Hypothalamus*), τον **Ιππόκαμπο** (*Hippocampus*) και την **Αμυγδαλή** (*Amygdala*), τα οποία έχουν πολύ σημαντικό ρόλο στην επιβίωση, την μνήμη και τα συναισθήματα.

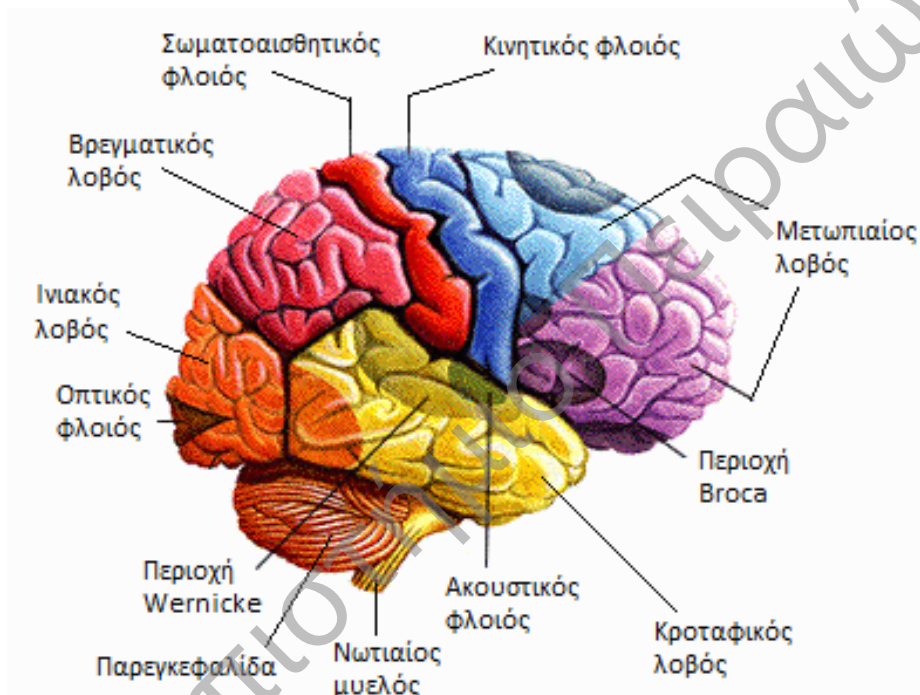
Ο **Υποθάλαμος** είναι μια πολύ μικρή δομή, η οποία βρίσκεται κάτω από τον θάλαμο και ελέγχει την Υπόφυση (*Pituitary gland*), κατευθύνοντας έτσι την δραστηριότητα στο ενδοκρινικό σύστημα, καθώς και το αυτόνομο νευρικό σύστημα για να συντηρεί το εσωτερικό περιβάλλον του σώματος. Ρυθμίζει, επίσης, βασικές ορμές όπως η κατανάλωση τροφής, ποτού και την αναπαραγωγή. Επομένως, καθορίζει σε ένα μεγάλο βαθμό την συμπεριφορά μας, αλλά και την επιβίωση μας.

Ο **Ιππόκαμπος** συμμετέχει στη διαδικασία διαμόρφωσης αναμνήσεων και έχει τη δυνατότητα να παράγει νέους νευρώνες, μια διαδικασία που ονομάζεται νευρογένεση. Η **Αμυγδαλή**, η οποία βρίσκεται ακριβώς μπροστά από τον Ιππόκαμπο, χωρίζεται σε δύο δομές, την αριστερή και την δεξιά. Ο ρόλος της είναι να ρυθμίζει τις συναισθηματικές εμπειρίες, όπως ο φόβος, ο θυμός και η επιθετικότητα. Είναι επίσης υπεύθυνη να παράγει γρήγορες συναισθηματικές αντιδράσεις, άμεσα, χωρίς την συμμετοχή του φλοιού.

Επεξεργασία στον Εγκεφαλικό Φλοιό

Η πιο σημαντική δομή για τον εγκέφαλο είναι ο **εγκεφαλικός φλοιός** (*Cerebral cortex*), το κέντρο ελέγχου και επεξεργασίας πληροφοριών στο νευρικό σύστημα. Σε αυτό το τμήμα συμβαίνουν όλες οι γνωστικές διεργασίες υψηλού επιπέδου, όπως η αντίληψη, η γλώσσα, η

μνήμη και η λήψη αποφάσεων. Ο εγκεφαλικός φλοιός τυλίγει όλες τις δομές του εγκεφάλου, εκτός από αυτές που βρίσκονται στο κατώτερο μέρος του εγκεφαλικού στελέχους και της παραγκεφαλίδα. Κατέχει με διαφορά το μεγαλύτερο μέρος του εγκεφάλου, σχεδόν το 80% του όγκου του. Ο εγκεφαλικός φλοιός αποτελείται από στρώματα συνδεδεμένων κυττάρων που δημιουργούν τον φλοιό που καλύπτει τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου, τα εγκεφαλικά ημισφαίρια. Τα δύο αυτά ημισφαίρια, χωρίζονται στην κορυφή από ένα κενό, αλλά συνδέονται χαμηλά στη μέση από το **Μεσολόβιο** (*Corpus callosum*), μία γέφυρα νευρώνων που επιτρέπουν την επικοινωνία των δύο ημισφαιρίων.



Εικόνα 2.3 Οι λοβοί του εγκεφάλου

Η γεωγραφία του εγκεφαλικού φλοιού χωρίζεται σε τέσσερις λοβούς, όπου στα διάφορα αυτά σημεία συμβαίνουν οι διάφορες διεργασίες. Δύο συγκεκριμένες σχισμές λειτουργούν ως φυσικά όρια για τους τρεις λοβούς. Η **κεντρική σχισμή** (*central fissure*), γνωστή και ως σχισμή του Rolando, η οποία διαπερνά το κέντρο των δύο ημισφαιρίων και η **πλάγια σχισμή** (*lateral fissure*), η οποία διατρέχει κατά μήκος της πλευράς του κάθε ημισφαιρίου. Ο **Μετωπιαίος λοβός** (*frontal lobe*) βρίσκεται στην περιοχή μπροστά από την κεντρική σχισμή και πάνω από την πλάγια σχισμή και ο **Βρεγματικός λοβός** (*parietal lobe*) είναι η περιοχή πίσω από την κεντρική σχισμή και πάνω από την πλάγια. Ο **Κροταφικός λοβός** (*temporal lobe*) βρίσκεται κάτω από την πλάγια σχισμή, ενώ ο **Ινιακός λοβός** (*occipital lobe*) βρίσκεται

πίσω και κάτω μέρος του κάθε ημισφαιρίου. Σε κάθε λοβό του εγκεφάλου συμβαίνουν σημαντικές διεργασίες του εγκεφάλου.

Ο **Κινητικός φλοιός** (*motor cortex*) είναι μια λωρίδα φλοιού του Μετωπιαίου που βρίσκεται ακριβώς μπροστά από την κεντρική σχισμή σε κάθε ημισφαίριο και επιτρέπει να κινούμε τα διάφορα σημεία του σώματος. Η κάθε λωρίδα συνδέεται με το σώμα με ετερόπλευρο έλεγχο, δηλαδή κάθε ημισφαίριο ελέγχει την κίνηση της αντίθετης πλευράς του σώματος. Ο χώρος που κατανέμεται στον κινητικό φλοιό για κάθε μέρος του σώματος εξαρτάται από την πολυπλοκότητα και την ακρίβεια της κίνησης που εκτελεί και όχι από το μέγεθος.

Ο **Σωματοαισθητικός φλοιός** (*somatosensory cortex*) είναι μια λωρίδα φλοιού του Βρεγματικού λοβού ακριβώς πίσω από την κεντρική σχισμή του κάθε ημισφαιρίου και είναι το σημείο όπου επεξεργάζονται οι αισθήσεις του σώματος όσον αφορά την πίεση, τη θερμοκρασία, την θέση των άκρων και τον πόνο. Λαμβάνοντας πληροφορίες για την θερμοκρασία και τον πόνο και πληροφορίες για τους μύες και τις αρθρώσεις, επιτρέπει στον οργανισμό να παρακολουθεί τις θέσεις των διαφόρων μερών του σώματος. Όπως συμβαίνει με τον κινητικό φλοιό, έτσι και εδώ, οι σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ του σωματοαισθητικού φλοιού και των μερών του σώματος είναι ετερόπλευρες, καθώς επίσης και ο χώρος που κατανέμεται στον φλοιό εξαρτάται από ευαισθησία του μέρους.

Υπάρχουν επιπλέον δύο σημαντικές περιοχές που επεξεργάζονται αισθητικές πληροφορίες, ο **οπτικός** (*visual*) και ο **ακουστικός** (*auditory*) φλοιός και είναι υπεύθυνοι για δύο σημαντικές μας αισθήσεις, την όραση και την ακοή. Ο οπτικός φλοιός βρίσκεται στον Ινιακό λοβό, στο πίσω μέρος του εγκεφάλου και ο ακουστικός, βρίσκεται στον Κροταφικό λοβό. Αυτές οι δύο περιοχές είναι για την πρωτοβάθμια επεξεργασία των οπτικών και ακουστικών πληροφοριών, όπου στη συνέχεια μεταβιβάζουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης τους σε περιοχές άλλων λοβών ούτως ώστε να ολοκληρωθεί η εγκεφαλική ερμηνεία της εισερχόμενης πληροφορίας. Οι δευτεροβάθμιες περιοχές επεξεργασίας ονομάζονται συνειρμικός φλοιός.

Περίπου το 70% του φλοιού αναφέρεται ως ο **συνειρμικός φλοιός** (*association cortex*), δηλαδή όλες οι περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού, εκτός από τις περιοχές που είναι υπεύθυνες για την κινητική και αισθητική επεξεργασία. Στον συνειρμικό φλοιό συμβαίνουν υψηλού

επιπέδου διεργασίες, όπως η λήψη αποφάσεων, η συλλογιστική, η αντίληψη, η ομιλία και η γλώσσα.

Υπεύθυνη για την παραγωγή ορθού λόγου είναι η **περιοχή Broca**, η οποία βρίσκεται στο αριστερό ημισφαίριο του Μετωπιαίου λοβού. Η περιοχή αυτή ονομάστηκε από τον ερευνητή, Paul Broca, Γάλλο εγκεφαλικό ερευνητή, ο οποίος εξέταζε τους εγκεφάλους ασθενών που δεν είχαν την ικανότητα να μιλάνε ορθά και είχαν πεθάνει. Βλάβη σε αυτή την περιοχή προκαλεί την αφασία τύπου Broca, δηλαδή στην ανικανότητα του ατόμου να παράξει ορθό λόγο, ενώ διατηρεί την ικανότητα να καταλάβει την ομιλία καθώς και να διαβάζει. Η περιοχή αυτή βρίσκεται στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου, δίνοντας έτσι την αίσθηση ότι το αριστερό ημισφαίριο ειδικεύεται στην παραγωγή του λόγου.

Όπως αναφέραμε, οι άνθρωποι που έχουν βλάβη στην περιοχή Broca δεν αντιμετωπίζουν δυσκολία να κατανοήσουν την ομιλία ή να διαβάσουν, που σημαίνει ότι αυτές οι ικανότητες εμπλέκουν και άλλες περιοχές. Μία από αυτές, βρίσκεται στον αριστερό κροταφικό λοβό και ονομάζεται **περιοχή Wernicke**, από τον Γερμανό ερευνητή Karl Wernicke. Η περιοχή αυτή είναι υπεύθυνη για την αντίληψη του λόγου και της ανάγνωσης. Αντίστοιχα, βλάβη σε αυτή την περιοχή προκαλεί αφασία τύπου Wernicke, δηλαδή ασυνάρτητη ομιλία και ανικανότητα κατανόησης της ομιλίας των άλλων καθώς και ανάγνωσης. Η περιοχή αυτή λειτουργεί ουσιαστικά ως το κέντρο κατανόησης της εισερχόμενης ομιλίας και κειμένου.

Οι δύο συγκεκριμένες περιοχές βρίσκονται στο αριστερό ημισφαίριο της πλειοψηφίας των ανθρώπων ανεξάρτητα από το εάν είναι αριστερόχειρες ή δεξιόχειρες. Τα κέντρα λόγου και ανάγνωσης βρίσκονται στο αριστερό ημισφαίριο στο 95% των δεξιόχειρων και στο 70% των αριστερόχειρών ατόμων (Springer & Deutsch, 1998).

2.3.5 Νευρολογία και Οικονομική θεωρία

Πολλοί οικονομολόγοι στις αρχές του 20^{ου} αιώνα είχαν αμφιβολίες ότι οι οικονομικές αποφάσεις των ανθρώπων ήταν ορθολογικές. Επιπλέον, υπήρχε η αντίληψη ότι όλοι αυτοί οι ασταθείς και ανορθολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά και τις επιλογές, όπως αντανακλαστικές ενέργειες, ένστικτα και συνήθειες, δεν είναι δυνατόν να μετρηθούν απευθείας. Ο σκεπτικισμός αυτός ανέπτυξε μία διαφορετική πρακτική, υποθέτοντας πως οι ανεκδήλωτες επιθυμίες αποκαλύπτονται από τις επιλογές που πραγματοποιούμε.

Η εξέλιξη της επιστήμης και η νευρολογία επέτρεψαν την απευθείας μέτρηση των συναισθημάτων και των σκέψεων. Οι κρίσεις και οι επιλογές στα χρηματοοικονομικά, αλλά και στην καθημερινότητα, δεν είναι πάντα ορθολογικές, όμως τα στοιχεία που μπορούμε πλέον να συλλέξουμε από τον εγκέφαλο δίνουν τη δυνατότητα να αναπτυχθούν νέες και καλύτερες θεωρίες. Ίσως, η μεγαλύτερη πρόοδος που μπορεί να επιφέρει η νευρολογία στα οικονομικά, είναι η μελέτη της λήψης αποφάσεων που εμπεριέχουν ρίσκο.

Η νευρολογία μπορεί να βοηθήσει τα οικονομικά σε συγκεκριμένους τομείς. Αρχικά, οι μετρήσεις και οι έρευνες της νευρολογίας έχουν ένα συγκριτικό πλεονέκτημα όταν οι άλλες πηγές δεδομένων είναι αναξιόπιστες ή μεροληπτικές, όπως τα ερωτηματολόγια και οι αυτοαξιολογήσεις. Το γεγονός ότι τα δεδομένα αντλούνται απευθείας από τον εγκέφαλο και όχι από το άτομο, δίνουν τη δυνατότητα να παραχθούν πιο αξιόπιστοι δείκτες κάποιων μεταβλητών και είναι σημαντικές για τα οικονομικά, όπως η εμπιστοσύνη των καταναλωτών.

Κατά δεύτερον, βασικές νευροοικονομικές έρευνες θα μπορούν να συνδέσουν υποθέσεις που αφορούν συγκεκριμένους μηχανισμούς του εγκεφάλου με ανεκδήλωτες μεταβλητές, όπως την ωφελιμότητα, τις πεποιθήσεις, και με παρατηρήσιμες συμπεριφορές, όπως οι επιλογές.

Τρίτον, η νευρολογία έχει αποκαλύψει ότι οι οικονομικές επιλογές οι οποίες λογίζονται στην θεωρία ως διαφορετικές, στην πραγματικότητα χρησιμοποιούν παρόμοια κυκλώματα του εγκεφάλου. Για παράδειγμα, η μελέτη των Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom, Leigh και Cohen (2003) για το *Ultimatum Game*¹⁰ έχουν δείξει πως ο νησιωτικός φλοιός¹¹ (*insular cortex*) είναι ενεργός όταν οι παίχτες λαμβάνουν χαμηλές προσφορές, όταν επιλέγουν διαφορετικά ρίσκα ή χρήματα, όταν βλέπουν πρόσωπα με τα οποία έχουν συνεργαστεί και όταν δεν έχουν καλή στρατηγική σκέψη. Τα δεδομένα αυτά υποδεικνύουν μία πιθανή σύνδεση μεταξύ αυτών των επιλογών και τρόπου παιχνιδιών όπου δεν θα είχε γίνει αντιληπτή με την υπάρχουσα θεωρία.

¹⁰ Το Ultimatum Game είναι ένα παιχνίδι όπου δύο παίχτες αλληλοεπιδρούν για να αποφασίσουν πως θα μοιράσουν ένα ποσό χρημάτων που τους δίνεται. Ο πρώτος παίχτης προτείνει πως θα μοιράσουν το ποσό αυτό και ο δεύτερος αποφασίζει αν θα δεχτεί ή όχι την προσφορά. Εάν, ο δεύτερος παίχτης δεχτεί την προσφορά τότε το ποσό μοιράζεται σύμφωνα με αυτήν, ενώ εάν την απορρίψει τότε κανείς παίχτης δεν λαβαίνει χρήματα.

¹¹ Ο νησιωτικός φλοιός (*insular cortex*) είναι τμήμα του φλοιού του εγκεφάλου και βρίσκεται βαθιά μέσα στην πλάγια σχισμή, μεταξύ του κροταφικού και μετωπιαίου λοβού.

Η συμβολή της νευρολογίας στα οικονομικά βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Μελέτες και μοντέλα που προέρχονται από την νευροεπιστήμη έχουν ήδη διατυπωθεί και μπορούν να επιφέρουν επαναστατικές πληροφορίες στον τομέα των οικονομικών. Ωστόσο, όπως κάθε τι νέο, αντιμετωπίζεται με σκεπτικισμό από τους οικονομολόγους, εκφράζοντας επιφυλάξεις για την δυνατότητα που μπορεί να έχει η μελέτη του εγκεφάλου να δώσει απτά αποτελέσματα και να χρησιμεύσει στην περαιτέρω εξέλιξη της οικονομικής επιστήμης.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο αποτελείται από μία επισκόπηση ερευνητικών μελετών οι οποίες σχετίζονται με τη Νευροχρηματοοικονομική. Η πλειοψηφία των άρθρων εξετάζουν τον εγκέφαλο συμμετεχόντων σε έρευνες, κυρίως μέσω Λειτουργικής Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού, σε διάφορες εργασίες που καλούνται να πραγματοποιήσουν. Μελετώντας στη συνέχεια τα στοιχεία που συνέλλεξαν, παρατηρούν ποιες περιοχές του εγκεφάλου ενεργοποιούνται και σε ποιες συνθήκες, προσπαθώντας έτσι να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας του εγκεφάλου.

Στην προσπάθεια αυτή να συλλέξουμε δεδομένα για τη Νευροχρηματοοικονομική, έχουμε προσθέσει 2 άρθρα που χρησιμοποιούν τις ίδιες μεθόδους με τα υπόλοιπα, μελετώντας ωστόσο τη συσχέτιση γονιδίων και λήψης οικονομικών αποφάσεων για μία πιο ολοκληρωμένη παρουσίαση των μέσων που επηρεάζουν την λήψη αποφάσεων από βιολογικής πλευράς.

3.2 Symmonds M., Bossaerts P., Dolan R. (2010). A behavioural and neural evaluation of prospective decision-making under risk. The Journal of Neuroscience, 30 (43), p.14380-14389

Οι γράφοντες αναφέρουν πως για να ληφθεί μία βέλτιστη επιλογή όταν αντιμετωπίζουμε μία σειρά αποφάσεων, προϋποθέτει από το άτομο να κρίνει και τα μελλοντικά αποτελέσματα και τις μελλοντικές πράξεις του. Παρόλο που τα μοντέλα οικονομικής λήψης αποφάσεων λαμβάνουν υπόψη και τον κίνδυνο και την ανταμοιβή όταν πρόκειται για μία επιλογή, ωστόσο υπάρχει έλλειψη αντίστοιχης γνώσης για τις διαδοχικές επιλογές.

Χρησιμοποιώντας τη Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (*Functional Magnetic Resonance Imaging – fMRI*) θέλησαν να μελετήσουν τους συμμετέχοντες της έρευνας σε μία μελέτη διαδοχικών επιλογών και να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα για να συγκρίνουν διαφορετικά μοντέλα επιλογής που αφορούν την αποτίμηση και τις στρατηγικές επιλογές.

Στην έρευνα τους έλαβαν μέρος 17 άτομα (7 άνδρες, ηλικίες 22-36 ετών). Οι συμμετέχοντες καλούνταν να παίξουν διαδοχικά στοίχημα τα οποία ήταν χωρισμένα σε ομάδες των 5. Σε κάθε ομάδα στοιχημάτων, οι συμμετέχοντες έπρεπε να κάνουν 5 διαδοχικές επιλογές ανάμεσα σε μία σίγουρη επιλογή και σε μία με ρίσκο. Σε κάθε στοίχημα εμφανιζόταν στην οθόνη του ατόμου 4 επιλογές με αριθμούς από 0,1,2,3,4 τα οποία αντιπροσώπευαν το χρηματικό ποσό και είχαν την ίδια πιθανότητα να εμφανιστούν. Ο συμμετέχων είτε επέλεγε να στοιχηματίσει ή να κερδίσει σίγουρα \$2. Παράλληλα, όλα τα στοίχημα ήταν έτσι σχεδιασμένα ώστε να έχουν την ίδια αναμενόμενη τιμή \$2, αλλά με διαφορετική διακύμανση.

Κατά τη διάρκεια της επιλογής τους, οι συμμετέχοντες δεν λάμβαναν κάποια πληροφορία σχετικά με τα αποτελέσματα. Μέσω αυτού του περιορισμού, αποτρεπόταν η περίπτωση όπου οι μετέχοντες προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους σε νέες πληροφορίες, επιτρέποντας στους ερευνητές να διακρίνουν εάν τα άτομα τηρούν μία προδιαγεγραμμένη στρατηγική, ανεξάρτητα από την σειρά που παρουσιάζονται οι επιλογές, ή εάν επανεκτιμούν συνεχώς την κατάσταση και λαμβάνουν ταυτόχρονα υπόψη ένα εύρος διαθέσιμων στρατηγικών σε κάθε στοίχημα.

Οι ερευνητές επέβαλαν κάποιους στόχους για τους συμμετέχοντες. Πριν από κάθε ομάδα στοιχημάτων εμφανιζόταν ένας αριθμός με τον στόχο για τη συγκεκριμένη ομάδα. Επιπλέον, είχαν ενημερωθεί από την αρχή ότι θα επιλεγθούν τυχαία 10 στοιχήματα. Για κάθε ένα από αυτά, εάν ο στόχος της συγκεκριμένης ομάδας στοιχημάτων είχε επιτευχθεί, τότε θα πληρώνονταν το αποτέλεσμα του. Εάν δεν είχαν πιάσει το στόχο, τότε δεν πληρώνονταν για το συγκεκριμένο στοίχημα.

Τα πρώτα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες άλλαζαν συστηματικά τη στρατηγική τους ανάλογα με τον στόχο που είχαν. Όταν ο στόχος ήταν χαμηλός, έτειναν να επιλέγουν στρατηγικές που περιλάμβαναν λιγότερες επιλογές ρίσκου. Αντίστροφα, όταν οι στόχοι ήταν υψηλοί, επέλεγαν στρατηγικές με περισσότερες επιλογές ρίσκου, καθώς αυξανόταν η πιθανότητα να μην κερδίσουν κάποιο ποσό από εκείνη την ομάδα. Επιπλέον, παρατηρήθηκε σημαντική ανομοιογένεια στην επιλογή στρατηγικής, ειδικά για τους μέσους στόχους.

Χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο μέσου-διακύμανσης-συμμετρίας, βρήκαν ότι οι συμμετέχοντες αποστρέφονται τη διακύμανση, ενώ προτιμούν τα στοιχήματα θετικής ασυμμετρίας. Η προτίμηση αυτή στα θετικής ασυμμετρίας στοιχήματα εκδηλώνεται όταν οι συμμετέχοντες επιλέγουν υπερβολικά την σίγουρη επιλογή αντί της επιλογής με κίνδυνο, ακόμα και όταν ο στόχος των κερδών ήταν χαμηλός. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει μία έλξη προς τα αποτελέσματα άνω του μετρίου - μικρής πιθανότητας και αποστροφή στα αποτελέσματα κάτω του μετρίου - μικρής πιθανότητας.

Άλλα ευρήματα τους, δείχνουν ότι η δραστηριότητα στον έσω κογχομετωπιαίο φλοιό (mOFC) συσχετίζεται με την αναμενόμενη τιμή, υποστηρίζοντας έτσι την υπόθεση ότι ο έσω κογχομετωπιαίος φλοιός ενσωματώνει την ολική αξία έχοντας ως δεδομένα την προβλεπόμενη κατανομή των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, στην ανάλυση βρήκαν ότι οι αντιδράσεις του κογχομετωπιαίου φλοιού παρακολουθούν τις ροπές της κατανομής των αποτελεσμάτων ανάλογα με το επίπεδο του στόχου. Στην ουσία, ο έσω κογχομετωπιαίος φλοιός παρακολουθεί περισσότερο σχετικές αλλαγές στην αναμενόμενη τιμή, παρά απόλυτες. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει μία προσαρμοστική κωδικοποίηση της αξίας.

Οι ερευνητές θέλησαν να εξετάσουν, επιπλέον, το πώς τα άτομα δικαιολογούν τις πιθανές μελλοντικές τους επιλογές. Από συμπεριφορικής πλευράς, βρήκαν ότι τα άτομα

επαναπροσδιορίζουν τις επιλογές τους σε κάθε στοίχημα, αντί να συγκρίνουν τις επιλογές με την επιλογή χωρίς κίνδυνο. Επιπλέον, η πιθανότητα τα άτομα να συγκρίνουν τα αποτελέσματα διαφορετικών στρατηγικών σχετίζεται με την πιθανότητα οι μελλοντικές πράξεις να διαφέρουν από τη βέλτιστη πορεία. Αυτό μπορεί να γίνεται είτε εσκεμμένα, ως αποτέλεσμα διερεύνησης ή μελλοντικών περιορισμών στις επιλογές, είτε κατά λάθος. Στην πραγματικότητα, όπως αναφέρουν, είναι μάλλον απίθανο να ακολουθήσουμε μία προκαθορισμένη πορεία στις αποφάσεις μας. Μία άλλη εξήγηση της επιλογής ενός μέτριου πλάνου αντί μίας βέλτιστης στρατηγικής είναι το γεγονός ότι απαιτείται επιπλέον διανοητική προσπάθεια για τον σχεδιασμό μελλοντικών ενεργειών.

Τέλος, αναφέρουν ότι τα ευρήματα τους υποδηλώνουν ότι τα αποτελέσματα μίας στρατηγικής αποτιμώνται από παρόμοιες νευρικές περιοχές όπως στις μεμονωμένες επιλογές και πως η συμπεριφορική προτίμηση σε καλύτερα αποτελέσματα αντανακλάται στη νευρική ευαισθησία στην αναμενόμενη αξία, τη διακύμανση και την ασυμμετρία.

3.3 Minati, L., Grisoli, M., Seth, A., Critchley, H. (2012). *Decision-making under risk: A graph-based network analysis using functional MRI. NeuroImage 60, p. 2191-2205*

Οι τυπικές περιπτώσεις λήψης αποφάσεων χαρακτηρίζονται από πολλαπλές επιλογές, όπου η κάθε μία αντιστοιχεί σε συγκεκριμένα πιθανά οφέλη, κινδύνους και πιθανά ενδεχόμενα. Τα χρηματοοικονομικά «στοιχήματα» αποτελούν χρήσιμα εργαλεία για να εξεταστεί πώς υποκινείται η λήψη αποφάσεων όταν εμπεριέχεται κίνδυνος στις αποφάσεις.

Η προσαρμοστική συμπεριφορά προϋποθέτει την αποτελεσματική επιλογή μεταξύ των ενδεχομένων που εμπεριέχουν κίνδυνο και πιθανά οφέλη. Οι υφιστάμενες μελέτες εξετάζουν μεμονωμένα περιοχές του εγκεφάλου, όπως τις προμετωπιαίες περιοχές, τη νησίδα (insula), την αμυγδαλή και τις βρεγματικές περιοχές, οι οποίες συμμετέχουν στη λήψη αποφάσεων. Οι ερευνητές της συγκεκριμένης μελέτης θεωρούν ότι πρέπει να μελετηθεί ο τρόπος με τον οποίο τα μέρη του εγκεφάλου κωδικοποιούν τις οικονομικές παραμέτρους και πώς αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους για να ληφθεί μία απόφαση.

Για να μπορέσουν να μελετήσουν αυτή την αλληλεπίδραση, υπέβαλαν υγιείς συμμετέχοντες σε Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (*fMRI*), καθώς απαντούσαν σε ερωτήσεις που αφορούσαν πιθανά κέρδη ή ζημίες και πιθανότητες συμβάντων. Από τα δεδομένα της μελέτης και την ανάλυση των ψυχοφυσιολογικών αλληλεπιδράσεων (Psychophysiological Interactions – PPI)¹², κατασκεύασαν γραφήματα τα οποία απεικονίζουν τη σύνδεση περιοχών του εγκεφάλου και τη συσχέτιση που παρουσιάζουν ανάλογα με την κάθε περίπτωση.

Στο πείραμα συμμετείχαν 19 άτομα, 11 άνδρες και 8 γυναίκες ηλικίας από 29-43 ετών με εκπαίδευση 13-19 χρόνων. Στον κάθε ένα εμφανιζόταν μία οθόνη με τρεις αριθμούς, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.1 (α):

- Ένα ποσό ως πιθανή ζημία (συμβολίζεται ως k_{LOSE})
- Ένα ποσό ως πιθανό κέρδος (συμβολίζεται ως k_{WIN})
- Η πιθανότητα κέρδους (συμβολίζεται ως p_{WIN})

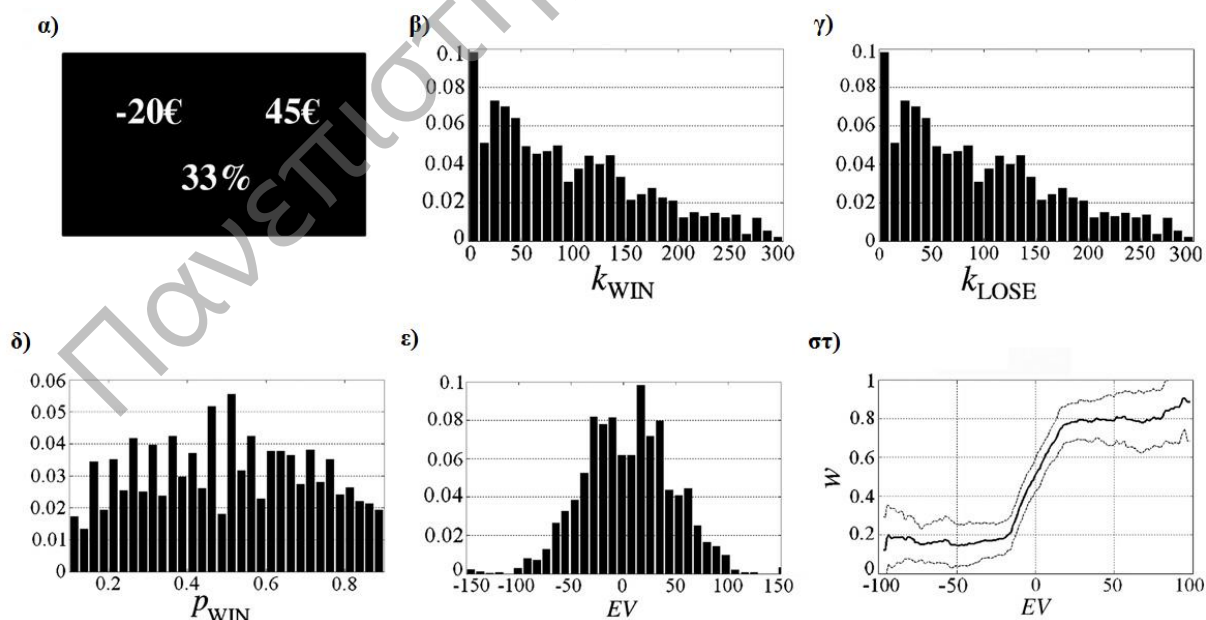
¹² Οι Ψυχοφυσιολογικές αλληλεπιδράσεις (PPI) είναι μία μέθοδος απεικόνισης του εγκεφάλου, η οποία μοντελοποιεί την αντίδραση μιας περιοχής του εγκεφάλου ως αποτέλεσμα επιρροής από μία διαφορετική περιοχή, αναφορικά με ένα εξωτερικό ερέθισμα που δέχεται ο εγκέφαλος.

Από αυτές τις τρεις παραμέτρους, η αναμενόμενη τιμή (EV) προκύπτει από την εξίσωση:

$$EV = k_{WIN} \times p_{WIN} - k_{LOSE} \times (1 - p_{WIN})$$

Οι συμμετέχοντες έπρεπε να αξιολογήσουν αυτά τα «στοιχήματα» με βάση το ένστικτο τους, χωρίς να προσπαθήσουν να προβούν σε μαθηματικές πράξεις, μέσα σε έξι δευτερόλεπτα, αποφασίζοντας αν θα δεχτούν ή θα απορρίψουν το στοίχημα. Σκοπός τους ήταν να κερδίσουν όσο το δυνατόν περισσότερα χρήματα, λαμβάνοντας αποφάσεις υποθέτοντας ότι στοιχηματίζουν με αληθινά χρήματα. Ο κάθε ένας ξεκινούσε με ένα μηδενικό εικονικό λογαριασμό και ο οποίος αυξανόταν ή μειωνόταν ανάλογα με τις επιλογές τους. Τα αποτελέσματα από τα στοιχήματα που δέχονταν, δεν ήταν προδιαγεγραμμένα, αλλά υπολογίζονταν εκείνη τη στιγμή από τον υπολογιστή.

Τα στοιχήματα που παρουσιάζονταν στους συμμετέχοντες προέρχονταν από μία βιβλιοθήκη στοιχημάτων όπου τα ποσά της ζημίας ή του κέρδους ήταν μεταξύ 0 € και 300 €, ενώ οι πιθανότητες από 0,1 έως 0,9. Οι κατανομές του k_{WIN} και k_{LOSE} είναι θετικά ασύμμετρες όμοιες καμπύλες, ενώ ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης του EV είναι επίσης όμοιος για τις τρεις παραμέτρους ($k_{WIN}: r = 0.29, k_{LOSE}: r = 0.31, p_{WIN}: r = 0.24$). Διάγραμμα 3.1 (β-ε)



Εικόνα 3.1 Αποτελέσματα του πειράματος

Όσον αφορά τις συμπεριφορικές αποκρίσεις των συμμετεχόντων, κατάφεραν να διακρίνουν τα θετικά από τα αρνητικά EV, ενώ όλοι είχαν θετικό ποσό στον εικονικό τους λογαριασμό (1650 ± 540 €). Οι χρόνοι απόκρισης σε κάθε ερώτηση κυμάνθηκαν από 2.5 ± 0.9 δευτερόλεπτα, χωρίς να ξεπεράσει κανείς το όριο των 6 δευτερολέπτων. Επίσης, η πιθανότητα αποδοχής του στοιχήματος αυξάνεται μονότονα με το EV, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.1 (στ).

Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν αρκετά ενθαρρυντικά όσον αφορά τον αρχικό της στόχο. Η αναμενόμενη τιμή διαμορφώνει μία αποτελεσματική σύνδεση σε ένα δίκτυο που περιλαμβάνει, αλλά και εκτείνεται, πέρα από τους κόμβους που εκφράζουν τις άμεσες σχέσεις μεταξύ της αξίας και της δραστηριότητας. Το δίκτυο αυτό χαρακτηρίζεται από μία ενιαία αρχιτεκτονική, ενώ διαθέτει τις έσω και έξω προμετωπιαίες περιοχές ως κεντρικούς κόμβους, οι οποίες χαρακτηρίζονται από πυκνή συνδεσιμότητα και κεντρικότητα. Η διαφορετική έκφραση των μονοπαραγοντικών επιδράσεων σε αυτούς τους κόμβους υποδηλώνει ότι ο έσω κοιλιακός προμετωπιαίος φλοιός αντιπροσωπεύει έναν κόμβο επεξεργασίας, ενώ ο έξω πλάγιος προμετωπιαίος φλοιός μπορεί να εξυπηρετεί κυρίως επικοινωνιακές λειτουργίες.

Τα ευρήματα αυτά αποδεικνύουν ότι η έννοια της αξίας εξαρτάται από επεξεργασίες που κατανέμονται σε ένα ευρύ δίκτυο που προμηθεύει με πληροφορίες ένα περιορισμένο μέρος των προμετωπιαίων περιοχών. Επιπλέον, παρατήρησαν ότι η πιθανή ζημία εκπροσωπείται έντονα στα επίπεδα της τοπικής δραστηριότητας στα μέρη του εγκεφάλου, σε σχέση με τα πιθανά κέρδη και την πιθανότητα εμφάνισης ενός συμβάντος, καθώς και στην αποτελεσματική σύνδεση των μερών. Η χαρτογράφηση της αποτελεσματικής συνδεσιμότητας αποκάλυψε σημαντικές επιπτώσεις σε περιοχές, στις οποίες δεν εμφανίζονταν μονοπαραγοντικά αποτελέσματα, ενώ ενίσχυσε την πεποίθηση των ερευνητών για την αξία της πολυπαραγοντικής ανάλυσης για μια λεπτομερή εικόνα των νευρικών διαδικασιών στη λήψη αποφάσεων.

**3.4 Knutson, B., Wimmer, G. E., Kuhnen, C., Winkielman, P. (2008).
Nucleus Accumbens activation mediates the influence of reward cues on
financial risk taking. NeuroReport, Vol.19, No.5, p.509-513**

Πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι τα συναισθήματα μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια της προσμονής του αποτελέσματος ενός στόχου. Το προβλεπτικό συναίσθημα (*anticipatory affect*) μπορεί να προωθεί μια συμπεριφορά που στοχεύει στο αποτέλεσμα. Υπάρχει, όμως, και περίπτωση να ανατρέψει αυτή τη συμπεριφορά, όταν προκαλείται από τυχαία ερεθίσματα. Οι γράφοντες θέλησαν να εξετάσουν εάν το τυχαία προκληθέν προβλεπτικό συναίσθημα επηρεάζει την ανάληψη χρηματοοικονομικών κινδύνων.

Έρευνες Λειτουργικής Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού (*Functional Magnetic Resonance Imaging – fMRI*) έχουν συσχετίσει την ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα (*Nucleus Accumbens*) με το θετικό ερέθισμα, καθώς η προσμονή χρηματοοικονομικών ή μη ανταμοιβών αυξάνει την ενεργοποίηση του. Αντίστροφα, η ενεργοποίηση της νησίδας (*Insula*) συσχετίζεται με αρνητικά ερεθίσματα, καθώς η προσμονή χρηματοοικονομικών ή μη ποινών αυξάνει την ενεργοποίηση της νησίδας.

Η παρούσα έρευνα διερεύνησε την επιρροή του θετικού ερεθίσματος στην ανάληψη χρηματοοικονομικών κινδύνων εξετάζοντας τα εξής: (1) εάν το τυχαίο θετικό ερέθισμα αυξάνει την πιθανότητα επιλογής υψηλότερου κινδύνου, (2) εάν η ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα αυξάνεται πριν την επιλογή υψηλότερου κινδύνου, (3) εάν η ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα μεσολαβεί στην επιρροή του τυχαίου θετικού ερεθίσματος στις μετέπειτα επιλογές υψηλότερου κινδύνου.

Στην έρευνα συμμετείχαν 15 άνδρες (μέση ηλικία 20.73, εύρος 18-26 χρονών). Η πληρωμή για τη συμμετοχή τους ήταν \$20 την ώρα, καθώς και επιπλέον \$10 + τα κέρδη ή τις ζημιές από το πείραμα.

Η διαδικασία περιλάμβανε 54 συνολικά δοκιμές (18 θετικές, 18 ουδέτερες και 18 αρνητικές). Κατά τη διάρκεια του πρώτου μέρους κάθε δοκιμής, οι συμμετέχοντες έβλεπαν ένα οπτικό ερέθισμα. Το οπτικό ερέθισμα αποτελούνταν από 1 σχήμα κάθε φορά (κύκλο, τετράγωνο ή τρίγωνο) σηματοδοτώντας το είδος της εικόνας που θα ακολουθούσε (θετική, αρνητική ή ουδέτερη, αντίστοιχα). Ο συνδυασμός αυτός εικόνας/ερεθίσματος σχεδιάστηκε

για να μεγιστοποιήσει το προβλεπτικό συναίσθημα. Στο δεύτερο μέρος κάθε δοκιμής, οι συμμετέχοντες καλούνταν να επιλέξουν ένα υψηλού (1.00) ή χαμηλού (0.10) κινδύνου χρηματοοικονομικό «ποντάρισμα», ενώ στη συνέχεια παρουσιαζόταν στην οθόνη το αποτέλεσμα, καθώς και τα συνολικά τους κέρδη/ζημιές. Επιπλέον, μετά το τέλος αξιολογούσαν τις αντιδράσεις τους σε κάθε εικόνα από πλευράς διέγερσης.



Εικόνα 3.2 Η δομή του πειράματος

Πηγή: Knutson, B., Wimmer, G. E., Kuhnen, C., Winkielman, P. Nucleus Accumbens activation mediates the influence of reward cues on financial risk taking. NeuroReport, Vol.19, No.5, p.509-513, March 2008

Η συμπεριφορική ανάλυση των αποτελεσμάτων υποδεικνύει ότι τα θετικά ερεθίσματα αύξησαν τις αξιολογήσεις θετικής διέγερσης από τους συμμετέχοντες και αντίστροφα το αρνητικό ερέθισμα αύξησε τις αξιολογήσεις αρνητικής διέγερσης. Επιπλέον, το θετικό ερέθισμα αύξησε τις μετέπειτα επιλογές υψηλού κινδύνου (67,8%) και την μεταβολή σε επιλογή υψηλότερου κινδύνου (61,9%), κάτι το οποίο δεν παρατηρήθηκε για τα αρνητικά και ουδέτερα ερεθίσματα.

Παρατηρήθηκε, επίσης, ότι η ενεργοποίηση του εγκεφάλου συσχετίζεται με την προβολή θετικών έναντι αρνητικών ερεθισμάτων σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου, όπως σε κοιλιακές ραβδωτές υποφλοιώδεις περιοχές (π.χ. επικλινή πυρήνα, κοιλιακή μοίρα (*putamen*)) και σε περιοχές του οπίσθιου φλοιού του προσαγωγίου (*posterior cingulate*) περιοχές. Η προσμονή μεταβολής σε επιλογή υψηλότερου κινδύνου έναντι επιλογής χαμηλότερου κινδύνου συσχετίζεται με ενεργοποίηση στον επικλινή πυρήνα και στον κερκοφόρο, καθώς και απενεργοποίηση της δεξιάς πρόσθιας νησίδας.

Στη συνέχεια, προχώρησαν σε μία ανάλυση προβλέψεων για να προσδιορίσουν εάν η ενεργοποίηση του εγκεφάλου μπορεί να προβλέψει την ανάληψη χρηματοοικονομικών κινδύνων. Η πρώτη ανάλυση έδειξε ότι η προβολή θετικών ερεθισμάτων προέβλεπε μεταβολές σε επιλογές υψηλότερου κινδύνου, αλλά όταν υπήρχαν κέρδη σε προηγούμενες δοκιμές υψηλού κινδύνου τότε υπήρχε μεταβολή σε επιλογές χαμηλού κινδύνου. Η δεύτερη ανάλυση έδειξε ότι η ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα προέβλεπε αισθητά επακόλουθες μεταβολές σε επιλογές υψηλού κινδύνου.

Οι ερευνητές επίσης εξέτασαν εάν ο επικλινή πυρήνας μεσολαβεί όσον αφορά την επιρροή θετικών ερεθισμάτων σε μεταβολές σε υψηλού ρίσκου επιλογές. Κατάφεραν να βρουν απευθείας σύνδεση μεταξύ του θετικού ερεθίσματος και της ενεργοποίησης του επικλινή πυρήνα, καθώς και της ενεργοποίησης του επικλινή πυρήνα με τη μεταβολή σε επιλογή υψηλού κινδύνου.

Οι ερευνητές αναφέρουν, συγχρόνως, ότι οι ατομικές διαφορές στην αυτοαξιολόγηση της θετικής διέγερσης ως αποτέλεσμα του θετικού ερεθίσματος προέβλεψε την ισχύ αυτών των επιπτώσεων. Τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι ακόμα και τυχαίες ανταμοιβές μπορούν να επηρεάσουν το προβλεπτικό συναίσθημα και να μεταβάλλουν την ανάληψη χρηματοοικονομικών κινδύνων, θεωρώντας, επιπλέον, ότι τα ευρήματα τους, μπορούν να βοηθήσουν περαιτέρω στην κατανόηση του τρόπου που τα συναισθήματα επηρεάζουν τις αποφάσεις.

3.5 Mohr, P., Biele G., Krugel L., Li S., Heekeren H. (2010). *Neural foundations of risk-return trade-off in investment decisions. NeuroImage, 49, 2010, p. 2556-2563*

Οι ερευνητές του εν λόγω άρθρου επικεντρώθηκαν στη λήψη αποφάσεων με κίνδυνο. Θεωρούν ότι η γνώση των μηχανισμών που οδηγούν στη λήψη αυτών των αποφάσεων είναι ένας σημαντικός στόχος. Τα μοντέλα λήψης αποφάσεων με κίνδυνο χωρίζονται σε 2 είδη, τα μοντέλα ωφελιμότητας και τα μοντέλα κινδύνου-απόδοσης. Με βάση αυτά τα δεδομένα, θέλησαν μέσω ενός πειράματος επενδυτικού περιεχομένου να ελέγξουν πόσο συνεπή είναι αυτά τα δύο είδη μοντέλων αναφορικά με τις νευροβιολογικές διεργασίες που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια λήψης επενδυτικών αποφάσεων.

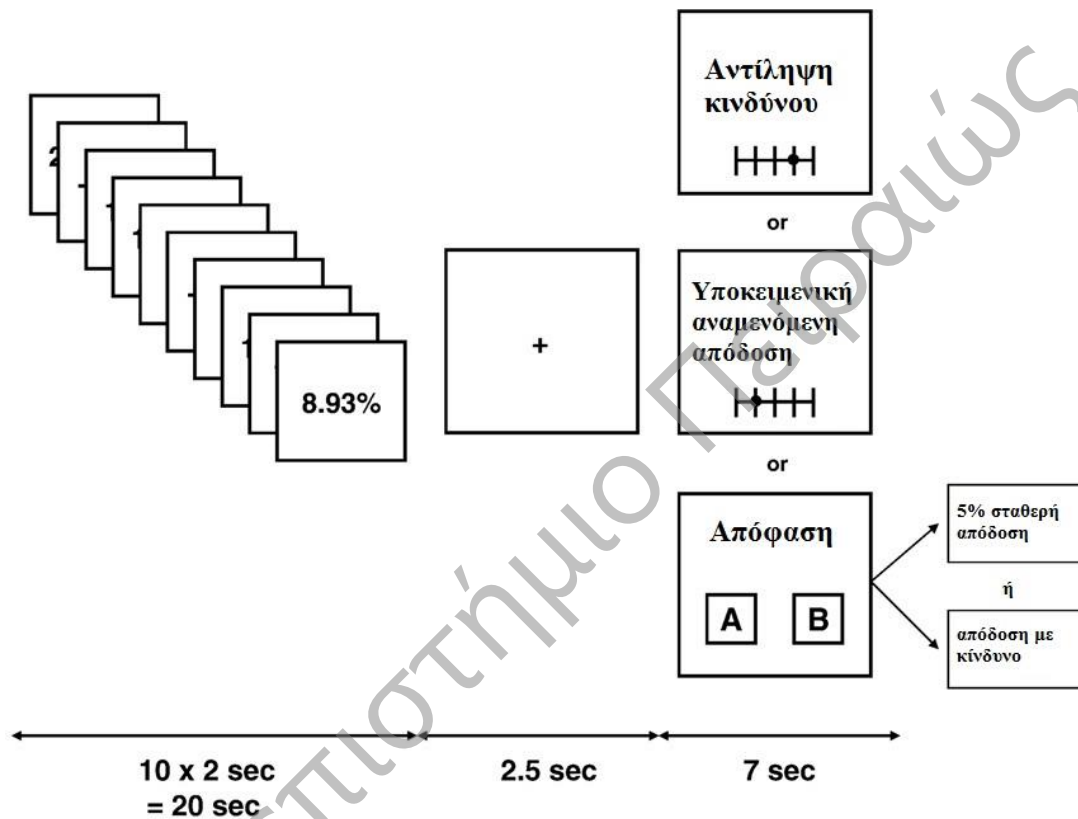
Στα μοντέλα ωφελιμότητας, οι λήπτες αποφάσεων προσδιορίζουν πρώτα την αξία και το βάρος του κάθε πιθανού ενδεχομένου και στη συνέχεια βρίσκουν το συνολικό άθροισμα των πιθανών ενδεχομένων. Αντίθετα, στα μοντέλα κινδύνου-απόδοσης, πρώτα υπολογίζουν τη μέση απόδοση και τον κίνδυνο και στη συνέχεια υπολογίζουν την αξία του ενδεχομένου. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι από μελέτες που έχουν γίνει με αυτά τα δύο μοντέλα σε σχέση με την συμπεριφορά και τις λειτουργίες του εγκεφάλου, φαίνεται ότι και τα δύο μοντέλα παρουσιάζουν ορθά αποτελέσματα σε διαφορετικές οικονομικές αποφάσεις. Το σημαντικό είναι να προσδιοριστεί σε ποιες ακριβώς αποφάσεις είναι το κάθε μοντέλο πιο κατάλληλο.

Σύμφωνα με τους ερευνητές, στις καθημερινές αποφάσεις οι άνθρωποι έρχονται αντιμέτωποι με πολλές επιλογές, όπου εύκολα χρησιμοποιούν μοντέλα ωφελιμότητας για να προσδιορίσουν την αξία. Σε επενδυτικές αποφάσεις, όμως, έρχονται να λάβουν αποφάσεις σε επενδύσεις όπου οι αποδόσεις ακολουθούν συνεχείς κατανομές, όπως οι μετοχές. Ενώ, με τα μοντέλα κινδύνου-απόδοσης, οι υπολογισμοί είναι σταθεροί, στα μοντέλα ωφελιμότητας αυξάνονται με μεγάλο ρυθμό, καθώς αυξάνονται τα ζευγάρια ενδεχομένου-πιθανότητας.

Οι ερευνητές ανέμεναν ότι οι συμμετέχοντες στο πείραμα, δεδομένου ότι θα είχαν να λάβουν αποφάσεις για ενδεχόμενα που ακολουθούν συνεχείς κατανομές, θα χρησιμοποίησαν μοντέλα κινδύνου-απόδοσης, αντί για μοντέλα ωφελιμότητας.

Για να διενεργηθεί το πείραμα, χρησιμοποιήθηκε Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (*Functional Magnetic Resonance Imaging – fMRI*), σε 19 συμμετέχοντες, 18-35

ετών, όπου αποτελούνταν από 8 άνδρες και 11 γυναίκες. Το πείραμα αποτελείται από 2 φάσεις. Στην πρώτη φάση, παρουσιαζόταν στον συμμετέχοντα μία σειρά από 10 αποδόσεις μίας επένδυσης, ούτως ώστε να έχουν γνώση του ιστορικού της απόδοσης. Η κάθε σειρά αποδόσεων ήταν ανεξάρτητη από την προηγούμενη, ενώ οι μέσες αποδόσεις ήταν 6%, 9% και 12% και οι τυπικές αποκλίσεις 1%, 5% και 9%, με αποτέλεσμα 9 διαφορετικούς συνδυασμούς.



Εικόνα 3.3 Οι 2 φάσεις του πειράματος

Πηγή: Mohr, Peter., et al. Neural foundations of risk-return trade-off in investment decisions. *NeuroImage*, 49, 2010, p. 2556-2563

Στη δεύτερη φάση, οι συμμετέχοντες εκτελούσαν τυχαία μία από τρεις διαφορετικές εργασίες κάθε φορά. Στην εργασία που είχαν να λάβουν απόφαση, παρουσιαζόταν δύο επιλογές, μία με σταθερή απόδοση 5% χωρίς κίνδυνο και μία επιλογή με κίνδυνο με επιτόκιο που συσχετιζόταν με τη σειρά αποδόσεων που μόλις είχαν δει. Οι άλλες δύο εργασίες αφορούσαν την αντίληψη κινδύνου και την υποκειμενική αναμενόμενη απόδοση που θεωρούσαν οι συμμετέχοντες ότι έχει η σειρά αποδόσεων. Στην υποκειμενική αναμενόμενη

απόδοση υποδείκνυαν την αναμενόμενη απόδοση σε ένα εύρος από -5% έως +15% και στην αντίληψη κινδύνου υποδείκνυαν μία τιμή από 0 (καθόλου κίνδυνος) έως 100 (μέγιστος κίνδυνος). Κατά τη διάρκεια του πειράματος, ολοκλήρωναν την κάθε εργασία 27 φορές, με τελικό σύνολο 81 δοκιμών.

Η πληρωμή για το πείραμα ήταν 10 ευρώ, ενώ στην αρχή του πειράματος λάμβαναν 100 ευρώ εικονικά χρήματα για επένδυση. Οι αποδόσεις σε όλο το πείραμα ακολουθούσαν κανονικές κατανομές. Στο τέλος, θα επιλεγόταν τυχαία μία από τις 27 επιλογές τους με την επένδυση, και θα λάμβαναν είτε επιπλέον πληρωμή είτε θα μειωνόταν αναλόγως με την απόδοση της συγκεκριμένης δοκιμής.

Το συγκεκριμένο πείραμα σχεδιάστηκε για να αναγνωριστούν τα μαθηματικά μοντέλα που περιγράφουν καλύτερα πώς ο κίνδυνος και η απόδοση γίνονται αντιληπτά στους συμμετέχοντες, καθώς και να εξετάσουν πώς λαμβάνονται αποφάσεις μεταξύ μίας επένδυσης με κίνδυνο και μίας χωρίς κίνδυνο. Αυτά τα μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν για να αναγνωριστεί ποιο μπορεί να «μεταφράσει» καλύτερα τη σειρά αποδόσεων σε προβλέψεις για την αντίληψη κινδύνου και την υποκειμενική αναμενόμενη απόδοση σε ατομικό επίπεδο. Έτσι, αυτά τα μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για να προβλέψουν την αντίληψη κινδύνου και την υποκειμενική αναμενόμενη απόδοση κατά τη διάρκεια της επιλογής μεταξύ της επένδυσης με μηδενικό κίνδυνο και αυτής με κίνδυνο.

Οι εκτιμήσεις των μοντέλων για την αντίληψη κινδύνου και την υποκειμενική αναμενόμενη απόδοση που ταίριαζαν σε κάθε άτομο είχαν πολύ υψηλό συντελεστή συσχέτισης με τα πραγματικά αποτελέσματα του πειράματος. Έτσι, για να γίνουν οι προβλέψεις σχετικά με την αξία που τα άτομα προσδίδουν σε μία επένδυση με κίνδυνο, ταίριαζαν τα δεδομένα αυτά με ένα ψυχολογικό μοντέλο κινδύνου-απόδοσης. Όλοι οι συμμετέχοντες παρουσίασαν αποστροφή στον κίνδυνο, ενώ οι επιλογές τους προβλέφθηκαν από το μοντέλο με επιτυχία σε ποσοστό 83%.

Ωστόσο, η αποστροφή στον κίνδυνο και η υποκειμενική αναμενόμενη απόδοση είναι μεταβλητές οι οποίες δεν μπορούν να παρατηρηθούν στις περισσότερες οικονομικές αποφάσεις. Χρησιμοποίησαν, λοιπόν, τις τυπικές αποκλίσεις και τις αναμενόμενες αποδόσεις σε ένα κανονιστικό μοντέλο κινδύνου-απόδοσης. Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών κινδύνου και των μεταβλητών απόδοσης ήταν ιδιαίτερα υψηλός ($r=0.93$ για τον

κίνδυνο και $r=0.86$ για την απόδοση) που δείχνει ότι οι αντικειμενικές μεταβλητές μπορεί να είναι καλοί δείκτες για τις υποκειμενικές μεταβλητές, όταν αυτές δεν μπορούν να μετρηθούν. Οι προβλέψεις αυτού του μοντέλου ήταν με επιτυχία 85%. Επομένως, σε πολλές περιπτώσεις οι αντικειμενικές τιμές μπορούν να είναι εξίσου κατάλληλες με τις υποκειμενικές, για την πρόβλεψη επενδυτικών αποφάσεων, ωστόσο όπως τονίζουν οι ερευνητές, υπάρχουν συμπεριφορικές έρευνες που αποδεικνύουν το αντίθετο.

Αναφορικά με τα αποτελέσματα του εγκεφάλου, οι ερευνητές βρήκαν ότι η αξία καθώς και η υποκειμενική αναμενόμενη απόδοση συσχετίζονται σημαντικά με τον προμετωπιαίο φλοιό (MPFC), τον οπισθοπλάγιο προμετωπιαίο φλοιό (DLPFC) και τον οπίσθιο φλοιό του προσαγωγίου (PCC) κατά τη διάρκεια της εργασίας όπου λάμβαναν απόφαση για την επένδυση. Επίσης, η αξία της τελικής επιλογής είχε υψηλή συσχέτιση με το DLPFC και την αμυγδαλή.

Εν κατακλείδι, μετά το πέρας του πειράματος και την ανάλυση των στοιχείων, οι ερευνητές θεωρούν ότι και τα δύο μοντέλα, ωφελιμότητας και κινδύνου-απόδοσης, μπορούν εξίσου να εξηγήσουν τις διεργασίες που συμβαίνουν για την λήψη των αποφάσεων, αλλά θεωρούν ότι πρέπει το κάθε μοντέλο να συνδεθεί με συγκεκριμένους τύπους αποφάσεων και συνθηκών, όπου κάθε φορά διαφορετική στρατηγική είναι πιο κατάλληλη.

3.6 Lijuan, X. Liang Z., Wang K., Li S., Jiang T. (2009) Neural mechanism of intertemporal choice: From discounting future gains to future losses. Brain Research, V. 1261, p.65-74

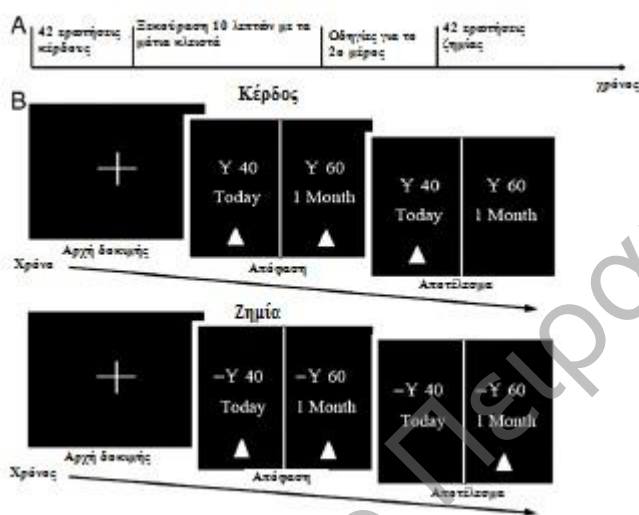
Η διαχρονική επιλογή (*Intertemporal choice*) αφορά ενδεχόμενα που συμβαίνουν σε διαφορετικά χρονικά σημεία και εκτός από τις επιλογές οφέλους, σχετίζεται και με αυτές που έχουν κάποιο κόστος. Προηγούμενες μελέτες νευροαπεικόνισης, όπως αναφέρουν οι γράφοντες, εξετάζουν την προεξόφληση μελλοντικών κερδών, με αποτέλεσμα να μην είναι γνωστό ποιοι νευρικοί μηχανισμοί εμπλέκονται στην προεξόφληση μελλοντικών ζημιών.

Στην έρευνα τους χρησιμοποίησαν τη Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (*Functional Magnetic Resonance Imaging – fMRI*) για να συλλέξουν δεδομένα, αναφορικά με τους νευρικούς μηχανισμούς που διέπουν τη χρονική προεξόφληση μελλοντικών κερδών και ζημιών χρησιμοποιώντας δύο δραστηριότητες λήψης αποφάσεων.

Τα στοιχεία προηγούμενων μελετών έχουν δείξει ότι υπάρχει μία κοινή διαδικασία χρονικής προεξόφλησης σε διαχρονικές επιλογές κερδών και ζημιών. Επομένως, μία αρχική υπόθεση που έκαναν αφορούσε το νευρικό δίκτυο που αποτελείται από πλάγιες προμετωπιαίες και οπίσθιες βρεγματικές περιοχές και το γεγονός ότι θα ενεργοποιούνταν στην προεξόφληση μελλοντικών ζημιών, όπως έχουν δείξει μελέτες ότι σχετίζεται με τη γνωστική διαδικασία υπολογισμού μελλοντικών ευκαιριών για κέρδη (McClure et al., 2004; Tanaka et al. 2004). Επιπλέον, υπέθεσαν ότι η δραστηριότητα σε αυτές τις περιοχές του εγκεφάλου μπορεί να είναι ασύμμετρη στην χρονική προεξόφληση κερδών και ζημιών (Lowenstein, 1987, MacKeigan et al., 1993, Read, 2004, Thaler, 1981), ενώ θεώρησαν ότι υπάρχει ένα συγκεκριμένο νευρικό σύστημα, το οποίο αξιολογεί τις άμεσες ζημιές, καθώς και ότι η χρονική προεξόφληση των ζημιών είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο νευρικών συστημάτων, όταν οι επιλογές αφορούσαν άμεση ζημιά.

Στο πείραμα έλαβαν μέρος 20 άτομα (10 άνδρες, μέση ηλικία 25, εύρος ηλικίας 22-29), το οποίο αποτελούνταν από 2 μέρη των 42 ερωτήσεων το καθένα. Το πρώτο αφορούσε χρονική προεξόφληση κερδών και το δεύτερο ζημιών. Θέλησαν με αυτόν τον τρόπο να εξετάσουν τις νευρικές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια διαχρονικών επιλογών που περιλαμβάνουν ζημιές, καθώς και να γίνει σύγκριση μεταξύ χρονικών προεξοφλήσεων κερδών και ζημιών.

Οι συμμετέχοντες καλούνταν να επιλέξουν ανάμεσα από δύο ανταμοιβές (νωρίτερα/μικρότερη και αργότερα/μεγαλύτερη), διαθέσιμες σε διαφορετικό χρόνο (σήμερα, μετά από μισό μήνα, μετά από ένα μήνα) και με διαφορετικά μεσοδιαστήματα (μισό μήνα ή ένα μήνα από τον νωρίτερο χρόνο). Οι διαφορές των τιμών των 2 ανταμοιβών κάθε φορά κυμαίνονταν από 5%, 10%, 15%, 25%, 35% και 50%.



Εικόνα 3.4 Μορφή του πειράματος

Πηγή: Lijuan, X. Liang Z., Wang K., Li S., Jiang T., (2009) *Neural mechanism of intertemporal choice: From discounting future gains to future losses*. Brain Research, V. 1261, p.65-74

Όσον αφορά τα συμπεριφορικά αποτελέσματα, προέκυψε ότι ένα σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό προτιμούσε να υποστεί μικρότερη ζημιά νωρίτερα από ότι για κέρδος, που σημαίνει ότι υπάρχει σημαντική μείωση στο φαινόμενο της προεξόφλησης των μελλοντικών ζημιών σε σχέση με τα μελλοντικά κέρδη. Συγκεκριμένα, το 52% επέλεγε να λάβει νωρίς το κέρδος, σε σχέση με το 76% που επέλεγε τη ζημιά.

Εν συνεχεία, ανέλυσαν ποιες περιοχές του εγκεφάλου ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια λήψης αποφάσεων χρονικής προεξόφλησης κερδών και ζημιών. Αναφορικά με τα κέρδη, παρατηρήθηκε ιδιαίτερη ενεργοποίηση στον ραχιοπλευρικό προμετωπιαίο φλοιό (DLPFC), στον πλάγιο κογχομετωπιαίο φλοιό (LOFC), καθώς και στον οπίσθιο βρεγματικό φλοιό (PPC). Επιπλέον, όταν το αποτέλεσμα της επιλογής ήταν άμεσο, οι περιοχές που ενεργοποιούνταν περισσότερο ήταν ο έσω κογχομετωπιαίος φλοιός (MOFC), ο έσω

προμετωπιαίος φλοιός (MPFC), ο οπίσθιος φλοιός του προσαγωγίου (PCC) και το κοιλιακό ραβδωτό σώμα (*ventral striatum*).

Αναφορικά με τη χρονική προεξόφληση ζημιών, παρατηρήθηκε η ίδια ενεργοποίηση περιοχών όπως για τα κέρδη. Επιπλέον, όμως, ενεργοποιήθηκε το έξω ραβδωτό σώμα (*dorsal striatum*). Αντίστοιχα, οι περιοχές που έδειξαν ενεργοποίηση κατά την επιλογή άμεσου αποτελέσματος ήταν ο φλοιός της πρόσθιας μοίρας της έλικας του προσαγωγίου (ACC), η νησίδα, (*insula*), η άνω μετωπιαία έλικα (SFG), ο έσω προμετωπιαίος φλοιός (MPFC) και ο οπίσθιος φλοιός του προσαγωγίου (PCC).

Τέλος, θέλησαν να αξιολογήσουν εάν η εγκεφαλική δραστηριότητα παρουσίαζε διαφορετικά μοτίβα σε σύγκριση μεταξύ της χρονικής προεξόφλησης κερδών και ζημιών, δεδομένου ότι τα κέρδη και οι ζημιές μπορεί να επηρεάζουν διαφορετικά τις αποφάσεις των υποκειμένων. Συγκεκριμένα, βρήκαν ότι ο ραχιοπλευρικός προμετωπιαίος φλοιός (DLPFC), ο οπίσθιος βρεγματικός φλοιός (PPC), ο μεσοκοιλιακός προμετωπιαίος φλοιός (VMPFC), η νησίδα, ο θάλαμος και το ραβδωτό σώμα είχαν υψηλότερα επίπεδα ενεργοποίησης κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του μέρους χρονικής προεξόφλησης ζημιών. Δεν βρέθηκε κάποια περιοχή όπου υπήρχε υψηλότερη ενεργοποίηση κατά τη χρονική προεξόφληση κερδών.

Τα ευρήματα του πειράματος υποστηρίζουν την αντίληψη ότι διαφορετικά νευρικά συστήματα αξιολογούν τις άμεσες και τις καθυστερούμενες νομισματικές ανταμοιβές, ενώ έδειξαν, επιπλέον, για πρώτη φορά ότι η αξιολόγηση άμεσων και καθυστερούμενων ζημιών εμπλέκει την συμμετοχή διακριτών νευρικών συστημάτων και μπορεί να βοηθήσει ως μηχανισμός για την διαδικασία της διαχρονικής λήψης αποφάσεων που σχετίζονται με ζημιές.

Η αρχική τους υπόθεση για την ενεργοποίηση των πλάγιων προμετωπιαίων και οπίσθιων βρεγματικών περιοχών κατά τη διάρκεια όλων των αποφάσεων επαληθεύθηκε. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι η νευρωνική βάση για τις διαχρονικές επιλογές κερδών και ζημιών μπορεί να αποτελείται από μία κοινή διαδικασία.

Επίσης, στο πείραμα τους, οι συμμετέχοντες έδειξαν μία τάση να διαλέγουν μικρότερες ζημιές που συμβαίνουν νωρίτερα, υποδηλώνοντας ότι ο φόβος των μελλοντικών ζημιών αποτελεί μεγαλύτερο κίνητρο από ότι η χαρά που συνδέεται με τα μελλοντικά κέρδη. Με άλλα λόγια, η υποτίμηση των μεγαλύτερων ζημιών που οφείλονται στην καθυστέρηση τους, δεν ήταν αρκετή να υπερκεράσει το εμπόδιο της επίδρασης της αποστροφής κινδύνου.

Επομένως, η μεγαλύτερη ενεργοποίηση των DLPFC και PPC στην χρονική προεξόφληση ζημιών υποδηλώνει την μεγαλύτερη γνωστική απαίτηση από τον εγκέφαλο για να ανταγωνιστεί την ισχυρή συναισθηματική τάση να αποφύγει τις μεγάλες απώλειες.

Ωστόσο, δεν παρέλειψαν να αναφέρουν τους περιορισμούς της έρευνας τους, με βασικό, το γεγονός ότι, όπως και σε άλλες έρευνες, η ανταμοιβή των συμμετεχόντων εξαρτάται από μία από όλες τις επιλογές τους, γεγονός που μπορεί να επηρεάζει την ενεργοποίηση των περιοχών του εγκεφάλου που σχετίζονται με το κέρδος και τη ζημία, ενώ προσθέτουν ότι το δίκτυο που ενεργοποιήθηκε στο πείραμα μπορεί να είναι υποσύνολο αυτού που ενεργοποιείται στην πραγματική ζωή.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

3.7 Frydman, C., Barberis, N., Camerer, C., Bossaerts, P., Rangel, A. (2014). Using Neural Data to test a Theory of Investor Behavior: An application to Realization Theory. The Journal of Finance, Volume 69, Issue 2, p.907-946

Τα τελευταία 20 χρόνια έχουν διατυπωθεί πολλές θεωρίες της συμπεριφοράς των επενδυτών, όπως αναφέρουν οι γράφοντες. Πολλές από αυτές, χρησιμοποιούν πραγματικά δεδομένα, ενώ άλλες έρευνες γίνονται σε εργαστήρια. Στο εν λόγω άρθρο, θέλησαν να αποδείξουν ότι ένα νέο είδος δεδομένων μπορεί να είναι χρήσιμο για τον έλεγχο των θεωριών συμπεριφοράς των επενδυτών. Τα δεδομένα αυτά συλλέχθηκαν από Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (*Functional Magnetic Resonance Imaging – fMRI*), όπου οι συμμετέχοντες πραγματοποιούν συναλλαγές σε ένα πειραματικό χρηματιστήριο, και τα χρησιμοποίησαν για να ελέγξουν την θεωρία συναλλαγών «ωφελιμότητα υλοποίησης»¹³ (*realization utility*), καθώς και το Αποτέλεσμα Προδιάθεσης (*Disposition Effect*) (Βλέπε Κεφ.2.2).

Ο έλεγχος της θεωρίας «ωφελιμότητας υλοποίησης» είναι δύσκολος να γίνει αποκλειστικά με δεδομένα συμπεριφορικά, επομένως οι γράφοντες προχώρησαν στη συλλογή δεδομένων από τον εγκέφαλο για να μπορέσουν να ελέγξουν πόσο συνεπείς είναι οι μηχανισμοί που θέτουν διάφορα μοντέλα με τους υπολογισμούς που πραγματοποιεί ο εγκέφαλος κατά τη διάρκεια της λήψης αποφάσεων. Συγκεκριμένα, στην έρευνα τους περιγράφουν τα αποτελέσματα μελέτης fMRI σχεδιασμένη να ελέγξει την υπόθεση ότι κατά τη διάρκεια συναλλαγών σε ένα πειραματικό χρηματιστήριο, οι συμμετέχοντες επηρεάζονται από την «ωφελιμότητα υλοποίησης» και αυτό το γεγονός συνδέεται με μοτίβα συναλλαγών συνεπή με το Αποτέλεσμα προδιάθεσης.

Οι συμμετέχοντες σε αυτό το πείραμα ήταν 28 άτομα (22 άνδρες, ηλικίας 18-60, μέση ηλικία 25,6), οι οποίοι είχαν τη δυνατότητα να κάνουν συναλλαγές με 3 μετοχές – Α, Β και Γ – σε ένα πειραματικό χρηματιστήριο. Το πείραμα αποτελείται από 2 όμοια μέρη, όπου το κάθε μέρος αποτελείται από 108 δοκιμές. Στην αρχή του κάθε μέρους, ο συμμετέχων λαμβάνει εικονικά \$350 και πρέπει να αγοράσει μία μετοχή από την κάθε μία. Η αρχική τιμή

¹³ Το μοντέλο «ωφελιμότητας υλοποίησης» βασίζεται στην υπόθεση ότι οι επενδυτές επιπλέον από την ωφελιμότητα που αντλείται μέσω της κατανάλωσης, αντλούν ωφελιμότητα και απευθείας από την υλοποίηση κερδών ή ζημιών μέσω της πώλησης περιουσιακών στοιχείων που κατέχουν.

της κάθε μετοχής ξεκινάει στα \$100, επομένως αφού αγοράσουν τις μετοχές, μένουν με ένα υπόλοιπο \$50. Η κάθε δοκιμή αποτελείται από 2 μέρη. Στο πρώτο μέρος, εμφανίζεται στην οθόνη μία αλλαγή της τιμής μίας από τις 3 μετοχές, τυχαία επιλεγμένη. Στο δεύτερο μέρος, επιλέγεται πάλι τυχαία μία από τις 3 μετοχές και ο συμμετέχων καλείται να αποφασίσει εάν θέλει να πουλήσει την μετοχή εάν την έχει ήδη ή αν θέλει να την αγοράσει, εάν δεν την έχει στην παρούσα φάση. Οι πρώτες 9 δοκιμές αποτελούνται μόνο από μία οθόνη που εμφανίζει αλλαγές στην τιμή μιας μετοχής για να συλλέξουν οι συμμετέχοντες πληροφορίες για την πορεία της τιμής τους, πριν χρειαστεί να προβούν σε αποφάσεις. Το μέγιστο σε κάθε έναν είναι να κατέχει ένα μερίδιο από κάθε μετοχή και το ελάχιστο κανένα μερίδιο.

Η κάθε μετοχή κάθε στιγμή μπορεί να βρίσκεται σε καλή ή κακή κατάσταση, η οποία μεταβάλλεται την επόμενη χρονική στιγμή με βάση τον παρακάτω πίνακα:

	$S_{i,t} = \text{καλή}$	$S_{i,t} = \text{κακή}$
$S_{i,t-1} = \text{καλή}$	0.8	0.2
$S_{i,t-1} = \text{κακή}$	0.2	0.8

Πίνακας 3.1 Πιθανότητα καλής ή κακής κατάστασης της μετοχής

Εάν μία μετοχή βρίσκεται σε καλή κατάσταση, τότε η τιμή της αυξάνεται με πιθανότητα 0.55 και μειώνεται 0.45, ενώ οι αλλαγές της τιμής της είναι της τάξης των \$5, \$10 ή \$15. Αντίστροφα, εάν είναι σε κακή κατάσταση τότε η τιμή αυξάνεται με πιθανότητα 0.45 και μειώνεται με 0.55.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα, οι γράφοντες πιστεύουν ότι βρήκαν στοιχεία που υποστηρίζουν τις νευρικές προβλέψεις της θεωρίας, αν και θεωρούν ότι δεν είναι τέλεια. Από τα πρώτα ευρήματα τους, αφορά τον μεσοκοιλιακό προμετωπιαίο φλοιό (*vmPFC*), μία περιοχή που είναι γνωστό ότι κωδικοποιεί την αξία κάθε απόφασης, και την συσχέτιση που παρουσιάζει με το κεφαλαιακό κέρδος (η αξία της απόφασης σύμφωνα με την ωφελιμότητα υλοποίησης), αλλά όχι με την καθαρή αναμενόμενη τιμή των μελλοντικών αποδόσεων (όπου είναι η αξία της απόφασης για το μοντέλο της αναμενόμενης τιμής).

Επίσης, ανακάλυψαν ότι η ισχύς με την οποία το κεφαλαιακό κέρδος απεικονίζεται στο σήμα της αξίας απόφασης του μεσοκοιλιακού προμετωπιαίου φλοιού συσχετίζεται με το ποσοστό των κερδών, ενώ αντίθετα δεν υπάρχει αντίστοιχη αναλογία για τις ζημιές.

Ένα σημαντικό εύρημα για τους γράφοντες, αφορά τη δραστηριότητα στο κοιλιακό ραβδωτό σώμα (*ventral striatum*), η οποία εμφανίζει θετική απόκριση όταν το υποκείμενο έχει κέρδος, όπου εξαρτάται επιπλέον από το μέγεθος των κερδών. Θεωρούν ότι είναι σημαντικό εύρημα, γιατί αποτελεί μία άμεση δοκιμή του βασικού μηχανισμού του μοντέλου της «ωφελιμότητας υλοποίησης».

Όπως αναφέρθηκε, δεν βρέθηκε κάποια συσχέτιση μεταξύ της ισχύς του σήματος με την οποία η κεφαλαιακή ζημία απεικονίζεται στο μεσοκοιλιακό προμετωπιαίο φλοιό (*vmPFC*) και στο ποσοστό της ζημιάς. Οι γράφοντες εικάζουν ότι μία πιθανότητα για αυτό το γεγονός είναι ότι το μοντέλο της «ωφελιμότητας υλοποίησης» που ήλεγξαν είναι ελλιπές σε κάποια σημαντικά σημεία και τα οποία χρήζουν προσοχής.

Τέλος, αναφέρουν ότι οι μέθοδοι που χρησιμοποίησαν στην έρευνα τους δεν μπορούν να αντικαταστήσουν τις κλασικές μεθόδους των χρηματοοικονομικών. Η χρήση τους είναι για να βοηθήσουν συμπληρωματικά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δοκιμάσουν παραδοχές σχετικά με την συμπεριφορά των επενδυτών, οι οποίες είναι δύσκολο να αξιολογηθούν με απλά δεδομένα. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα που συλλέγονται απευθείας από τον εγκέφαλο μπορούν να είναι χρήσιμα εργαλεία, όταν εξετάζονται οι ψυχολογικές διαστάσεις της συμπεριφοράς των επενδυτών, ειδικά επειδή μπορεί να προέρχονται από μεταβλητές που είναι παρατηρήσιμες μόνο στο νευρολογικό επίπεδο.

3.8 Wu C., Bossaerts P., Knutson B. (2011). *The Affective Impact of Financial Skewness on Neural Activity and Choice*. PLoS ONE, Vol.6, Issue

2

Λίγες οικονομικές θεωρίες λαμβάνουν υπόψη την επίδραση της ασυμμετρίας στις οικονομικές επιλογές, ενώ παρόλο που αγνοούν το πώς οι ακραίες τιμές παρακινούν τις επιλογές, τα γεγονότα των ακραίων τιμών μπορεί να επηρεάσουν όχι μόνο τις ατομικές περιουσίες, αλλά και τις κινήσεις της αγοράς. Για αυτό το λόγο, θέλησαν οι γράφοντες να εξετάσουν το αντίκτυπο των ασύμμετρων στοιχημάτων στη νευρική δραστηριότητα των συμμετεχόντων, την αυτοαξιολόγηση των συναισθηματικών αντιδράσεων τους και τις επακόλουθες προτιμήσεις χρησιμοποιώντας τη Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (*Functional Magnetic Resonance Imaging – fMRI*).

Στην έρευνα τους έλαβαν μέρος 19 άτομα (10 άνδρες, μέση ηλικία 22). Οι συμμετέχοντες καλούνταν να παίξουν μία σειρά από στοιχήματα τα οποία αντιπροσώπευαν πραγματικά χρήματα. Τα στοιχήματα «Χαμηλής Διακύμανσης» είχαν ίση πιθανότητα (50%) να κερδίσει ή να χάσει \$1.00, ενώ τα στοιχήματα «Υψηλής Διακύμανσης» είχαν ίση πιθανότητα να κερδίσει ή να χάσει \$2.75. Τα στοιχήματα «Θετικής ασυμμετρίας» είχαν πιθανότητα 12.5% να κερδίσει \$7.00 και 87.5% να χάσει \$1.00, ενώ τα στοιχήματα «Αρνητικής ασυμμετρίας» είχαν πιθανότητα 12.5% να χάσει \$7.00 και 87.5% να κερδίσει \$1.00. Σε όλα τα στοιχήματα η αναμενόμενη αξία είναι \$0.

Μετά το τέλος του πειράματος, οι συμμετέχοντες αξιολογούσαν τη διέγερση και την αντίληψη του κινδύνου για το κάθε είδους στοιχίωμα. Οι κατανομές των αποτελεσμάτων των στοιχημάτων διασφάλιζαν ότι όλοι θα αντιμετώπιζαν ίση έκθεση σε όλα τα στοιχήματα και αποτελέσματα πριν αξιολογήσουν τις συναισθηματικές αντιδράσεις τους.

Από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, παρατηρήθηκε ότι τα διαφορετικά στοιχήματα προκάλεσαν διαφορετικά επίπεδα θετικής-αρνητικής διέγερσης και αντίληψης κινδύνου. Συγκεκριμένα, όλα τα στοιχήματα υψηλής διακύμανσης («Υψηλής Διακύμανσης», «Θετικής ασυμμετρίας» και «Αρνητικής ασυμμετρίας») προκαλούσαν περισσότερη θετική διέγερση από ότι τα στοιχήματα «Χαμηλής Διακύμανσης», με περισσότερη να προκαλούν τα στοιχήματα «Θετικής ασυμμετρίας». Αντίστοιχα, ήταν και τα αποτελέσματα αρνητικής διέγερσης, όπου όλα τα στοιχήματα υψηλής διακύμανσης προκαλούσαν περισσότερη

αρνητική διέγερση και την μέγιστη προκαλούσαν τα στοιχήματα «Αρνητικής ασυμμετρίας». Επιπλέον, ως προς την αντίληψη κινδύνου, τα στοιχήματα υψηλής διακύμανσης θεωρούνταν πιο επικίνδυνα από τα στοιχήματα «Χαμηλής Διακύμανσης», όπου περισσότερο επικίνδυνα θεωρήθηκαν τα στοιχήματα «Αρνητικής Ασυμμετρίας». Τέλος, αναφορικά με την προτίμηση των συμμετεχόντων στα στοιχήματα, προτιμήθηκαν τα στοιχήματα «Υψηλής Διακύμανσης» από αυτά της «Χαμηλής Διακύμανσης», ενώ την μικρότερη προτίμηση παρουσίασαν τα στοιχήματα «Αρνητικής ασυμμετρίας».

Αναφορικά με την εγκεφαλική ενεργοποίηση που παρουσίασαν οι συμμετέχοντες στο πείραμα, τα υψηλής διακύμανσης στοιχήματα αύξαναν την ενεργοποίηση στον πρόσθιο διάμεσο εγκέφαλο (*anterior insula*). Στη σύγκριση μεταξύ των υψηλής διακύμανσης στοιχημάτων, η ασυμμετρία προκαλούσε ακόμα μεγαλύτερη ενεργοποίηση στον πρόσθιο διάμεσο εγκέφαλο. Επιπλέον, τα στοιχήματα θετικής ασυμμετρίας σε σχέση με τα στοιχήματα αρνητικής, προκαλούσαν ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα.

Σε συμφωνία με προηγούμενα ευρήματα, η ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα συσχετίζεται με την θετική διέγερση, καθώς αυξανόταν η ενεργοποίηση του επιλεκτικά με τα στοιχήματα «Θετικής ασυμμετρίας». Αντίθετα, η ενεργοποίηση του πρόσθιου διαμέσου εγκεφάλου αυξανόταν και για τα θετικής και για τα αρνητικής ασυμμετρίας στοιχήματα.

Οι γράφοντες υποστηρίζουν ότι τα συμπεριφορικά ευρήματα της έρευνας αποδεικνύουν ότι η ασυμμετρία επηρεάζει τις επιλογές με έναν τρόπο που δεν λογίζεται από τα κανονιστικά οικονομικά ή χρηματοοικονομικά μοντέλα. Η διαφαινόμενη προτίμηση για διακύμανση από τους συμμετέχοντες θα πρέπει να ερευνηθεί περαιτέρω για να διαπιστωθεί εάν αυξάνοντας το μέγεθος των αποτελεσμάτων των στοιχημάτων προκαλείται αποστροφή στη διακύμανση. Επίσης, η ασυμμετρία προκάλεσε συναίσθημα, το οποίο μπορεί να προάγει μετέπειτα επιλογή θετικής ασυμμετρίας στοιχημάτων και αποφυγή των αρνητικής ασυμμετρίας.

Όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα, τα στοιχήματα ασυμμετρίας προκάλεσαν αυξημένη ενεργοποίηση του πρόσθιου διαμέσου εγκεφάλου, ενώ η θετική ασυμμετρία αύξανε και την ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα. Επιπλέον, οι ατομικές διαφορές στην αξιολόγηση των θετικών διεγέρσεων και της ενεργοποίησης του επικλινή πυρήνα προέβλεπαν μετέπειτα προτίμηση στα θετικής ασυμμετρίας στοιχήματα. Σε συνδυασμό, τα αποτελέσματα αυτά

υποδηλώνουν ότι οι επιπτώσεις της θετικής έναντι της αρνητικής ασυμμετρίας δεν μπορεί να επικεντρωθεί σε μία συγκεκριμένη περιοχή του εγκεφάλου.

Οι γράφοντες αναφέρουν η χρήση στοιχημάτων με μηδενική αναμενόμενη τιμή που είχαν στην έρευνα τους, θα πρέπει να διευρυνθεί περαιτέρω με στοιχήματα θετικής και αρνητικής αναμενόμενης αξίας ούτως ώστε να προσδιοριστεί εάν οι συμπεριφορικές και νευρωνικές ανταποκρίσεις στην ασυμμετρία παραμένουν σταθερές σε διαφορετικά πλαίσια.

Θεωρούν, τέλος, ότι θα πρέπει να αναπτυχθεί η αντίληψη του τρόπου που η ασυμμετρία επηρεάζει τη λήψη χρηματοοικονομικών αποφάσεων, κάτι το οποίο θα μπορέσει να βοηθήσει την κατανόηση των αντιδράσεων της κοινής γνώμης στα ακραία οικονομικά γεγονότα και κατ' επέκταση στην οικονομική πολιτική.

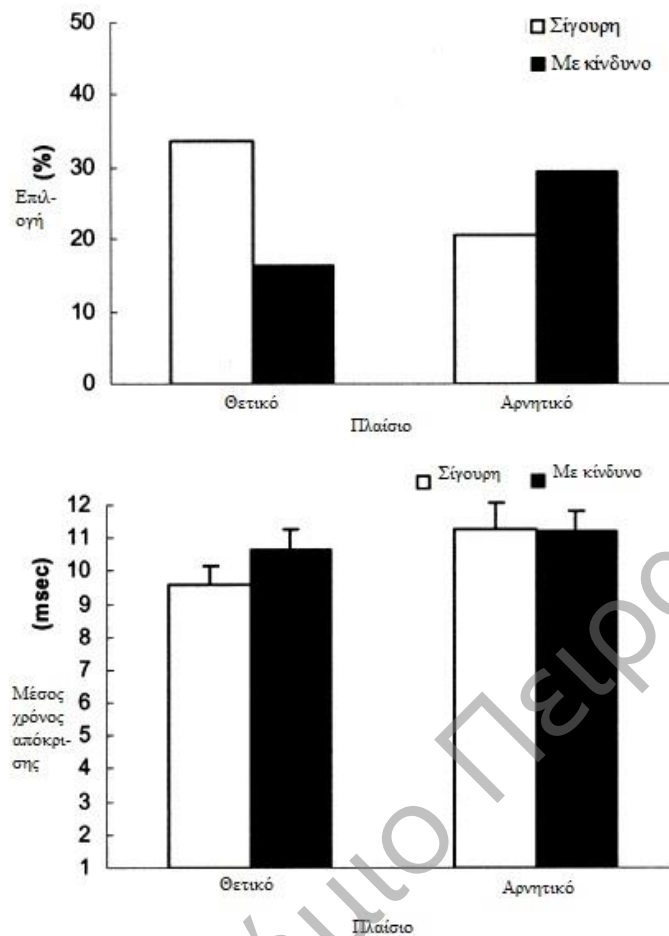
3.9 Gonzalez, C., Dana, J., Koshino, H., Just, M. (2005). *The Framing Effect and Risky decisions: Examining cognitive functions with fMRI*. Journal of Economic Psychology, 26, p.1-20

Οι γράφοντες θέλησαν να εξετάσουν το σφάλμα διατύπωσης (*framing effect*). Το σφάλμα διατύπωσης παρατηρείται όταν η περιγραφή των επιλογών σε όρους κέρδους (θετικό πλαίσιο) αντί ζημιών (αρνητικό πλαίσιο) εγείρει συστηματικά διαφορετικές επιλογές (Βλέπε Κεφ. 2.2.4.1). Λίγες θεωρίες εξηγούν το σφάλμα διατύπωσης χρησιμοποιώντας αρχές γνωστικών πληροφοριών-επεξεργασιών. Στην έρευνα τους θέλησαν να παρουσιάσουν μία επεξηγηματική θεωρία που βασίζεται στις συναλλαγές κόστους-οφέλους που περιγράφονται σε ενδεχόμενες συμπεριφορές. Η θεωρία τους υποστηρίζει ότι όταν τα άτομα εξετάζουν διάφορες επιλογές, προσπαθούν να προσδιορίσουν πως θα λάβουν μία καλή απόφαση, ξοδεύοντας ωστόσο την ελάχιστη γνωστική προσπάθεια.

Τα δεδομένα αυτά συλλέχθηκαν από Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (*Functional Magnetic Resonance Imaging – fMRI*), όπου οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να επιλέξουν ανάμεσα σε μία σίγουρη επιλογή και σε μία επιλογή που εμπειρείχε ρίσκο σε προβλήματα τα οποία είχαν θετικό ή αρνητικό πλαίσιο.

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 15 φοιτητές (10 άνδρες), οι οποίοι κλήθηκαν να κάνουν 20 επιλογές σε 10 διαφορετικά προβλήματα, τα οποία παρουσιάζονταν και με θετικό και με αρνητικό πλαίσιο. Τα προβλήματα παρουσιάζονταν με δύο επιλογές για τους συμμετέχοντες: η μία αφορούσε ένα σίγουρο ενδεχόμενο, ενώ η δεύτερη ένα ενδεχόμενο με κίνδυνο. Η θετική και αρνητική εκδοχή του κάθε προβλήματος παρουσιαζόταν με τυχαία σειρά με μία προϋπόθεση: η παρουσίαση της εκδοχής του κάθε προβλήματος διαχωριζόταν από τουλάχιστον ένα διαφορετικό πρόβλημα. Στην αρχή κάθε δοκιμής παρουσιαζόταν στον συμμετέχοντα για 10 δευτερόλεπτα η παρουσίαση του προβλήματος και στη συνέχεια προσθέτονταν στην οθόνη οι 2 επιλογές για 18 δευτερόλεπτα ούτως ώστε να απαντήσει.

Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:



Εικόνα 3.5 Αποτελέσματα της έρευνας

Πηγή: Gonzalez, C., Dana, J., Koshino, H., Just, M. The Framing Effect and Risky decisions: Examining cognitive functions with fMRI. *Journal of Economic Psychology*, 26, p.1-20, 2015

Τα αποτελέσματα των επιλογών στα προβλήματα με θετικό και αρνητικό πλαίσιο ήταν συνεπή με αποτελέσματα αντίστοιχων ερευνών. Οι συμμετέχοντες επέλεξαν την σίγουρη επιλογή συχνότερα όταν απαντούσαν σε προβλήματα με θετικό πλαίσιο, ενώ όταν απαντούσαν σε προβλήματα με αρνητικό πλαίσιο επέλεξαν συχνότερα την επιλογή με κίνδυνο. Συγκεκριμένα, το ποσοστό των επιλογών με κίνδυνο ήταν 33% με θετικό πλαίσιο και 59% με αρνητικό.

Επιπλέον, οι γράφοντες θέλησαν να μετρήσουν και τον χρόνο απόκρισης των απαντήσεων των συμμετεχόντων. Η μέτρηση έδειξε ότι ο χρόνος απόκρισης στα προβλήματα με αρνητικό πλαίσιο ήταν μεγαλύτερος από αυτά με θετικό, ενώ δεν υπήρξε κάποια ιδιαίτερη διαφορά όσον αφορά τον χρόνο απόκρισης στην επιλογή της σίγουρης ή με κίνδυνο επιλογής.

Τα δεδομένα του fMRI έδειξαν ότι η ενεργοποίηση περιοχών του εγκεφάλου ήταν διαφορετική ανάμεσα σε σίγουρες και με κίνδυνο επιλογές, ωστόσο αυτό ίσχυε μόνο για τα προβλήματα με θετικό πλαίσιο και όχι σε αυτά με αρνητικό. Η επιλογή των ενδεχομένων με κίνδυνο στα θετικά προβλήματα οδηγούσαν σε υψηλότερη ενεργοποίηση στις μετωπιαίες, βρεγματικές και ινιακές περιοχές, από ότι η επιλογή ασφαλών ενδεχομένων. Στα αρνητικά προβλήματα, η ενεργοποίηση ήταν σχεδόν ίδια ανεξάρτητα την επιλογή. Ωστόσο, η επίδραση της διαφορετικής ενεργοποίησης δεν φάνηκε να προέρχεται από το πλαίσιο, αλλά από τον κίνδυνο των επιλογών. Η επιλογή των ενδεχομένων με κίνδυνο παρήγαγε υψηλότερη ενεργοποίηση στις μετωπιαίες και βρεγματικές περιοχές από ότι τα ασφαλή ενδεχόμενα.

Επιπλέον, η γνωστική προσπάθεια που εμπλέκεται στην επιλογή ασφαλών ή με κίνδυνο ενδεχομένων εξαρτάται από το πλαίσιο των ενδεχομένων. Η ασφαλής επιλογή, σύμφωνα με τα στοιχεία του fMRI, φαίνεται ότι είναι λιγότερο δαπανηρή, σε όρους γνωστικής προσπάθειας, από ότι είναι η επιλογή με κίνδυνο όταν οι επιλογές έχουν θετικό πλαίσιο. Θεωρούν ότι η σχέση μεταξύ ελαχιστοποίησης της γνωστικής προσπάθειας και ελαχιστοποίησης του συναισθήματος της δυσαρέσκειας είναι εύκολα επιλύσιμη σε θετικό πλαίσιο. Αντίθετα, σε αρνητικό πλαίσιο αυτή η σχέση είναι δύσκολο να λυθεί διότι και η ασφαλής και η με κίνδυνο επιλογή εμπεριέχουν κόστος. Η επιλογή με κίνδυνο προϋποθέτει από το άτομο να υπολογίσει την αναμενόμενη τιμή και το συναισθηματικό κόστος που εμπεριέχεται στην πιθανότητα να δεχθεί μία ζημία. Ωστόσο, η σίγουρη επιλογή εμπεριέχει μεγαλύτερο συναισθηματικό κόστος ζητώντας από το άτομο να δεχθεί ένα εγγυημένα αρνητικό ενδεχόμενο.

Επιπλέον, μελέτες fMRI έχουν δείξει ότι τα άτομα όταν βρίσκονται σε καταστάσεις όπου έρχονται σε σύγκρουση με τις ηθικές αξίες τους παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα δραστηριότητας στις μετωπιαίες και βρεγματικές περιοχές. Όπως και στην συγκεκριμένη περίπτωση, η επιλογή μιας σίγουρης εναλλακτικής η οποία χρειάζεται μειωμένη γνωστική προσπάθεια, αλλά οδηγεί σε αρνητικό ενδεχόμενο αυξάνει τη δραστηριότητα στις προαναφερθείσες περιοχές. Συγκεκριμένα, καθώς τα άτομα φαντάζονται τις συνέπειες μίας εγγυημένα αρνητικής επιλογής, παρουσιάζουν αυξημένη δραστηριότητα στον βρεγματικό φλοιό και καθώς αναλογίζονται τη σύγκρουση μεταξύ των αξιών τους και των συνεπειών της απόφασής τους, βιώνουν μία συναισθηματική αντίδραση που παρατηρείται με την αυξημένη δραστηριότητα στον μετωπιαίο φλοιό.

Οι γράφοντες θεωρούν ότι τα ευρήματα της έρευνας τους είναι μία καλή αρχή να κατανοήσουμε πως οι γνωστικές και οι συναισθηματικές διεργασίες καθορίζουν τις αποφάσεις.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

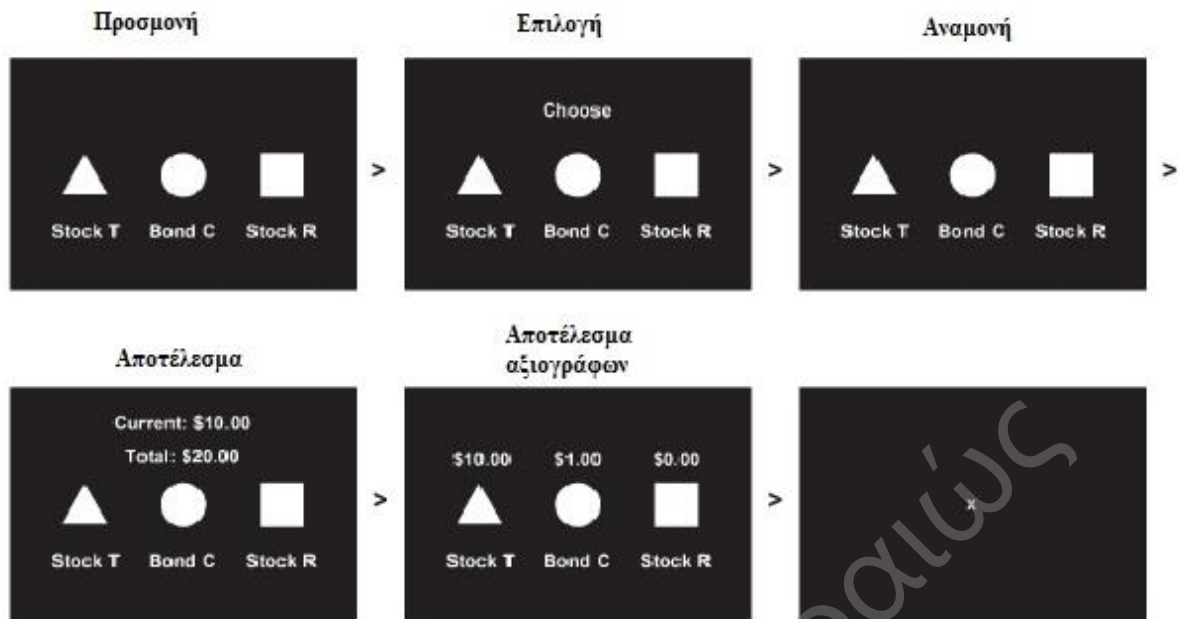
3.10 Kuhnen, C., Knutson, B. (2005). *The Neural Basis of Financial Risk Taking. Neuron, V. 47, p.763-770*

Οι επενδυτές, όπως αναφέρουν οι γράφοντες, αποκλίνουν συστηματικά από τον ορθολογισμό όταν λαμβάνουν χρηματοοικονομικές αποφάσεις, ωστόσο οι μηχανισμοί που είναι υπεύθυνοι για αυτές τις αποκλίσεις δεν έχουν ακόμα αναγνωρισθεί. Στην έρευνα τους προσπάθησαν να εξετάσουν εάν η νευρική ενεργοποίηση που συνδέεται με συναισθήματα προσμονής μπορεί να προβλέψει τις χρηματοοικονομικές επιλογές.

Οι στόχοι της έρευνας είναι να προσδιορίσουν εάν η δραστηριότητα, που οφείλεται στην προσμονή, στον επικλινή πυρήνα (*nucleus accumbens*) και στον πρόσθιο διάμεσο εγκέφαλο (*anterior insula*) θα μπορούσε να προβλέψει επιλογές αποστροφής ή αναζήτησης κινδύνου, καθώς και να εξετάσουν εάν η δραστηριότητα σε αυτές τις περιοχές προηγείται από βέλτιστες και υποβέλτιστες επιλογές.

Για να εξετάσουν την επιρροή της νευρικής δραστηριότητας λόγω προσμονής ανάληψης χρηματοοικονομικού κινδύνου, χρησιμοποίησαν μία δυναμική επενδυτική διαδικασία, συλλέγοντας στοιχεία από Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (*Functional Magnetic Resonance Imaging – fMRI*). Στο πείραμα τους, συνέκριναν τις πραγματικές επενδυτικές επιλογές των συμμετεχόντων με αυτές ενός ορθολογικού και ουδέτερου στον κίνδυνο υποθετικού ατόμου το οποίο μεγιστοποιεί την αναμενόμενη ωφελιμότητα. Οι υποβέλτιστες επιλογές χαρακτηρίζονταν ως αποκλίσεις από αυτό το μοντέλο και ορίζονταν είτε ως «λάθη αναζήτησης κινδύνου» (όπου ανέλαβαν ρίσκο όταν δεν έπρεπε) και «λάθη αποστροφής κινδύνου» (όπου απέφυγαν το ρίσκο όταν δεν έπρεπε).

Στο πείραμα έλαβαν μέρος 19 άτομα (9 άντρες, μέση ηλικία 27, εύρος ηλικίας 24-39, δεξιόχειρες). Η πληρωμή τους για την επενδυτική διαδικασία θα ήταν \$20, τα οποία είτε θα αυξάνονταν είτε θα μειώνονταν ανάλογα με την επίδοσή τους. Η όλη διαδικασία αφορούσε 20 επαναλήψεις των 10 δοκιμών. Κατά τη διάρκεια της κάθε δοκιμής, οι συμμετέχοντες έβλεπαν αρχικά μία εικόνα με ένα ομόλογο και 2 μετοχές (Προσμονή) και όταν εμφανιζόταν η λέξη «Επιλογή», έπρεπε να επιλέξουν ένα από τα τρία (Επιλογή). Στη συνέχεια περίμεναν για λίγο (Αναμονή) και εμφανιζόταν τα κέρδη/ζημίες τους για τη συγκεκριμένη δοκιμή καθώς και τα συνολικά τους (Αποτέλεσμα). Τέλος, εμφανίζονταν τα αποτελέσματα του κάθε αξιογράφου για την συγκεκριμένη δοκιμή και μία τελική εικόνα με ένα X.



Εικόνα 3.6 Δομή της επενδυτικής δοκιμασίας

Πηγή: Kuhnen, C., Knutson, B. The Neural Basis of Financial Risk Taking. *Neuron*, V. 47, p.763-770, September 2005

Στην αρχή κάθε επανάληψης επιλέγεται τυχαία μία από τις δύο μετοχές να είναι η «καλή» μετοχή, ενώ η άλλη η «κακή», χωρίς να το γνωρίζουν οι συμμετέχοντες. Τα ενδεχόμενα της «καλής» μετοχής ήταν +\$10 με 50% πιθανότητα, +\$0 με 25% και -\$10 με 25%. Αντίστροφα, τα ενδεχόμενα της «κακής» μετοχής είναι +\$10 με 25% πιθανότητα, +\$0 με 25% και -\$10 με 50%. Το ομόλογο έχει κέρδος \$1 με 100% πιθανότητα.

Η ανάλυση των στοιχείων του εγκεφάλου που συνέλλεξαν επικεντρώθηκε στις αλλαγές στην ενεργοποίηση πριν το αποτέλεσμα, το αποτέλεσμα των αξιογράφων και τις περιόδους προσμονής πριν από την επιλογή. Τα αποτελέσματα κέρδους, έπειτα από επιλογή μετοχής, συνδέονταν με αυξημένη ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα και του έσω προμετωπιαίου φλοιού (MPFC). Αντίστροφα, τα αποτελέσματα ζημίας συνδέονταν με αυξημένη ενεργοποίηση του πρόσθιου διάμεσου εγκεφάλου.

Παρατηρήθηκε, επίσης, ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα και του πρόσθιου διάμεσου εγκεφάλου με την προσμονή κέρδους που συσχετιζόταν με την ακόλουθη επιλογή, οι οποίες με τη σειρά τους εξαρτιόνταν από την προηγούμενη επιλογή. Η ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα λόγω της προσμονής αύξανε τις πιθανότητες επιλογής μετοχής, μόνο εάν η

προηγούμενη επιλογή ήταν ομόλογο. Όταν η προηγούμενη επιλογή ήταν μετοχή, η ενεργοποίηση του πρόσθιου διάμεσου εγκέφαλου λόγω προσμονής αύξανε την πιθανότητα αντίστοιχα της επιλογής του ομολόγου. Η ενεργοποίηση του έσω προμετωπιαίου φλοιού (MPFC) δεν συσχετίζεται με την μετέπειτα επιλογή. Επομένως, η υψηλή ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα προηγούνται της μεταστροφής σε επιλογές αναζήτησης ρίσκου, ενώ η ενεργοποίηση του πρόσθιου διάμεσου εγκέφαλου προηγούνται επιλογών αποστροφής ρίσκου.

Επιπλέον, η ενεργοποίηση αυτών των δύο περιοχών του εγκεφάλου συσχετίζεται με τον τύπο των λαθών που πραγματοποιούσαν. Όταν η προηγούμενη επιλογή ήταν χωρίς κίνδυνο, η ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα λόγω προσμονής αύξανε την πιθανότητα λάθους αναζήτησης ρίσκου και αντίστοιχα μειώνει την πιθανότητα λάθους αποστροφής κινδύνου. Όταν η προηγούμενη επιλογή εμπεριείχε ρίσκο, η ενεργοποίηση του πρόσθιου διάμεσου εγκέφαλου αύξανε την πιθανότητα λάθους αποστροφής κινδύνου.

Τα ευρήματα των γραφόντων επαληθεύουν την υπόθεση ότι ο επικλινής πυρήνας αντιπροσωπεύει την πρόβλεψη κέρδους (Knutson et al., 2001), ενώ ο πρόσθιος διάμεσος εγκέφαλος αντιπροσωπεύει την πρόβλεψη ζημίας (Paulus et al., 2003). Τα αποτελέσματα, επίσης, δείχνουν ότι η ενεργοποίηση των νευρικών συστημάτων λόγω προσμονής μπορεί να προωθήσει ανορθολογικές επιλογές. Επομένως, η λήψη χρηματοοικονομικών αποφάσεων προϋποθέτει μία ισορροπία, διότι η υπερβολική ενεργοποίηση ενός από τους μηχανισμούς μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες επιλογές.

3.11 Barton J., Berns G., Brooks A. (2012). *The neuroscience behind the stock market's reaction to corporate earnings news.* The Accounting Review in Press

Η ανακοίνωση των εταιρικών κερδών είναι ένα από τα γεγονότα που αναμένονται με μεγάλη προσδοκία για τις εισηγμένες εταιρείες. Εάν, τα κέρδη ανταποκρίνονται ή και ξεπερνούν τις προσδοκίες, τότε υπάρχει η τάση να ανεβαίνει η τιμή της μετοχής και να υπάρχει θετικό κλίμα για τη διοίκηση. Αντίστροφα, η αποτυχία να ανταποκριθούν στις προβλέψεις μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς συνθήκες και μεγάλη απώλεια κερδών.

Οι ερευνητές θέλησαν μέσω της Λειτουργικής Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού (*Functional Magnetic Resonance Imaging – fMRI*) να εξερευνήσουν πώς επεξεργάζεται ο ανθρώπινος εγκέφαλος τις εκπλήξεις στις ανακοινώσεις των κερδών. Οι ανακοινώσεις κερδών μεταφέρουν πληροφορίες στους επενδυτές όμοιες με αυτές της ανταμοιβής και της ποινής. Η ικανότητα του εγκεφάλου να επεξεργαστεί τις ανταμοιβές και τις ποινές είναι σημαντική για την ικανότητα του να λάβει αποφάσεις που σχετίζονται με όλες τις φάσεις της ζωής ενός ατόμου. Επιπλέον, στοιχεία έχουν δείξει ότι οι νευρώνες που είναι υπεύθυνοι για την ντοπαμίνη στον ανθρώπινο εγκέφαλο, ιδιαίτερα στο κοιλιακό ραβδωτό σώμα (*ventral striatum*), κωδικοποιούν τα σφάλματα πρόβλεψης ανταμοιβής (Montague et al. 1996; Schultz et al. 1997; Niv 2009). Έτσι, οι νευρώνες σε αυτή την περιοχή ενεργοποιούνται περισσότερο όταν η πρόβλεψη ήταν χαμηλότερη από το αποτέλεσμα, ενώ μειώνεται η δραστηριότητα τους όταν η πρόβλεψη ήταν υψηλότερη από το αποτέλεσμα.

Μέσα από την έρευνα τους, θέλησαν να εξετάσουν τρεις υποθέσεις. Η πρώτη και κύρια είναι εάν οι εκπλήξεις, όσον αφορά τις ανακοινώσεις κερδών, επεξεργάζονται στο κοιλιακό ραβδωτό σώμα, αναμένοντας ότι θα αυξηθεί η δραστηριότητα στο κοιλιακό ραβδωτό σώμα όταν υπάρχει σφάλμα θετικής ανταμοιβής και θα μειωθεί όταν υπάρχει σφάλμα αρνητικής ανταμοιβής, ενώ περιμένουν ότι δεν θα υπάρξει κάποια αλλαγή αν τα κέρδη ανταποκρίνονται στις προσδοκίες.

Η δεύτερη υπόθεση αφορά εάν η ανακοίνωση των αποδόσεων των μετοχών συσχετίζεται θετικά με την ενεργοποίηση στο κοιλιακό ραβδωτό σώμα, ενώ η τρίτη υπόθεση τους αφορά την αντίδραση της αγοράς στις ανακοινώσεις κερδών και το γεγονός ότι οι επενδυτές που

παρουσιάζουν υψηλότερη ενεργοποίηση στο κοιλιακό ραβδωτό σώμα, δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα σε αυτά τα νέα.

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 35 άτομα (27 άνδρες, μέση ηλικία 28) με γνώσεις αναφορικά με τις επενδύσεις. Το κάθε άτομο καλούνταν να προβλέψει κέρδη ανά μετοχή 60 πραγματικών εταιρειών έχοντας στη διάθεση του τα τωρινά κέρδη ανά μετοχή και προβλέψεις αναλυτών για τα 3 προηγούμενα έτη και πρόβλεψη για το τρέχον έτος. Στη συνέχεια καλούνται να πάρουν μία θέση πώλησης (short) ή αγοράς (long) για την κάθε μετοχή με βάση την πρόβλεψη που έχουν.

Αφού ολοκλήρωναν τις επιλογές τους, κατευθύνονταν στον σαρωτή fMRI, όπου για κάθε μετοχή εμφανίζονταν τρεις διαδοχικές οθόνες με πληροφορίες. Η πρώτη εικόνα εμφάνιζε την ιστορική απόδοση της μετοχής, την πρόβλεψη του ατόμου και την θέση που είχε πάρει. Η δεύτερη οθόνη παρουσίαζε τα πραγματικά κέρδη της μετοχής και τη διαφορά με την πρόβλεψη του συμμετέχοντα, αλλά και τη διαφορά με αυτήν της πρόβλεψης των αναλυτών. Η τελευταία εικόνα έδειχνε το κέρδος ή τη ζημία του συμμετέχοντα από την επένδυση του. Η αμοιβή τους ήταν \$50, ενώ επιλεγόταν τυχαία μία από τις 60 μετοχές και το αποτέλεσμα της επένδυσης τους προσθέτονταν ή αφαιρούνταν από το αρχικό ποσό.

Αναφορικά με τα αποτελέσματα της έρευνας, η κύρια υπόθεση τους επαληθεύτηκε. Συγκεκριμένα, φαίνεται ότι οι πληροφορίες των επενδυτών για τα κέρδη επεξεργάζονται στο κοιλιακό ραβδωτό σώμα. Όταν τα κέρδη ήταν μεγαλύτερα από τις προσδοκίες των επενδυτών παρουσιαζόταν αύξηση της δραστηριότητας, ενώ όταν οι προσδοκίες ήταν μεγαλύτερες από τα κέρδη μειωνόταν η δραστηριότητα. Στην περίπτωση που ήταν ίσα, τότε δεν παρουσιαζόταν κάποια διαφορά στην ενεργοποίηση του κοιλιακού ραβδωτού σώματος. Αξίζει να αναφερθεί ότι το σήμα που λάμβανε ο σαρωτής στην αρνητική έκπληξη ήταν διπλάσιο, σε απόλυτη τιμή, από το σήμα στην θετική έκπληξη (μέση τιμή -0.29 και 0.16) δείχνοντας ότι η ζημία έχει μεγαλύτερη επίδραση στο άτομο από ότι τα κέρδη.

Η δεύτερη υπόθεση τους επαληθεύτηκε επίσης εφόσον παρατηρήθηκε αύξηση στην ενεργοποίηση του κοιλιακού ραβδωτού σώματος με την ανακοίνωση των κερδών των μετοχών.

Τέλος, η μελέτη της τρίτης υπόθεσης έδειξε ότι οι επενδυτές που παρουσιάζουν μεγαλύτερη ενεργοποίηση, όπου δηλαδή η έκπληξη τους είναι μεγαλύτερη, δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα στις ανακοινώσεις των κερδών.

Οι ερευνητές θεωρούν ότι λόγω των περιορισμών στον σχεδιασμό του πειράματος, τα αποτελέσματα τους θα πρέπει να ερμηνευθούν με προσοχή. Ιδανικά αποτελέσματα θα λάμβαναν εάν τα δεδομένα συλλέγονταν στον πραγματικό χρόνο που γίνονταν οι ανακοινώσεις των κερδών. Ωστόσο, πιστεύουν ότι μέσω της έρευνας τους η χρήση της γνωστικής νευροεπιστήμης και του fMRI μπορούν να βοηθήσουν στο να απαντηθούν σημαντικά λογιστικά ζητήματα. Η μελέτη τους δείχνει ότι η νευροεπιστήμη και οι μέθοδοι της μπορούν να ρίξουν φως στην σχέση μεταξύ του ανθρώπινου εγκεφάλου και των χρηματοοικονομικών.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

**3.12 Samanez-Larkin, G., Kuhnen, C., Yoo, D., Knutson, B. (2010).
Variability in Nucleus Accumbens Activity mediates Age-Related Suboptimal
Financial Risk Taking. The Journal of Neuroscience, 1464, p.1426-1434**

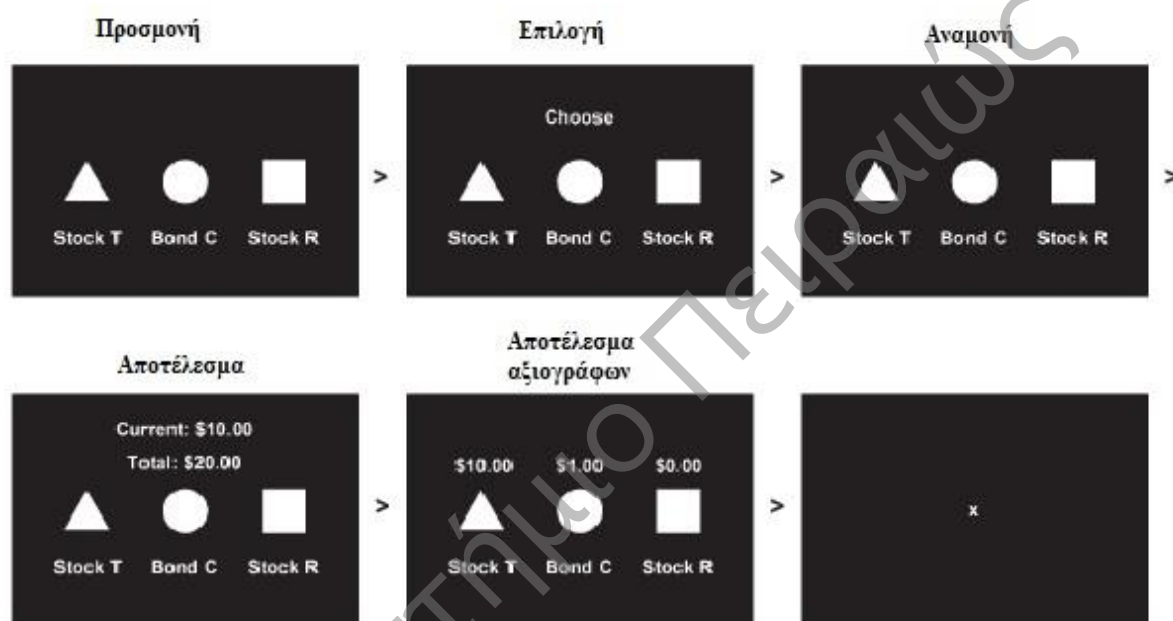
Καθώς το προσδόκιμο ζωής αυξάνεται, οι χρηματοοικονομικές επιλογές των μεγάλων σε ηλικία επενδυτών μπορεί να έχουν αυξημένο αντίκτυπο στην παγκόσμια οικονομία. Παρόλο, που η ικανότητα λήψης σημαντικών αποφάσεων αυξάνεται παράλληλα με την ηλικία, δεν έχουν γίνει πολλές έρευνες που να μελετούν πώς η γήρανση επηρεάζει τη λήψη χρηματοοικονομικών αποφάσεων. Οι γράφοντες προσπάθησαν με την έρευνα τους να εξετάσουν το ρόλο που έχει η διαφορά της ηλικίας σε αυτές τις αποφάσεις.

Στην έρευνα τους συμμετείχαν 110 άτομα (μέση ηλικία 51.4, εύρος 19-85 χρονών, 53 άντρες). Όλα τα άτομα ολοκλήρωσαν το τεστ, αλλά οι 54 από αυτούς (μέση ηλικία 51.3, εύρος 21-85 χρονών, 26 άντρες) πήραν μέρος στο τεστ μέσω της Λειτουργικής Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού (*Functional Magnetic Resonance Imaging – fMRI*). Η πληρωμή για τη συμμετοχή τους ήταν \$20 την ώρα, καθώς και το 1/10 των συνολικών τους κερδών κατά τη διάρκεια του τεστ, ενώ υπήρχε παράλληλα η πιθανότητα να χάσουν χρήματα από το τεστ τα οποία θα αφαιρούνταν από τη συνολική πληρωμή τους.

Η όλη διαδικασία αφορούσε 10 επαναλήψεις των 10 δοκιμών. Κατά τη διάρκεια της κάθε δοκιμής, οι συμμετέχοντες έβλεπαν αρχικά μία εικόνα με ένα ομόλογο και 2 μετοχές (Προσμονή) και όταν εμφανιζόταν η λέξη «Επιλογή», έπρεπε να επιλέξουν ένα από τα τρία (Επιλογή). Στη συνέχεια περίμεναν για λίγο (Αναμονή) και εμφανιζόταν τα κέρδη/ζημιές τους για τη συγκεκριμένη δοκιμή καθώς και τα συνολικά τους (Αποτελεσμα). Τέλος, εμφανίζονταν τα αποτελέσματα του κάθε αξιογράφου για την συγκεκριμένη δοκιμή και μία τελική εικόνα με ένα X.

Στην αρχή κάθε επανάληψης επιλέγεται τυχαία μία από τις δύο μετοχές να είναι η «καλή» μετοχή, ενώ η άλλη η «κακή», εις γνώσει των συμμετεχόντων. Τα ενδεχόμενα της «καλής» μετοχής ήταν +\$10 με 50% πιθανότητα, +\$0 με 25% και -\$10 με 25%. Αντίστροφα, τα ενδεχόμενα της «κακής» μετοχής είναι +\$10 με 25% πιθανότητα, +\$0 με 25% και -\$10 με 50%. Το ομόλογο έχει κέρδος \$1 με 100% πιθανότητα.

Για να γίνει η σύγκριση με τις επιλογές των συμμετεχόντων, οι ερευνητές καθόρισαν ένα «μοντέλο πρότυπο» ενός ορθολογικού επενδυτή ουδέτερου στον κίνδυνο, θεωρώντας ότι η βέλτιστη στρατηγική είναι η επιλογή μιας μετοχής η οποία δίνει το λιγότερο όσα κέρδη δίνει το ομόλογο. Για κάθε δοκιμή, συνέκριναν τις επιλογές των συμμετεχόντων με αυτές του «μοντέλου προτύπου». Εάν, οι επιλογή παρέκκλινε από την βέλτιστη του μοντέλου, τότε χαρακτηριζόταν υποβέλτιστη και διαχωριζόταν σε 3 είδη, ανάλογα με την «λάθος» επιλογή του ατόμου.



Εικόνα 3.7 Δομή της επενδυτικής δοκιμασίας

Πηγή: *Kuhnen, C., Knutson, B. The Neural Basis of Financial Risk Taking. Neuron, V. 47, p.763-770, September 2005*

Σχετικά με τη συμπεριφορική απόδοση των συμμετεχόντων, διαφάνηκε να υπάρχει μία σημαντική σχέση μεταξύ των ορθολογικών επιλογών στο πείραμα και των πραγματικών περιουσιακών στοιχείων. Τα άτομα που είχαν μεγαλύτερα ποσοστά ορθολογικών επιλογών στο πείραμα, είχαν επίσης περισσότερα περιουσιακά στοιχεία. Επιπλέον, οι ορθολογικές επιλογές είχαν την τάση να μειώνονται καθώς η ηλικία αυξανόταν. Αντίστροφα, τα επενδυτικά λάθη αυξάνονταν με την ηλικία, όπου υπήρχε σημαντική αύξηση στα λάθη αναζήτησης κινδύνου, ενώ τα λάθη αποστροφής του κινδύνου δεν παρουσίασαν κάποια αλλαγή. Συγκεκριμένα, τα λάθη αναζήτησης κινδύνου αποτέλεσαν το 32% των επιλογών των ατόμων ηλικίας 67-85 ενώ στις ηλικίες 19-35 αποτέλεσαν το 24%.

Όσον αφορά τη νευροαπεικόνιση, προσπάθησαν να αναγνωρίσουν σημεία που θα μπορούσαν να ευθύνονται για τις αλλαγές στις επενδυτικές επιλογές ανάλογα με την ηλικία. Μία πιθανή εξήγηση είναι ότι με την ηλικία, εξασθενεί η δύναμη των νευρικών αποκρίσεων σε ερεθίσματα, όπου με τη σειρά του επηρεάζει τη διαδικασία επιλογής. Σε όλους τους συμμετέχοντες παρατηρήθηκε αύξηση της ενεργοποίησης στον έσω προμετωπιαίο φλοιό (MFPC), επικλινή πυρήνα και πρόσθιο κερκοφόρο (*anterior caudate*) σε απόκριση των αποτελεσμάτων κέρδους και ζημίας. Επιπλέον, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της ενεργοποίησης στους μεγάλους σε ηλικία, στην κάτω μετωπιαία (*inferior frontal gyri*) και κροταφική έλικα (*temporal gyri*). Οι ερευνητές εξέτασαν επίσης την πιθανότητα η ευαισθησία στα αποτελέσματα να συνδέεται με τα επενδυτικά λάθη που προκύπτουν με την ηλικία, ωστόσο δεν βρέθηκε να υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ τους.

Όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα, οι μεγαλύτεροι σε ηλικία κάνουν περισσότερα λάθη αναζήτησης κινδύνου, τα οποία συνοδεύονταν από αυξημένη ενεργοποίηση στον επικλινή πυρήνα, το οποίο υποδεικνύει ότι μπορεί να υπάρχει κάποιο έλλειμμα που σχετίζεται με την ηλικία και προωθεί τα συγκεκριμένα λάθη.

Οι ερευνητές εξέτασαν επίσης την πιθανότητα η συνδεσιμότητα μεταξύ περιοχών του εγκεφάλου να επηρεάζει τις αποφάσεις. Βρέθηκε ότι, ανεξάρτητα από την ηλικία, τα άτομα που είχαν μειωμένη συνδεσιμότητα μεταξύ του επικλινή πυρήνα και της κάτω μετωπιαίας έλικας/νησίδας (*inferior frontal gyrus/insula*) έκαναν περισσότερα λάθη αναζήτησης κινδύνου. Επίσης, παρόλο που η συνδεσιμότητα μεταξύ του επικλινή πυρήνα και της πρόσθιας μοίρας της έλικας του προσαγωγίου (*anterior cingulate*) μειώνεται με την ηλικία, δεν παρατηρήθηκε κάποια συσχέτιση με τα λάθη αναζήτησης κινδύνου.

Οι ερευνητές καταλήγουν ότι εάν οι αλλαγές στις νευρικές λειτουργίες, με την ηλικία, συστηματικά επηρεάζουν τις χρηματοοικονομικές αποφάσεις, τότε μπορεί να υπάρχουν σημαντικές επιπτώσεις στις οικονομικές προβλέψεις και στην πολιτική. Στην έρευνα τους, οι γηραιότεροι συμμετέχοντες έκαναν συχνότερα επενδυτικά λάθη σε σχέση με τους νεότερους, πιθανότητα λόγω της διαφορετικής αντιπροσώπευσης της αναμενόμενης αξίας. Σύμφωνα με αυτή την ερμηνεία, η διακύμανση στη δραστηριότητα του επικλινή πυρήνα ελαττώνει την ακρίβεια των προβλέψεων των μεγαλύτερων ατόμων, με αποτέλεσμα την λήψη λάθος αποφάσεων, καταλήγοντας ότι θα πρέπει να εξεταστούν τρόποι για την βελτίωση αυτών των επιδράσεων λόγω της ηλικίας.

3.13 Kuhnen, C., Chiao, J. (2009). Genetic Determinants of Financial Risk Taking. PLoS ONE, Vol. 4, No.2

Οι προτιμήσεις κινδύνου περιγράφουν την προθυμία των ανθρώπων να αναλάβουν ή όχι κάποιον κίνδυνο σε διάφορες πτυχές της καθημερινότητας, όπως οι χρηματοοικονομικές επιλογές και είναι βασικό κομμάτι κάθε μοντέλου της οικονομικής συμπεριφοράς. Η προθυμία να αναλάβουν χρηματοοικονομικούς κινδύνους, μπορεί να εξηγηθεί, εν μέρει, από διαφορές που παρουσιάζονται σε κληρονομικά χαρακτηριστικά.

Σε παλαιότερες μελέτες, η αναγνώριση συγκεκριμένων γονιδίων που επηρεάζουν την προτίμηση στους χρηματοοικονομικούς κινδύνους δεν ήταν εφικτή. Πρόσφατες, ωστόσο, μελέτες τονίζουν τη σημασία των νευροδιαβιβαστών ντοπαμίνης και σεροτονίνης στη λήψη αποφάσεων. Επιπλέον, οι δραστηριότητες στον πρόσθιο λοβό και στον επικλινή πυρήνα, οι οποίες είναι περιοχές που δραστηριοποιούνται η ντοπαμίνη και η σεροτονίνη, συνδέονται με τη συμπεριφορά αναφορικά με την ανάληψη οικονομικού κινδύνου.

Με αυτά τα δεδομένα, οι Kuhnen και Chiao (2009) επιχείρησαν να εξετάσουν εάν οι γενετικές διαφορές μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορές στις επιλογές ανάληψης οικονομικού κινδύνου. Συγκεκριμένα, επικεντρώθηκαν σε δύο γονίδια που μπορεί να έχουν ρόλο σε αυτή τη διαδικασία: τον μεταφορέα σεροτονίνης, 5-HTTLPR και τον υποδοχέα της ντοπαμίνης D4, DRD4.

Στο πείραμα που διενήργησαν έλαβαν μέρος 65 συμμετέχοντες, 26 άνδρες και 39 γυναίκες, με μέση ηλικία 22,4 χρόνια και τυπική απόκλιση 4,9 χρόνων, όπου αφού ολοκληρώθηκε, στη συνέχεια οι συμμετέχοντες γονοτυπήθηκαν ως προς τα δύο γονίδια προς εξέταση.

Το δείγμα αποτελούνταν από 21 άτομα (8 άνδρες) που διέθεταν την κοντή εκδοχή του αλληλόμορφου και 44 άτομα (18 άνδρες) που διέθεταν μία ή δύο μακριές εκδοχές του αλληλόμορφου 5-HTTLPR¹⁴. Επιπλέον, αναφορικά με το γονίδιο DRD4, 15 άτομα (8 άνδρες) διέθεταν την εκδοχή 7-επαναλαμβανόμενο αλληλόμορφο, ενώ οι υπόλοιποι 50 (18 άνδρες) διέθεταν διαφορετική εκδοχή.

¹⁴ Το 5-HTTLPR αποτελείται από 44 βάσεις, οι οποίες σχηματίζουν είτε μία μακριά (l) ή κοντή (s) εκδοχή του αλληλόμορφου.

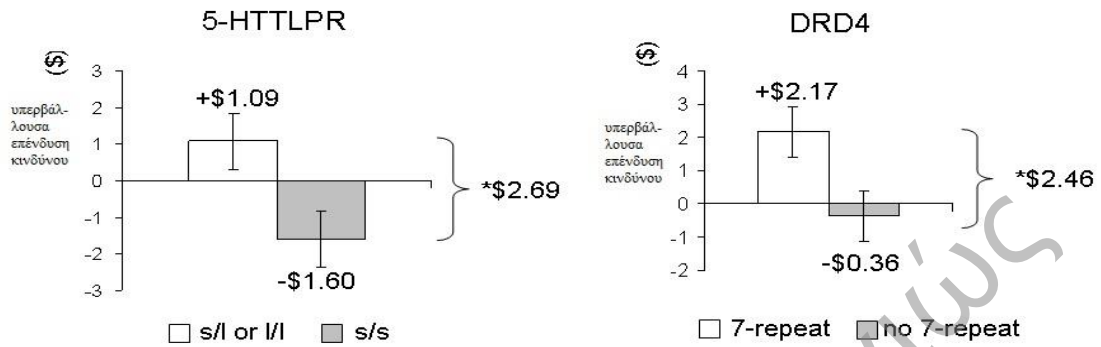
Στους συμμετέχοντες δινόταν ένα ποσό T \$, το οποίο ήταν 8 \$ ή 13 \$, καθώς και ένα ποσό 15 \$ στην αρχή κάθε στοιχήματος, από τα συνολικά 96. Αυτά τα χρήματα μπορούσαν να τα επενδύσουν σε δύο επιλογές, μία με ρίσκο και μία χωρίς. Στην οθόνη των συμμετεχόντων εμφανίζονταν οι αποδόσεις για δύο ενδεχόμενα της επιλογής με κίνδυνο, με θετική και αρνητική απόδοση και ίση πιθανότητα να συμβούν, καθώς και μία απόδοση χωρίς κίνδυνο. Επέλεξαν ένα ποσό που θα επένδυαν στην επιλογή με τον κίνδυνο και αυτόματα το υπολειπόμενο ποσό επενδυόταν στην επιλογή χωρίς κίνδυνο. Μετά το τέλος όλων των δοκιμών, ο κάθε συμμετέχων διάλεγε τυχαία από μία γυάλα, μία μπάλα με έναν αριθμό μεταξύ του 1 έως 96. Ο αριθμός θα καθόριζε από ποιο στοιχείο που είχε ολοκληρώσει προηγουμένως θα πληρωνόταν. Εάν σε κάποιο από τα πειράματα είχε απαντήσει λάθος ή καθυστέρουσε να απαντήσει πέρα από το όριο των 6 δευτερολέπτων, τότε θεωρούνταν άκυρο. Επομένως, η πληρωμή του κάθε συμμετέχοντα εξαρτιόταν από το αποτέλεσμα των απαντήσεων του.

Το ποσό των χρημάτων που επένδυαν στην επιλογή με τον κίνδυνο ήταν κατά μέσο όρο 9.78 \$ με τυπική απόκλιση 7.16 \$. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι συμμετέχοντες έτειναν να επενδύουν περισσότερα χρήματα στην επιλογή με τον κίνδυνο όταν η αναμενόμενη απόδοση ήταν υψηλότερη, όταν η τυπική απόκλιση της απόδοσης ήταν χαμηλή ή όταν η απόδοση της επιλογής χωρίς κίνδυνο ήταν πολύ χαμηλή. Επιπλέον, όσο μεγαλύτερο ήταν το διαθέσιμο ποσό για επένδυση, τόσο μεγαλύτερο ήταν και το ποσό που διέθεταν στην επιλογή με κίνδυνο.

Οι γράφοντες είχαν κατασκευάσει ένα μοντέλο αναφοράς, όπου είχε προβλέψει τα πιθανά ποσά που θα επενδύονταν στην επιλογή με τον κίνδυνο και υπολόγισαν το υπερβάλλον ποσό που είχαν επενδύσει οι συμμετέχοντες. Από τα 96 στοιχήματα, βρήκαν το μέσο όρο και το ονόμασαν «υπερβάλλουσα επένδυση κινδύνου», η οποία μετράει πόσο πρόθυμο είναι ένα άτομο να αναλάβει κάποιο κίνδυνο σε σχέση με τον μέσο όρο του δείγματος.

Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι υπάρχει συσχετισμός ανάμεσα στην ανάληψη κινδύνου και στα γονίδια 5-HTTLPR και DRD4. Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3.1, τα άτομα που διαθέτουν την κοντή εκδοχή του αλληλόμορφου του 5-HTTLPR επένδυαν 2.69 \$ λιγότερα στην επιλογή με τον κίνδυνο από αυτούς που διέθεταν μία ή δύο μακριές εκδοχές του. Όμοια, όσοι διέθεταν την εκδοχή 7-επαναλαμβανόμενο αλληλόμορφο του DRD4 επένδυαν 2.46 \$ περισσότερα στην επιλογή με τον κίνδυνο από αυτούς που δεν το διέθεταν.

Σαν τελικό αποτέλεσμα, όσοι διέθεταν την κοντή εκδοχή του 5-HTTLPR, πήραν 28% λιγότερο ρίσκο, από τους υπόλοιπους, ενώ όσοι διέθεταν την εκδοχή 7-επαναλαμβανόμενο αλληλόμορφο του DRD4 πήραν 25% μεγαλύτερο ρίσκο.



Εικόνα 3.8 Υπερβάλλουσα επένδυση κινδύνου σε σχέση με τα γονίδια

Πηγή: Kuhnen, C., Chiao, J. 2009. Genetic Determinants of Financial Risk Taking. PLoS ONE, Vol. 4, No.2, February 2009

Το συμπέρασμα των γραφόντων είναι ότι υπάρχει συσχετισμός μεταξύ των δύο γονιδίων, που ελέγχουν την δραστηριότητα της σεροτονίνης και της ντοπαμίνης, και των ατομικών διαφορών στην ανάληψη κινδύνου σε χρηματοοικονομικές αποφάσεις, ωστόσο θεωρούν ότι δεν μπορεί να δοθεί ασφαλές συμπέρασμα και να εδραιωθεί η συγκεκριμένη γνώση.

3.14 Kuhnen, C., Samarez-Larkin, G., Knutson, B. (2013). Serotonergic Genotypes, Neuroticism and Financial Choices. PLoS ONE, 8, (1)

Οι ερευνητές του εν λόγω άρθρου αναφέρουν ότι διάφορες πτυχές της οικονομικής συμπεριφοράς ενός ατόμου είναι κληρονομικές. Οι γενετικές διαφορές σε δύο σημαντικούς νευροδιαβιβαστές, τη σεροτονίνη και την ντοπαμίνη, εμφανίζουν συσχέτιση με την οικονομική συμπεριφορά υγιών ατόμων, αλλά και ατόμων που έχουν διαγνωστεί με διαταραχές, όπως παθολογικοί τζογαδόροι. Το κίνητρο τους για την συγκεκριμένη έρευνα ήταν ότι παρόλο που οι έρευνες μέχρι τώρα έχουν καταφέρει να ανακαλύψουν αυτή τη σχέση των γονιδίων με τις οικονομικές επιλογές, ωστόσο δεν έχουν καταφέρει να απαντήσουν στο ερώτημα πως τα γονίδια επηρεάζουν τη συμπεριφορά.

Η έρευνα τους επικεντρώθηκε στον γενετικό πολυμορφισμό του μεταφορέα σεροτονίνης (5-HTTLPR), ο οποίος έχει αναγνωριστεί πως διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάληψη χρηματοοικονομικών κινδύνων. Προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι η κοντή και η μακριά εκδοχή του γονιδίου επηρεάζουν την ανάληψη κινδύνου και ως εκ τούτου την οικονομική συμπεριφορά. Η κοντή εκδοχή του γονιδίου έχει συνδεθεί με υψηλά επίπεδα νευρωτισμού, τάση αποφυγής αρνητικών συνθηκών, καθώς και αποφυγή ανάληψης κινδύνου. Ο στόχος της έρευνας είναι να διαπιστωθεί εάν η κοντή σε σχέση με την μακριά εκδοχή του αλληλόμορφου του μεταφορέα σεροτονίνης επηρεάζει τις χρηματοοικονομικές αποφάσεις σε ένα δείγμα κοινότητας και να αναγνωριστούν πιθανοί ψυχολογικοί παράγοντες.

Στην έρευνα συμμετείχαν 60 άτομα (30 άνδρες, ηλικία 20-85 ετών, μέσος όρος ηλικίας 54 έτη). Συλλέχθηκε DNA από το κάθε άτομο και γονοτυπήθηκαν ως προς τον πολυμορφισμό του γονιδίου 5-HTTLPR. 52% (32 άτομα) είχαν την εκδοχή s/s, 32% (19 άτομα) είχαν την εκδοχή s/l και 15% (9 άτομα) είχαν την εκδοχή l/l.

Τα άτομα που έλαβαν μέρος κλήθηκαν να απαντήσουν σε μια σειρά ερωτήσεων χωρισμένων στις ακόλουθες κατηγορίες:

- **Δημογραφικά και οικονομικά αποτελέσματα:** Απάντησαν σε ερωτήσεις που αφορούσαν την ηλικία, την οικογενειακή κατάσταση, το επίπεδο εισοδήματος, την εκπαίδευση, την εθνικότητα καθώς και τα περιουσιακά στοιχεία και τα χρέη.

- **Γνωστικές και αριθμητικές ικανότητες:** Απάντησαν σε τέσσερα τεστ για να εξεταστεί η γνωστική ελαστικότητα τους, πόσο εύκολα μπορούν να διαχειριστούν διαφορετικές δραστηριότητες, την βραχυπρόθεσμη μνήμη και την ικανότητα να υπολογίσουν αριθμητικές πληροφορίες με κίνδυνο.
- **Χρηματοοικονομικές επιλογές:** Απάντησαν σε ερωτήσεις για να εξεταστεί η προθυμία τους να αναλάβουν κάποιο χρηματοοικονομικό κίνδυνο και την εμπειρία τους σε επενδύσεις.
- **Πεποιθήσεις:** Εξέτασαν τα πιστεύω τους σχετικά με τον κίνδυνο επένδυσης σε μετοχές.
- **Κοινωνικοοικονομική κατάσταση:** Οι εν λόγω ερωτήσεις αφορούσαν την υποκειμενική πεποίθηση του κάθε ατόμου αναφορικά με την κοινωνικοοικονομική του κατάσταση σε τοπικό και εθνικό επίπεδο.
- **Χρηματοοικονομική μελέτη:** Τα άτομα κλήθηκαν να απαντήσουν σε 24 ερωτήσεις που αφορούσαν 2 επιλογές με κίνδυνο σε περιπτώσεις κέρδους και ζημίας. Το αποτέλεσμα των επιλογών τους θα καθόριζε την τελική πληρωμή τους. Θέλησαν να εξετάσουν με αυτό τον τρόπο την ικανότητα μάθησης των συμμετεχόντων από τα χρηματοοικονομικά κέρδη ή ζημιές και πιθανότητα να εξετάζουν και να αξιολογούν την πληροφορία σε σχέση με την εκδοχή του αλληλόμορφου τους.
- **Συναισθηματικά χαρακτηριστικά:** Απάντησαν σε ερωτήσεις που αφορούσαν κοινά χαρακτηριστικά της προσωπικότητας. Επικεντρώθηκαν στην εξέταση του νευρωτισμού και του άγχους και τη συσχέτιση τους με το γονότυπο του 5-HTTLPR, καθώς και την ένταση των θετικών και αρνητικών συναισθημάτων που χαρακτηρίζουν τους συμμετέχοντες.

Τα αποτελέσματα των χρηματοοικονομικών επιλογών έδειξαν ότι όσοι είχαν την εκδοχή s/s ή s/l επέλεξαν να επενδύσουν 23.84% λιγότερο σε μετοχές και να διατηρήσουν 25.60% περισσότερο σε μετρητά από όσους είχαν την εκδοχή l/l. Επίσης, σε κλίμακα από 1 έως 3, είχαν 0.45 βαθμούς λιγότερο αναφορικά με την ενεργή λήψη οικονομικών αποφάσεων. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι όσοι είχαν την κοντή εκδοχή ήταν πιο συντηρητικοί ως προς τις χρηματοοικονομικές τους αποφάσεις.

Αναφορικά με τις γνωστικές και αριθμητικές ικανότητες, δεν παρατηρήθηκε κάποια ιδιαίτερη διαφορά στα αποτελέσματα, επομένως οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο γονότυπος του 5-HTTLPR δεν φαίνεται να επηρεάζει αυτές τις ικανότητες.

Οι πεποιθήσεις σχετικά με τον κίνδυνο των χρηματοοικονομικών επενδύσεων ή της ικανότητας για επενδύσεις, ωστόσο, παρουσίασαν διαφορές. Όσοι είχαν την κοντή εκδοχή, έτειναν να θεωρούν τις μετοχές πολύ επικίνδυνες σε σχέση με αυτούς που είχαν την μακριά εκδοχή. Ταυτόχρονα, είχαν την τάση να αναφέρουν χαμηλότερη κοινωνικοοικονομική κατάσταση παρόλο που δεν είχαν σημαντικές διαφορές εισοδήματος ή εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι αυτοί που είχαν την κοντή εκδοχή ήταν υποκειμενικά περισσότερο απαισιόδοξοι όταν αξιολογούσαν την θέση τους στην κοινωνία.

Οι διαφορές μεταξύ των κοντών και μακριών εκδοχών, εμφανίστηκε να προέρχονται από τις διαφορές στις συναισθηματικές αντιδράσεις, όπου όσοι είχαν την κοντή εκδοχή είχαν αυξημένο νευρωτισμό και αρνητικά συναισθήματα. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι τείνουν να επικεντρώνονται στα πιθανά αρνητικά αποτελέσματα των χρηματοοικονομικών επιλογών και ως εκ τούτου, επιλέγουν να αποφεύγουν τις πολύπλοκες και επικίνδυνες επενδύσεις.

Οι ενδείξεις της έρευνας αποδεικνύουν ότι οι διαφορές στο γονότυπο του 5-HTTLPR επηρεάζουν τις χρηματοοικονομικές αποφάσεις τροποποιώντας τη στάση του ατόμου απέναντι στην ανάληψη χρηματοοικονομικού κινδύνου, αυξάνοντας το άγχος του στην αναμονή πιθανών ζημιών. Τα δεδομένα που συνέλλεξαν θεωρούν ότι μπορούν να βοηθήσουν περαιτέρω στην έρευνα το ρόλου των φυσιολογικών παραγόντων στην λήψη χρηματοοικονομικών αποφάσεων.

Ωστόσο, καταλήγουν ότι πρέπει να αναγνωριστούν δύο περιορισμοί της έρευνας. Ο πρώτος αφορά την χρήση μεταβλητών οι οποίες σχετίζονταν με τις αναφορές των συμμετεχόντων και τις απαντήσεις τους σε υποθετικές επενδυτικές ερωτήσεις. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι υπήρχε σωστή αντιστοιχία σε μεγάλο ποσοστό στις αναφορές των συμμετεχόντων και στις πραγματικές, ωστόσο θεωρούν ότι υπάρχει κίνδυνος σφάλματος επιλογής καταλήγοντας σε ένα μη ασφαλές δείγμα. Το δεύτερο αφορά το περιορισμένο δείγμα συμμετεχόντων. Οι ερευνητές έχουν εκφράσει τις ανησυχίες τους σχετικά με τον

κατάλληλο αριθμό του δείγματος, ωστόσο θεωρούν ότι υπό προϋποθέσεις μπορεί να θεωρηθεί αξιόπιστος.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

3.15 Kuhnen, C., Knutson, B. (2011). *The Influence of Affect on Beliefs, Preferences and Financial Decisions. Journal of Financial and Quantitative Analysis, V. 46, Issue 03, p.605-626*

Οι γράφοντες αναφέρουν ότι σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες οι ίδιες περιοχές του εγκεφάλου που προκαλούν τις συναισθηματικές καταστάσεις συμμετέχουν στην επεξεργασία πληροφοριών που αφορούν τον κίνδυνο, τις ανταμοιβές και τις τιμωρίες. Τα συναισθήματα, είτε παράγονται από εξωγενείς ή ενδογενείς παράγοντες επηρεάζουν την ανάληψη χρηματοοικονομικών κινδύνων. Οι θετικές συναισθηματικές καταστάσεις ωθούν τους ανθρώπους να αναλάβουν μεγαλύτερο κίνδυνο και να έχουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση για τις ικανότητες τους στην αξιολόγηση των επενδυτικών επιλογών τους, ενώ οι αρνητικές συναισθηματικές καταστάσεις προκαλούν τα αντίθετα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, θεωρούν ότι 2 συγκεκριμένες συναισθηματικές καταστάσεις, ο ενθουσιασμός και το άγχος, επηρεάζουν τις προτιμήσεις μας ως προς τον κίνδυνο και τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε.

Στόχος της έρευνας τους είναι να ανακαλύψουν εάν τα συναισθήματα αλλάζουν τις χρηματοοικονομικές επιλογές, τροποποιώντας τις προτιμήσεις ως προς τον κίνδυνο, τα πιστεύω ή και τα δύο. Επίσης, υιοθέτησαν ένα πλαίσιο για να μπορέσουν να εξηγήσουν τους πολλαπλούς τύπους αποκλίσεων από την ορθολογική επιλογή ή τα συμπεριφορικά σφάλματα.

Το πείραμα αφορούσε την επιλογή ενός αξιογράφου με κίνδυνο ή χωρίς κίνδυνο, γνωρίζοντας την κατανομή των πληρωμών του αξιογράφου με κίνδυνο. Πριν από κάθε επιλογή, οι συμμετέχοντες βλέπουν στην οθόνη ένα γεωμετρικό σχήμα και στη συνέχεια μία εικόνα, τα οποία δεν έχουν καμία σχέση με τις ακόλουθες επενδυτικές επιλογές. Οι φωτογραφίες ήταν τριών κατηγοριών: ιδιαίτερα διεγερτικές και θετικές, ιδιαίτερα διεγερτικές και αρνητικές και ουδέτερες. Επιπλέον, κάθε γεωμετρικό σχήμα ήταν συνδεδεμένο με ένα είδος φωτογραφίας, ανεβάζοντας έτσι το «προβλεπτικό συναίσθημα» (*anticipatory affect*) εφόσον τα άτομα γνώριζαν από πριν τι είδους φωτογραφία θα εμφανιστεί.

Στο πείραμα έλαβαν μέρος 28 άτομα (14 άνδρες), όπου έκαναν συνολικά 90 φορές τη διαδικασία, όπου καλούνταν να επιλέξουν ανάμεσα σε ένα αξιόγραφο με κίνδυνο (μετοχή) ή χωρίς κίνδυνο (ομόλογο). Εάν επέλεγαν το ομόλογο, τότε θα κέρδιζαν \$3 στο τέλος. Εάν επέλεγαν τη μετοχή θα έπαιρναν είτε \$10 ή -\$10. Αυτό εξαρτιόταν από το εάν η μετοχή θα

ήταν «καλή» ή «κακή». Η «καλή» είχε 75% πιθανότητα να δώσει \$10 και 25% να δώσει -\$10. Αντίστροφα, η «κακή» μετοχή έδινε με 25% πιθανότητα, τα \$10 και με 75% τα -\$10.

Ανεξάρτητα από την επιλογή τους, οι συμμετέχοντες έβλεπαν στο τέλος την πληρωμή της μετοχής στη συγκεκριμένη δοκιμή. Αφού την έβλεπαν, τους έκαναν 2 ερωτήσεις:

1) «Ποια πιστεύετε πως είναι η πιθανότητα η μετοχή αυτή να είναι η καλή;»

2) «Πόσο πολύ εμπιστεύεστε την ικανότητα σας να υπολογίσετε με τη σωστή πιθανότητα ότι η μετοχή αυτή είναι η καλή;»

Τα αποτελέσματα που συνέλλεξαν οι ερευνητές θεωρούν ότι ήταν συνεπή με την αρχική τους υπόθεση. Κατά μέσο όρο, όταν έβλεπαν μία αρνητική εικόνα, ήταν λιγότερο πιθανό να επιλέξουν την μετοχή σε σχέση με όταν έβλεπαν μία ουδέτερη εικόνα. Συγκεκριμένα, η μετοχή επιλεγόταν με 36% όταν έβλεπαν αρνητική εικόνα, με 41% όταν έβλεπαν ουδέτερη και με 40% στη θετική εικόνα. Παρατηρείται, επίσης, ότι δεν παρουσιάζεται ιδιαίτερη διαφορά μεταξύ της θετικής και ουδέτερης εικόνας στην επιλογή της μετοχής.

Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι ήταν 7% μειωμένη η πιθανότητα να επιλέξουν την μετοχή μετά από την αρνητική εικόνα, σε σχέση με την ουδέτερη εικόνα, ειδικά εάν η προηγούμενη επιλογή ήταν το ομόλογο. Οι θετικές εικόνες αύξαναν την πιθανότητα να επιλεγεί η μετοχή κατά 6%, εάν η προηγούμενη επιλογή ήταν η μετοχή. Εκτός αυτού, το μέρισμα που πλήρωνε η μετοχή, εάν είχε επιλεγεί προηγουμένως, επηρέαζε την μετέπειτα επιλογή. Εάν η μετοχή είχε πληρώσει το μέρισμα των \$10, έχοντας την πεποίθηση ότι είναι καλή μετοχή, επέλεξαν με 11% μεγαλύτερη πιθανότητα ξανά την μετοχή από το ομόλογο, σε σχέση με τα στοιχεία όπου η μετοχή είχε δώσει -\$10.

Όπως αναμενόταν, οι αντικειμενικές και υποκειμενικές αντιλήψεις ότι η μετοχή ήταν καλή με βάση τα μερίσματα τους μέχρι εκείνη τη στιγμή ήταν θετική και προέβλεπαν σε μεγάλο βαθμό την επόμενη επιλογή. Εάν υπολόγιζαν ότι η μετοχή ήταν καλή, τότε ήταν πιθανότερο να επιλέξουν την μετοχή στην ακόλουθη δοκιμή. Επιπλέον, εάν είχαν αυτοπεποίθηση στην ικανότητα τους να προβλέψουν, υπήρχε ακόμα μεγαλύτερη πιθανότητα να επιλέξουν την μετοχή στην ακόλουθη δοκιμή.

Τα υποκειμενικά πιστεύω ακολουθούσαν τις αντικειμενικές πιθανότητες με αρκετή επιτυχία, δείχνοντας ότι οι συμμετέχοντες ήταν συγκεντρωμένοι στην διαδικασία. Παρόλο

που έτειναν να υπερεκτιμούν τις μικρές πιθανότητες και να υποτιμούν τις υψηλές, οι εκτιμήσεις τους ήταν πολύ κοντά στις πραγματικές τιμές.

Σε σχέση με αυτούς που επέλεξαν το ομόλογο σε μία δοκιμή, αυτοί που επέλεξαν την μετοχή έδιναν κατά 10% μεγαλύτερη εκτίμηση για το αν η μετοχή είναι καλή. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι μπορεί η επιλογή των πεποιθήσεων να γίνεται με στρατηγικό τρόπο, ούτως ώστε να διατηρήσουν ένα θετικό συναίσθημα ή για να αποφύγουν ένα αρνητικό. Επιπλέον, όταν μαθαίνουν το μέρισμα που δίνει η μετοχή, αυτοί που την έχουν επιλέξει, θα νιώθουν περισσότερο αισιόδοξοι ότι η μετοχή είναι καλή, σε σχέση με αυτούς που έχουν επιλέξει το ομόλογο, ούτως ώστε να επικυρώσουν την επιλογή τους και να νιώσουν καλύτερα.

Τα αποτελέσματα που συνέλεξαν οι ερευνητές δείχνουν ότι τα συναισθήματα επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων με κίνδυνο, είτε παράγονται από εξωγενείς παράγοντες, είτε από τα αποτελέσματα προηγούμενων επιλογών. Τα γεγονότα που συνδέονται με θετικά και διεγερτικά συναισθήματα, όπως ο ενθουσιασμός οδηγούν σε επιλογές με περισσότερο κίνδυνο, ενώ αυτά που συνδέονται με αρνητικά συναισθήματα, όπως το άγχος οδηγούν σε επιλογές αποφυγής κινδύνου. Τα θετικά συναισθήματα ωθούν επιπλέον τους ανθρώπους να έχουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση στα πιστεύω τους. Συγκεκριμένα, για να διατηρήσουν το θετικό συναίσθημα και να αποφύγουν το αρνητικό, αγνοούν τον τύπο της πληροφορίας που αντιτίθενται στις πράξεις τους, με αποτέλεσμα να αποκτούν περιορισμένη ή και λανθασμένη γνώση για τις χρηματοοικονομικές αγορές.

Η παραπάνω λειτουργία μπορεί να είναι μία πολύ πιθανή εξήγηση για τις φούσκες στις τιμές της αγοράς. Οι θετικές αποδόσεις στις χρηματοοικονομικές αγορές επιφέρουν μία θετική συναισθηματική κατάσταση κάνοντας τους επενδυτές περισσότερο πρόθυμους να επενδύσουν σε μετοχές, καθώς και να αποκτήσουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση για την επιλογή του χαρτοφυλακίου που έχουν κάνει. Έτσι, αυξάνεται η ζήτηση σε μετοχές και οι θετικές μελλοντικές αποδόσεις. Οι επιπτώσεις γίνονται ακόμα πιο ισχυρές όταν πολλά άτομα επενδύουν στην αγορά. Όταν η αγορά αρχίζει να πέφτει, οι επενδυτές βιώνουν μία αρνητική συναισθηματική κατάσταση μειώνοντας την προθυμία τους να αναλάβουν επιπλέον κίνδυνο και την αυτοπεποίθηση τους στην ικανότητα να διαλέγουν μετοχές. Το γεγονός αυτό δημιουργεί μία τάση πώλησης μετοχών και περαιτέρω πίεσης των τιμών των μετοχών προς τα

κάτω, με πιθανό αποτέλεσμα τη φούσκα της χρηματιστηριακής αγοράς, ανάλογα το σημείο εκκίνησης της αλυσίδας αυτών των γεγονότων.

Για την αποφυγή αυτής της λειτουργίας, οι γράφοντες προτείνουν την λύση του κινήτρου. Ένας πιθανός μηχανισμός θα ήταν ο τρόπος πληρωμής να μην βασίζεται στα αποτελέσματα των παραγόντων στα πρώτα στάδια. Εργαστηριακά στοιχεία των Ederer και Manso (2009) έδειξαν ότι ο συνδυασμός ανεκτικότητας για την αποτυχία βραχυπρόθεσμα και η ανταμοιβή για μακροπρόθεσμη επιτυχία είναι ένας αποτελεσματικός μηχανισμός να παρακινήσει τους παράγοντες να χρησιμοποιήσουν ορθότερες μεθόδους.

Οι ερευνητές δεν παραλείπουν να αναφέρουν ότι ευρήματα τους συνδέονται με γρήγορες αποφάσεις σε ένα εργαστηριακό περιβάλλον, ενώ στην πραγματική ζωή οι άνθρωποι έχουν περισσότερο χρόνο να αναλογιστούν και να λάβουν επενδυτικές αποφάσεις. Επομένως, μπορούν μόνο να εικάσουν ότι τα αποτελέσματα τους εφαρμόζονται στην πραγματική χρηματοοικονομική σκηνή.

3.16 Rubinstein, A. (2008). Comments on Neuroeconomics. Economics and Philosophy 24, p. 485-494

Ο Rubinstein εξετάζει τα οφέλη της νευροοικονομικής, μέσα από μία πιο κριτική σκοπιά, χρησιμοποιώντας δεδομένα από τους χρόνους απόκρισης ατόμων που ερωτήθηκαν για τις προτιμήσεις τους αναφορικά με το παράδοξο του Allais¹⁵. Το αποτέλεσμα της έρευνας του, παρουσιάζει διάφορα μοτίβα επιλογών μεταξύ των ανθρώπων που είχαν γρήγορη απόκριση και μεταξύ αυτών που είχαν αργή. Στόχος του είναι να αναγνωρίσει τύπους «οικονομικών» ανθρώπων, με βάση το χρόνο που χρειάζονται για να λάβουν μία απόφαση.

Το πείραμα του Rubinstein διενεργήθηκε μέσω εκπαιδευτικής ιστοσελίδας, όπου φοιτητές απάντησαν σε σειρά ερωτήσεων αναφορικά με το παράδοξο του Allais, ενώ ταυτόχρονα ο υπολογιστής μετρούσε τον χρόνο απόκρισης των συμμετεχόντων στην κάθε ερώτηση. Όπως αναφέρει, αυτός ο τρόπος έρευνας έχει το πλεονέκτημα ότι είναι ανέξοδος, καθώς επίσης και τη δυνατότητα μεγάλου αριθμού συμμετεχόντων. Το βασικό μειονέκτημα είναι ότι ο χρόνος απόκρισης είναι μία «θορυβώδης»¹⁶ (noisy) μεταβλητή, παρόλα αυτά το μεγάλο δείγμα εξισώνει αυτό το γεγονός.

Η βασική υπόθεση του πειράματος είναι ότι ο χρόνος απόκρισης είναι μία μορφή ένδειξης του τρόπου που σκέφτονται οι συμμετέχοντες για ένα πρόβλημα. Εάν για παράδειγμα, υπάρχουν δύο επιλογές A και B και ο χρόνος απόκρισης για την επιλογή A είναι κατά μέσο όρο στα 20 δευτερόλεπτα, ενώ ο αντίστοιχος χρόνος για την επιλογή B είναι στα 40 δευτερόλεπτα, τότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η επιλογή A είναι περισσότερο ενστικτώδης, ενώ η επιλογή B είναι περισσότερο γνωστική και προϋποθέτει συλλογισμό.

Στους συμμετέχοντες του πειράματος παρουσιάστηκαν 2 υποθετικές επιλογές. Η Ερώτηση 1 ήταν η εξής:

Φανταστείτε ότι πρέπει να επιλέξετε ανάμεσα στα ακόλουθα 2 λαχεία:

Το λαχείο A δίνει 4000 \$ με πιθανότητα 0.2 και 0 \$ με πιθανότητα 0.8.

¹⁵ Το παράδοξο του Allais διατυπώθηκε το 1953 από τον Maurice Allais, για να καταδείξει την ασυνέπεια μεταξύ των πραγματικών επιλογών και των προβλέψεων της θεωρίας της αναμενόμενης ωφελιμότητας. Οι συμμετέχοντες καλούνται να απαντήσουν σε 2 ερωτήσεις που αφορούν λαχεία με διαφορετική πιθανότητα επιτυχίας το καθένα.

¹⁶ «Θορυβώδης» μεταβλητή ονομάζεται αυτή η οποία δεν είναι ακριβώς η μεταβλητή που ταιριάζει με αυτήν που απαιτεί η θεωρία.

Το λαχείο Β δίνει 3000 \$ με πιθανότητα 0.25 και 0 \$ με πιθανότητα 0.75.

Ποιο λαχείο θα επιλέγατε;

Η Ερώτηση 2 που ακολουθεί είναι η εξής:

Φανταστείτε ότι πρέπει να επιλέξετε ανάμεσα από τα ακόλουθα 2 λαχεία:

Το λαχείο Γ δίνει 4000 \$ με πιθανότητα 0.8 και 0 \$ με πιθανότητα 0.2.

Το λαχείο Δ δίνει 3000 \$ με πιθανότητα 1.

Ποιο λαχείο θα επιλέγατε;

Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει τα αποτελέσματα των απαντήσεων των ερωτηθέντων:

n = 2737	C	D	Σύνολο	Μέσος χρόνος απόκρισης
A	20 %	44 %	64 %	49 δευτερόλεπτα
B	5 %	31 %	36 %	34 δευτερόλεπτα
Σύνολο	25 %	75 %	100 %	
Μέσος χρόνος απόκρισης	31 δευτερόλεπτα	19 δευτερόλεπτα		

Πίνακας 3.2 Αποτελέσματα ερωτήσεων

Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων επέλεξαν την Α επιλογή, ενώ ακόμα μεγαλύτερο ποσοστό επέλεξε το Δ. Το 49 % των ερωτηθέντων που επέλεξαν το Α και το Δ ή το Β και το Γ, παραβίασαν τη θεωρία της αναμενόμενης ωφελιμότητας. Επιπλέον, ο Μέσος χρόνος απόκρισης αυτών που επέλεξαν Α στην Ερώτηση 1 ήταν 49 δευτερόλεπτα, ενώ αυτοί που απάντησαν Β ήταν 34 δευτερόλεπτα. Στην Ερώτηση 2, τα αντίστοιχα νούμερα ήταν, 31 δευτερόλεπτα για το Γ και 19 δευτερόλεπτα για το Δ.

Οι χρόνοι απόκρισης στις 2 ερωτήσεις έχουν σημαντική διαφορά που μπορεί να εξηγείται από το γεγονός ότι η Ερώτηση 2, έχει πιο ξεκάθαρες και απλές επιλογές. Όσοι επέλεξαν την Γ αντί της Δ, χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για να αποφασίσουν, διότι το να λάβουν ένα ρίσκο χρειάζεται περισσότερη σκέψη. Αντίθετα, η επιλογή του Α από το Β και η διαφορά στον χρόνο απόκρισης δεν είναι τόσο προφανής. Ο Rubinstein, δίνει δύο πιθανές εξηγήσεις για την επιλογή του Α, (1) το Λαχείο Α έχει μεγαλύτερη αναμενόμενη ωφελιμότητα από το Β, (2) οι συμμετέχοντες θεωρούν το λαχείο ως ένα δισδιάστατο διάνυσμα και στην

προσπάθεια να συγκρίνουν τα δύο διανύσματα απαλείφουν την «διάσταση» που θεωρούν ότι είναι περίπου ίση. Συγκρίνοντας το $A = (4000 \$, 0.2)$ και $B = (3000 \$, 0.25)$, υπολογίζουν την πιθανότητα ότι είναι περίπου ίση και επιλέγουν το μεγαλύτερο χρηματικό ποσό.

Στη συνέχεια προσπάθησε να ομαδοποιήσει τους συμμετέχοντες ανάλογα με τον χρόνο απόκρισης τους στις ερωτήσεις. Χρησιμοποίησε ως βάση τις απαντήσεις στην Ερώτηση 2 και τους χώρισε σε πολύ γρήγορους (10%), γρήγορους (10-50%), αργούς (50-90%) και πολύ αργούς (10%). Παρόλο, που ξεκάθαρα η επιλογή Δ ήταν δημοφιλέστερη, όσο ανεβαίνει ο χρόνος απόκρισης, υπάρχει μία τάση να επιλέξουν την επιλογή Γ. Σχεδόν το 80% των γρήγορων συμμετεχόντων επέλεξαν το Β και το Δ, τα οποία έχουν χαμηλότερη αναμενόμενη ωφελιμότητα από τις έτερες επιλογές, ενώ από τους αργούς μόνο ελάχιστοι επέλεξαν αυτόν τον συνδυασμό.

Η τελική ανάλυση για τον γράφων είναι ότι η πληροφορία που χρησιμοποίησε για τους χρόνους απόκρισης βοήθησε στην υπόθεση ότι οι συμμετέχοντες χωρίζονται σε δύο τύπους (γρήγορους και αργούς) και υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη συμπεριφορά τους, όσον αφορά τη λήψη αποφάσεων. Θεωρεί ωστόσο ότι η νευροοικονομική απέχει αρκετά από το να βοηθήσει πρακτικά στην βελτίωση των οικονομικών μοντέλων. Κατά την άποψη του, η εφικτή χρήση της στην πραγματική οικονομική θεωρία μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας δεδομένα από την εξέταση του εγκεφάλου και δημιουργώντας νέα μοντέλα με την πληροφορία αυτή.

Εκφράζει τις αμφιβολίες του να δεχτεί τη νευροοικονομική, παρόλο που θεωρεί την μελέτη της ελκυστική. Τα συμπεράσματα που παρουσιάζονται στις ερευνητικές μελέτες, θεωρεί ότι αντλούνται βιαστικά από ελλιπή στοιχεία, ενώ η χρήση δύσκολων στατιστικών όρων δυσχεραίνει την κατανόηση τους από την πλειοψηφία των ερευνητών. Αντίστοιχα, προσθέτει, οι ερευνητές που ασχολούνται με τον εγκέφαλο χρησιμοποιούν οικονομικούς όρους, χωρίς να τους είναι εντελώς οικείοι.

Παρόλα αυτά, τονίζει ότι η μελέτη της νευροοικονομικής είναι ένας τομέας που θα απασχολήσει τους ερευνητές την επόμενη δεκαετία, λόγω της στασιμότητας που έχει επέλθει, όσον αφορά τις νέες ιδέες στην οικονομική θεωρία. Θεωρεί ότι οι οικονομολόγοι έχουν αναγνωρίσει τα όρια της ορθολογικότητας και ενδιαφέρονται περισσότερο για τα μοντέλα

Περιορισμένης Ορθολογικότητας¹⁷ (Bounded Rationality). Ωστόσο, τα μοντέλα αυτά βασίζονται στην ενδοσκόπηση, με αποτέλεσμα να θεωρούνται ως αυθαίρετα. Η μελέτη της νευροοικονομικής, συνεχίζει, δίνει την αίσθηση ότι μπορεί να υποστηρίξει αυτά τα αποτελέσματα με απτά δεδομένα και εάν χρησιμοποιηθεί με σωστό και ορθολογικό τρόπο, μπορεί να βοηθήσει την οικονομική θεωρία να εξελιχθεί περαιτέρω.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

¹⁷ Ο όρος Περιορισμένη Ορθολογικότητα χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από τον Simon H. (1999) για να περιγράψει τον περιορισμό στη λήψη αποφάσεων που εμφανίζεται λόγω των γνωστικών ορίων των ανθρώπων στην προσπάθεια να επιτύχουν τους στόχους τους.

3.17 Περίληπτικά αποτελέσματα και σύγκριση άρθρων

Η αναμενόμενη τιμή και η αξία συσχετίζονται με την ενεργοποίηση προμετωπιαίων περιοχών του εγκεφάλου (Mohr et al.2010). Οι Minati et al. (2012), προχώρησαν περαιτέρω και παρατήρησαν ότι δεν περιορίζονται στην αποκωδικοποίηση τους στις περιοχές που εκφράζουν τις άμεσες σχέσεις μεταξύ της αξίας και της δραστηριότητας, αλλά επιπλέον διαμορφώνεται μία σύνδεση σε ένα εκτεταμένο δίκτυο, το οποίο χαρακτηρίζεται από ενιαία αρχιτεκτονική και διαθέτει τις έσω και έξω προμετωπιαίες περιοχές ως κεντρικούς κόμβους.

Οι Kuhnen και Knutson (2005), παρουσιάζουν τον συμπληρωματικό, ουσιαστικά, ρόλο που έχουν ο επικλινής πυρήνας και ο πρόσθιος διάμεσος εγκέφαλος στην επιλογή κινδύνου και στα αποτελέσματα κερδών και ζημιών. Ο επικλινής πυρήνας είναι μία περιοχή, η οποία συνδέεται με τα αποτελέσματα κέρδους και με την αυξημένη αναζήτηση κινδύνου, ενώ εκ διαμέτρου αντίθετα, ο πρόσθιος διάμεσος εγκέφαλος συνδέεται με τα αποτελέσματα ζημιών και με αποστροφή κινδύνου.

Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός της συμπεριφοράς στη διακύμανση και στην ασυμμετρία των συμμετεχόντων των ερευνών. Οι Symmonds et al. (2010) ανέφεραν αποστροφή στη διακύμανση και προτίμηση στοιχημάτων θετικής ασυμμετρίας. Αντίθετα, οι Wu et al. (2011), ανέφεραν προτίμηση και στη διακύμανση και στα θετικής ασυμμετρίας στοιχήματα. Χαρακτηριστικά, τα υψηλής διακύμανσης και θετικής ασυμμετρίας στοιχήματα αναφέρθηκε ότι προκαλούσαν περισσότερη θετική διέγερση από αυτά της χαμηλής διακύμανσης. Η σημαντική αυτή διαφορά στα αποτελέσματα των δύο ερευνών όσον αφορά την προτίμηση στη διακύμανση μπορεί να οφείλεται στον σχεδιασμό της έρευνας και των στοιχημάτων. Συγκεκριμένα, τα στοιχήματα που χρησιμοποίησαν οι Wu et al. ήταν σχεδιασμένα να έχουν μηδενική αναμενόμενη τιμή, ενώ αναφέρουν ότι θα πρέπει να ελεγχθεί εάν αυξάνοντας το μέγεθος των αποτελεσμάτων, θα μπορούσε να προκαλέσει αποστροφή στη διακύμανση.

Οι Kuhnen και Chiao (2009) επικεντρώθηκαν στην μελέτη του μεταφορέα σεροτονίνης, 5-HTTLPR και του υποδοχέα της ντοπαμίνης D4, DRD4. Αντίστοιχα, οι Kuhnen et al. (2013), εξέτασαν μόνο τον μεταφορέα σεροτονίνης, 5-HTTLPR. Παρόλο, που τα αποτελέσματα τους συμπίπτουν σε μεγάλο βαθμό, παρατηρείται μία διαφοροποίηση. Οι πρώτοι, αναφέρουν ότι όσοι διέθεταν την κοντή εκδοχή έτειναν να επενδύουν λιγότερα σε σχέση με αυτούς που διέθεταν μία ή δύο μακριές εκδοχές του μεταφορέα. Τα συμπεράσματα, όμως, των δεύτερων

μελετητών επικεντρώνονται στην μειωμένη επένδυση όσων διέθεταν την κοντή εκδοχή ή την μία από τις δύο μακριές εκδοχές. Η διαφοροποίηση αυτή θα έπρεπε να διερευνηθεί ως προς τα αποτελέσματα που παρουσιάζουν οι δύο έρευνες και ως προς τον σχεδιασμό τους, ο οποίος μπορεί να έχει επηρεάσει τα τελικά συμπεράσματα.

Η μελέτη ωστόσο της επίδρασης των συγκεκριμένων νευροδιαβιβαστών μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμη, καθώς τα αποτελέσματα των Kuhnén et al. (2013) υποδεικνύουν διαφορές στην αντίληψη του κινδύνου, στην κοινωνικοοικονομική κατάσταση καθώς και στις συναισθηματικές αντιδράσεις σε σχέση με την εκδοχή του γονότυπου του 5-HTTLPR.

Σε μία προσπάθεια πρόβλεψης μελλοντικών επιλογών οι Knutson et al. (2008), παρατήρησαν ότι η προβολή θετικών ερεθισμάτων προέβλεπε μεταβολές σε επιλογές υψηλότερου κινδύνου και η οποία συσχετίστηκε συμπληρωματικά με την ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα. Το εύρημα αυτό δείχνει ότι τα ερεθίσματα που δέχεται ο άνθρωπος και τα συναισθήματα που αυτά προκαλούν έχουν την δυνατότητα να επηρεάσουν τις αποφάσεις που λαμβάνει και υποσυνείδητα να τον ωθήσουν να αναλάβει υψηλότερο κίνδυνο από αυτόν που μπορεί.

Σε έρευνα όπου οι συμμετέχοντες έπρεπε να πραγματοποιήσουν επενδύσεις καλύπτοντας τους στόχους τους οποίους είχαν στο πείραμα παρατηρήθηκε μία συστηματική προσαρμογή της στρατηγικής, ανάλογα με τον στόχο. Σε χαμηλούς στόχους, έτειναν να επιλέγουν στρατηγικές χαμηλότερου ρίσκου, ενώ σε υψηλότερους στόχους οι στρατηγικές ήταν περισσότερο ριψοκίνδυνες. Οι μέσοι στόχοι αντίστοιχα, συνοδεύτηκαν με μία ανομοιογένεια στην επιλογή στρατηγικής (Symmonds et al. 2010). Παρατηρούμε ότι η προσαρμοστικότητα των συμμετεχόντων είναι εμφανής στο πείραμα. Η επιλογή ριψοκίνδυνων ή όχι επιλογών παρουσιάζει άμεση συσχέτιση με τον στόχο που καλείται να πιάσει, ενώ η απόκλιση της στρατηγικής στους μέσους στόχους είναι απόρροια της αντίληψης και της προτίμησης κινδύνου που έχει ο κάθε συμμετέχων.

Στην ίδια έρευνα, παρατηρήθηκε η απόκλιση των επιλογών των συμμετεχόντων από μία βέλτιστη πορεία. Ο λόγος αυτής της απόκλισης πιθανολογούν ότι οφείλεται στην επιπλέον διανοητική προσπάθεια που απαιτείται για να σχεδιάσουμε τις μελλοντικές ενέργειες μας. Για να αποφύγουμε έτσι αυτή την επιπλέον προσπάθεια τείνουμε να επαναπροσδιορίζουμε τις

επιλογές μας σε κάθε πρόκληση που παρουσιάζεται με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πιθανότητα να προβούμε σε λανθασμένες επιλογές.

Η μελέτη της διαχρονικής επιλογής (Lijuan et al. 2009), ανέδειξε μία ακόμα τάση στην συμπεριφορά. Συγκεκριμένα, τα $\frac{3}{4}$ των συμμετεχόντων προτιμούσαν να υποστούν μία μικρή ζημιά άμεσα, παρά μία μεγαλύτερη σε μία μεταγενέστερη χρονική περίοδο. Αντίστοιχα, όσον αφορά τα κέρδη η απόκριση των συμμετεχόντων ήταν μοιρασμένη για τη λήψη κέρδους άμεσα ή μεταγενέστερα. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η ζημιά βιώνεται πιο έντονα από ότι το κέρδος, με συνέπεια να υπάρχει προτίμηση να βιωθεί συντομότερα και σε μικρότερη βαθμό μία ζημιά, ανεξάρτητα από την προεξόφληση μίας άλλης επιλογής. Η υποτίμηση των μεγαλύτερων ζημιών που οφείλονται στην καθυστέρηση τους, δεν είναι πολλές φορές αρκετή να υπερκεράσει το εμπόδιο της επίδρασης της αποστροφής κινδύνου.

Χαρακτηριστικό διαφοροποίησης στη λήψη αποφάσεων αποτελεί το σφάλμα διατύπωσης. Σε μελέτη που διενεργήθηκε (Gonzalez et al. 2005), οι συμμετέχοντες επέλεξαν με μεγαλύτερη συχνότητα τη σίγουρη επιλογή όταν το πλαίσιο ήταν θετικό, ενώ επέλεξαν την επιλογή με κίνδυνο με μεγαλύτερη συχνότητα όταν το πλαίσιο ήταν αρνητικό. Η ασφαλής επιλογή είναι λιγότερο δαπανηρή, σε όρους γνωστικής προσπάθειας, από ότι είναι η επιλογή με κίνδυνο όταν οι επιλογές έχουν θετικό πλαίσιο. Ωστόσο, η ελαχιστοποίηση της γνωστικής προσπάθειας και του συναισθήματος δυσαρέσκειας μπορεί εύκολα να λυθεί όταν το πλαίσιο είναι θετικό. Αντίθετα, σε αρνητικό πλαίσιο απαιτείται αυξημένη γνωστική προσπάθεια διότι και η ασφαλής και η με κίνδυνο επιλογή εμπεριέχουν κόστος.

3.18 Συνοπτική παρουσίαση των άρθρων

A/A	Συγγραφέας - Χρονολογία	Στόχοι	Μεθοδολογία	Συμπεράσματα
1.	Symmonds M., Bossaerts P., Dolan R. – 2010 - A behavioural and neural evaluation of prospective decision-making under risk	Μελέτη διαδοχικών επιλογών συμμετεχόντων και χρήση των δεδομένων για τη σύγκριση διαφορετικών μοντέλων επιλογής που αφορούν την αποτίμηση και τις στρατηγικές επιλογές	17 άτομα – fMRI Διαδοχικά στοιχήματα χωρισμένα σε ομάδες των 5. Επιλογή ανάμεσα σε επένδυση με κίνδυνο και χωρίς κίνδυνο	<ul style="list-style-type: none"> • Συστηματική αλλαγή στρατηγικής ανάλογα με το στόχο • Αποστροφή της διακύμανσης και προτίμηση στοιχημάτων θετικής ασυμμετρίας. • Ενεργοποίηση του έσω κογχομετωπιαίου φλοιού ανάλογα με την αναμενόμενη τιμή • Αποτίμηση αποτελεσμάτων από παρόμοιες νευρικές περιοχές, είτε σε στρατηγική είτε σε μεμονωμένες επιλογές
2.	Minati, L., Grisoli, M., Seth, A., Critchley, H. – 2012 - Decision-making under risk: A graph-based network analysis using functional MRI	Μελέτη του τρόπου με τον οποίο τα μέρη του εγκεφάλου κωδικοποιούν οικονομικές παραμέτρους και της αλληλεπίδρασης τους για την λήψη απόφασης	19 άτομα – fMRI Στοιχήματα στα οποία επέλεξαν εάν θα τα δεχθούν ή θα τα απορρίψουν στα οποία παρουσιαζόταν ένα ποσό πιθανής ζημίας, ένα πιθανού κέρδους και η πιθανότητα κέρδους	<ul style="list-style-type: none"> • Η αναμενόμενη τιμή διαμορφώνεται από ένα δίκτυο με ενιαία αρχιτεκτονική, διαθέτοντας τις έσω και έξω προμετωπιαίες περιοχές ως κεντρικούς κόμβους
3.	Knutson, B., Wimmer, G. E., Kuhnen, C., Winkielman, P. – 2008 – Nucleus Accumbens activation mediates the influence of reward cues on financial risk taking	Θέλησαν να εξετάσουν εάν το τυχαία προκληθέν προβλεπτικό συναίσθημα επηρεάζει την ανάληψη χρηματοοικονομικών κινδύνων	15 άνδρες Στοιχήματα στα οποία επέλεξαν ένα υψηλού ή χαμηλού κινδύνου ποντάρισμα, αφού πρώτα παρουσιαζόταν μία εικόνα	<ul style="list-style-type: none"> • Το θετικό ερέθισμα αύξησε τις μετέπειτα επιλογές υψηλού κινδύνου και την μεταβολή σε επιλογή υψηλότερου κινδύνου • Η προσμονή μεταβολής σε επιλογή υψηλότερου κινδύνου έναντι επιλογής χαμηλότερου, συσχετίζεται με ενεργοποίηση στον επικλινή πυρήνα και στον κερκοφόρο, καθώς και απενεργοποίηση της δεξιάς πρόσθιας νησίδα • Ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα πριν την μεταβολή σε επιλογή υψηλού κινδύνου
4.	Mohr, P., Biele G., Krugel L., Li S., Heekeren H. –	Εξέτασαν πόσο συνεπή είναι 2 μοντέλα λήψης αποφάσεων	19 άτομα – fMRI Εκτελούσαν τριών ειδών	<ul style="list-style-type: none"> • Η αξία και η υποκειμενική αναμενόμενη απόδοση συσχετίζονται με τον προμετωπιαίο

	2010 – Neural foundations of risk-return trade-off in investment decisions	αναφορικά με τις νευροβιολογικές διεργασίες που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια λήψης απόφασης	εργασίες: Επιλογή αξιογράφου με κίνδυνο ή χωρίς, αντίληψη κινδύνου και υποκειμενική αναμενόμενη απόδοση	φλοιό (MPFC), τον οπισθοπλάγιο προμετωπιαίο φλοιό (DLPFC) και τον οπίσθιο φλοιό του προσαγωγίου (PCC)
5.	Lijuan, X. Liang Z., Wang K., Li S., Jiang T. – 2009 - Neural mechanism of intertemporal choice: From discounting future gains to future losses	Μελέτη των νευρικών μηχανισμών που ενεργοποιούνται στην χρονική προεξόφληση κερδών και ζημιών	20 άτομα – fMRI Απάντησαν ερωτήσεις που αφορούσαν χρονική προεξόφληση κερδών και ζημιών	<ul style="list-style-type: none"> • Μεγαλύτερο ποσοστό επιθυμούσε να υποστεί νωρίτερα μικρότερη ζημιά από ότι αντίστοιχα για το κέρδος • Στην χρονική προεξόφληση κερδών ενεργοποιήθηκαν ο ραχιοπλευρικός προμετωπιαίος φλοιός (DLPFC), ο πλάγιος κογχομετωπιαίος φλοιός (LOFC) και ο οπίσθιος βρεγματικός φλοιός (PPC) • Στην χρονική προεξόφληση ζημιών ενεργοποιήθηκαν οι ίδιες περιοχές, αλλά και το έξω ραβδωτό σώμα • Διαφορετικά νευρικά συστήματα αξιολογούν τις άμεσες και τις καθυστερούμενες νομισματικές ανταμοιβές
6.	Frydman, C., Barberis, N., Camerer, C., Bossaerts, P., Rangel, A. – 2014 – Using Neural Data to test a Theory of Investor Behavior: An application to Realization Theory	Έλεγχος της θεωρίας συναλλαγών «οφελιμότητα υλοποίησης» και του Αποτελέσματος Προδιάθεσης	28 άτομα – fMRI Συναλλαγές με 3 εικονικές μετοχές	<ul style="list-style-type: none"> • Η ισχύς με την οποία το κεφαλαιακό κέρδος απεικονίζεται στο σήμα της αξίας απόφασης του μεσοκοιλιακού προμετωπιαίου φλοιού συσχετίζεται με το ποσοστό των κερδών • Η δραστηριότητα στο κοιλιακό ραβδωτό σώμα (<i>ventral striatum</i>), εμφανίζει θετική απόκριση όταν το υποκείμενο έχει κέρδος και εξαρτάται επιπλέον από το μέγεθος των κερδών
7.	Wu C., Bossaerts P., Knutson B. – 2011 – The Affective Impact of Financial Skewness on Neural Activity and Choice	Εξέταση του αντίκτυπου των ασύμμετρων στοιχημάτων στη νευρική δραστηριότητα, την αυτοαξιολόγηση των συναισθηματικών αντιδράσεων τους και τις επακόλουθες προτιμήσεις	19 άτομα – fMRI Επιλογές σε 4 ειδών στοιχήματα: Χαμηλής Διακύμανσης, Υψηλής Διακύμανσης, Θετικής Ασυμμετρίας, Αρνητικής Ασυμμετρίας	<ul style="list-style-type: none"> • Τα υψηλής διακύμανσης στοιχήματα αύξησαν την ενεργοποίηση στον πρόσθιο διάμεσο εγκέφαλο • Τα στοιχήματα θετικής ασυμμετρίας προκαλούσαν ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα • Η ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα

				σχετίζεται με την θετική διέγερση
8.	Gonzalez, C., Dana, J., Koshino, H., Just, M. – 2005 – The Framing Effect and Risky decisions: Examining cognitive functions with fMRI	Εξέταση του σφάλματος διατύπωσης	15 άτομα – fMRI Επιλογή ανάμεσα σε μία σίγουρη επιλογή και σε μία που εμπεριείχε ρίσκο σε προβλήματα τα οποία είχαν θετικό ή αρνητικό πλαίσιο	<ul style="list-style-type: none"> • Επέλεξαν την σίγουρη επιλογή συχνότερα όταν απαντούσαν σε προβλήματα με θετικό πλαίσιο, ενώ όταν απαντούσαν σε προβλήματα με αρνητικό πλαίσιο επέλεξαν συχνότερα την επιλογή με κίνδυνο • Η επιλογή ενδεχομένων με κίνδυνο στα θετικά προβλήματα οδηγούσαν σε υψηλότερη ενεργοποίηση στις μετωπιαίες, βρεγματικές και ινιακές περιοχές • Η επιλογή ενδεχομένων με κίνδυνο παρήγαγε υψηλότερη ενεργοποίηση στις μετωπιαίες και βρεγματικές περιοχές από ότι τα ασφαλή ενδεχόμενα
9.	Kuhnen, C., Knutson, B. – 2005 – The Neural Basis of Financial Risk Taking	Εξέτασαν εάν η νευρική ενεργοποίηση που συνδέεται με συναισθήματα προσμονής μπορεί να προβλέψει τις χρηματοοικονομικές επιλογές	19 άτομα – fMRI Επιλογή ανάμεσα σε ομόλογο και 2 μετοχές	<ul style="list-style-type: none"> • Τα αποτελέσματα κέρδους, έπειτα από επιλογή μετοχής, συνδέονταν με αυξημένη ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα και του έσω προμετωπιαίου φλοιού (MPFC) • Τα αποτελέσματα ζημίας συνδέονταν με αυξημένη ενεργοποίηση του πρόσθιου διάμεσου εγκεφάλου • Η υψηλή ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα προηγούνταν της μεταστροφής σε επιλογές αναζήτησης ρίσκου, ενώ η ενεργοποίηση του πρόσθιου διάμεσου εγκεφάλου προηγούνταν επιλογών αποστροφής ρίσκου.
10.	Barton J., Berns G., Brooks A. – 2012 – The neuroscience behind the stock market’s reaction to corporate earnings news	Ερεύνησαν πως ο ανθρώπινος εγκέφαλος επεξεργάζεται τις εκπλήξεις στις ανακοινώσεις κερδών των εταιρειών.	35 άτομα – fMRI Πρόβλεψη κερδών 60 μετοχών και λήψη θέσης πώλησης ή αγοράς για κάθε μετοχή	<ul style="list-style-type: none"> • Οι πληροφορίες των επενδυτών για τα κέρδη επεξεργάζονται στο κοιλιακό ραβδωτό σώμα. Όταν τα κέρδη είναι μεγαλύτερα από τις προσδοκίες των επενδυτών παρουσιάζεται αύξηση της δραστηριότητας, ενώ όταν οι προσδοκίες είναι μεγαλύτερες από τα κέρδη μειώνεται η δραστηριότητα
11.	Samanez-Larkin, G., Kuhnen, C., Yoo, D.,	Εξέτασαν το ρόλο που έχει η ηλικία στη λήψη	110 άτομα – fMRI (54 άτομα)	<ul style="list-style-type: none"> • Οι ορθολογικές επιλογές είχαν την τάση να μειώνονται καθώς η ηλικία αυξανόταν

	Knutson, B. – 2010 – Variability in Nucleus Accumbens Activity mediates Age-Related Suboptimal Financial Risk Taking	χρηματοοικονομικών αποφάσεων	Επιλογή ανάμεσα σε ομόλογο και 2 μετοχές	<ul style="list-style-type: none"> • Τα επενδυτικά λάθη αυξάνονταν με την ηλικία, με σημαντική αύξηση στα λάθη αναζήτησης κινδύνου • Αύξηση της ενεργοποίησης στον έσω προμετωπιαίο φλοιό (MFPC), επικλινή πυρήνα και πρόσθιο κερκοφόρο (<i>anterior caudate</i>) σε απόκριση των αποτελεσμάτων κέρδους και ζημίας • Η μειωμένη συνδεσιμότητα μεταξύ του επικλινή πυρήνα και της κάτω μετωπιαίας έλικας/νησίδας οδηγούσε σε περισσότερα λάθη αναζήτησης κινδύνου
12.	Kuhnen, C., Chiao, J. – 2009 – Genetic Determinants of Financial Risk Taking	Εξέτασαν εάν οι γενετικές διαφορές μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορές στις επιλογές ανάληψης οικονομικού κινδύνου	65 άτομα Επέλεξαν ανάμεσα σε επιλογή με κίνδυνο και χωρίς κίνδυνο	<ul style="list-style-type: none"> • Έτειναν να επενδύουν περισσότερα χρήματα στην επιλογή με τον κίνδυνο όταν η αναμενόμενη απόδοση ήταν υψηλότερη, η τυπική απόκλιση της απόδοσης χαμηλή ή όταν η απόδοση της επιλογής χωρίς κίνδυνο ήταν πολύ χαμηλή • Τα άτομα που διαθέτουν την κοινή εκδοχή του 5-HTTLPR επένδυσαν λιγότερα στην επιλογή με τον κίνδυνο από αυτούς που διέθεταν μία ή δύο μακριές εκδοχές του • Τα άτομα που διέθεταν την εκδοχή 7-επαναλαμβανόμενο αλληλόμορφο του DRD4 επένδυσαν περισσότερα στην επιλογή με τον κίνδυνο από αυτούς που δεν το διέθεταν
13.	Kuhnen, C., Samarez-Larkin, G., Knutson, B. – 2013 – Serotonergic Genotypes, Neuroticism and Financial Choices	Εξέτασαν εάν η κοινή σε σχέση με την μακριά εκδοχή του αλληλόμορφου του μεταφορέα σεροτονίνης επηρεάζει τις χρηματοοικονομικές αποφάσεις και να αναγνωριστούν πιθανοί ψυχολογικοί παράγοντες	60 άτομα Απάντησαν σε ερωτήσεις: Δημογραφικών και οικονομικών αποτελεσμάτων, γνωστικών και αριθμητικών ικανοτήτων, χρηματοοικονομικών επιλογών, πεποιθήσεων,	<ul style="list-style-type: none"> • Τα αποτελέσματα των χρηματοοικονομικών επιλογών έδειξαν ότι όσοι είχαν την εκδοχή s/s ή s/l επέλεξαν να επενδύσουν λιγότερο σε μετοχές και να διατηρήσουν περισσότερο σε μετρητά από όσους είχαν την εκδοχή l/l • Τα άτομα που διέθεταν την κοινή εκδοχή, έτειναν να θεωρούν τις μετοχές πολύ επικίνδυνες σε σχέση με αυτούς που είχαν την μακριά εκδοχή

			κοινωνικοοικονομικής κατάστασης, συναισθηματικών χαρακτηριστικών	<ul style="list-style-type: none"> • Τα άτομα που διέθεταν την κοντή εκδοχή είχαν αυξημένο νευρωτισμό και αρνητικά συναισθήματα
14.	Kuhnen, C., Knutson, B. – 2011 – The Influence of Affect on Beliefs, Preferences and Financial Decisions	Ερευνήσαν εάν τα συναισθήματα αλλάζουν τις χρηματοοικονομικές επιλογές, τροποποιώντας τις προτιμήσεις ως προς τον κίνδυνο και τα πιστεύω	28 άτομα Στοιχήματα στα οποία επέλεξαν μία μετοχή ή ένα ομόλογο, αφού πρώτα παρουσιαζόταν ένα σχήμα και μία εικόνα	<ul style="list-style-type: none"> • Όταν έβλεπαν μία αρνητική εικόνα, ήταν λιγότερο πιθανό να επιλέξουν την μετοχή σε σχέση με όταν έβλεπαν μία ουδέτερη εικόνα • Οι θετικές εικόνες αύξαναν την πιθανότητα να επιλεγεί η μετοχή κατά 6%, εάν η προηγούμενη επιλογή ήταν η μετοχή • Τα γεγονότα που συνδέονται με θετικά και διεγερτικά συναισθήματα, όπως ο ενθουσιασμός οδηγούν σε επιλογές με περισσότερο κίνδυνο, ενώ αυτά που συνδέονται με αρνητικά συναισθήματα, όπως το άγχος οδηγούν σε επιλογές αποφυγής κινδύνου
15.	Rubinstein, A. – 2008 – Comments on Neuroeconomics	Αναγνώριση τύπων «οικονομικών» ανθρώπων, με βάση το χρόνο που χρειάζονται για να λάβουν μία απόφαση στο παράδοξο του Allais	Συμμετοχή φοιτητών μέσω εκπαιδευτικής ιστοσελίδας Παράδοξο του Allais	<ul style="list-style-type: none"> • Οι συμμετέχοντες χωρίζονται σε δύο τύπους (γρήγορους και αργούς) με σημαντικές διαφορές στη συμπεριφορά τους, όσον αφορά στη λήψη αποφάσεων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Αποτελέσματα

Οι μελέτες και οι έρευνες που έχουν μέχρι σήμερα διενεργηθεί από τα επιστημονικά και ερευνητικά κέντρα έχουν καταφέρει να δώσουν μία καλύτερη εικόνα όσον αφορά τις λειτουργίες του εγκεφάλου. Μέσα από την επισκόπηση που έγινε στα άρθρα, συγκεντρώσαμε τις βασικές λειτουργίες που διενεργούν οι περιοχές του ανθρώπινου εγκεφάλου. Ο τρόπος για να κατανοήσουν οι ερευνητές ποια περιοχή εκτελεί μία εργασία, εξαρτιόταν από τον βαθμό ενεργοποίησης που παρουσίαζε, κατά τη διάρκεια των πειραμάτων που εκτελούσαν τα άτομα που λάμβαναν μέρος.

Πολλές αναφορές γίνονται στις προμετωπιαίες περιοχές, όσον αφορά την αναμενόμενη τιμή, το κέρδος και τη ζημία. Η αναμενόμενη τιμή διαμορφώνει μία αποτελεσματική σύνδεση σε ένα εκτεταμένο δίκτυο του εγκεφάλου, όπου οι έσω και έξω προμετωπιαίες περιοχές διαδραματίζουν το ρόλο των κεντρικών κόμβων, όπου ο έσω κοιλιακός προμετωπιαίος φλοιός επεξεργάζεται τις πληροφορίες και ο έξω πλάγιος προμετωπιαίος φλοιός λειτουργεί ως επικοινωνιακός κόμβος (Minati et al. 2012). Κατά την λήψη επενδυτικών επιλογών, παρουσιάστηκε επίσης συσχέτιση μεταξύ της αξίας και της αναμενόμενης απόδοσης με τον προμετωπιαίο φλοιό και τον οπισθοπλάγιο προμετωπιαίο φλοιό (Mohr et al. 2010). Σε έρευνα σχετικά με την χρονική προεξόφληση, σημαντική ενεργοποίηση παρατηρήθηκε στον ραχιοπλευρικό προμετωπιαίο φλοιό αναφορικά με τα κέρδη και τις ζημίες, ενώ όταν τα αποτελέσματα της επιλογής των συμμετεχόντων ήταν άμεσα ενεργοποιούνταν ο έσω προμετωπιαίος φλοιός. Η περιοχή του ραχιοπλευρικού προμετωπιαίου φλοιού και του μεσοκοιλιακού προμετωπιαίου φλοιού παρουσίασαν αναλογικά υψηλότερη ενεργοποίηση στην χρονική προεξόφληση ζημιών (Lijuan et al. 2009). Στις παραπάνω αναφορές, οι Kuhnen και Knutson (2005), καθώς και οι Samarez-Larkin et al. (2010) ήρθαν να επιβεβαιώσουν τα ευρήματα παρατηρώντας αυξημένη ενεργοποίηση στον έσω προμετωπιαίο φλοιό ως απόκριση αποτελεσμάτων κέρδους και ζημίας.

Σημαντική συνεισφορά στην επεξεργασία πληροφοριών για τα κέρδη-ανταμειβές παρουσιάζει ο επικλινής πυρήνας με την ενεργοποίηση του να παράγεται από θετικά

ερεθίσματα. Σε έρευνα για το προβλεπτικό συναίσθημα, παρατηρήθηκε αυξημένη ενεργοποίηση του αναφορικά με την προσμονή και την πρόβλεψη μεταβολής σε επιλογές υψηλότερου κινδύνου (Knutson et al. 2008). Αντίστοιχα, πείραμα που περιλάμβανε στοιχήματα θετικής ασυμμετρίας ενεργοποιούσε τον επικλινή πυρήνα, επαληθεύοντας την συσχέτιση του με τη θετική διέγερση (Wu et al. 2011). Σε επιβεβαίωση των παραπάνω, τα αποτελέσματα και η προσμονή κέρδους παρατηρήθηκε να προκαλούν ενεργοποίηση του επικλινή πυρήνα. Επιπλέον, διαφάνηκε να υπάρχει συσχέτιση με την ενεργοποίηση του και την μετέπειτα μεταστροφή ενός ατόμου σε επιλογές υψηλότερου κινδύνου. Η αυξημένη δραστηριότητα σε αυτήν την περιοχή συνδέθηκε και με την αυξημένη πιθανότητα λάθους λόγω αναζήτησης υψηλότερου κινδύνου (Kuhnen, Knutson, 2005).

Αξίζει να αναφερθούμε, επίσης, στην λειτουργία του πρόσθιου διάμεσου εγκεφάλου, όπου σε υψηλής διακύμανσης στοιχήματα αυξανόταν η ενεργοποίηση του, ενώ επιπλέον εάν υπήρχε ασυμμετρία οδηγούσε σε ακόμα μεγαλύτερη ενεργοποίηση. Σε σχέση με τον επικλινή πυρήνα, ο πρόσθιος διάμεσος εγκέφαλος παρουσίαζε διέγερση και στα θετικής και στα αρνητικής ασυμμετρίας στοιχήματα (Wu et al. 2011). Σε διαφορετική μελέτη, αποτελέσματα ζημιάς συνδέθηκαν με ενεργοποίηση του. Η προσμονή κέρδους που συσχετιζόταν με την προηγούμενη και την επόμενη επιλογή αύξανε την ενεργοποίηση του και προέβλεπε την μετέπειτα επιλογή αποστροφής κινδύνου. Ως συνέπεια, η αυξημένη δραστηριότητα σε αυτή την περιοχή συνδέθηκε με αυξημένη πιθανότητα λάθους αποστροφής κινδύνου (Kuhnen, Knutson, 2005).

Μία περιοχή η οποία αναφέρθηκε συχνά στις έρευνες ήταν ο οπίσθιος φλοιός του προσαγωγίου (PCC). Η ενεργοποίηση του συνδέθηκε με την προβολή θετικών ερεθισμάτων (Knutson et al. 2008), την αξία και την αναμενόμενη απόδοση (Mohr et al. 2010), ενώ στην προεξόφληση κερδών, αλλά και ζημιών παρουσίασε δραστηριότητα στα άμεσα αποτελέσματα (Lijuan et al. 2009).

Η νησίδα (*insula*) αναφέρθηκε να ενεργοποιείται στα άμεσα αποτελέσματα της χρονικής προεξόφλησης ζημιών και όχι κερδών, παρουσιάζοντας μάλιστα από τα υψηλότερα επίπεδα ενεργοποίησης (Lijuan et al. 2009).

Άλλη περιοχή που εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα ενεργοποίησης στην χρονική προεξόφληση ζημιών είναι το ραβδωτό σώμα. Επίσης, υποπεριοχές του, όπως το κοιλιακό

ραβδωτό σώμα, συνδέθηκαν με την χρονική προεξόφληση και συγκεκριμένα με τα άμεσα αποτελέσματα κερδών. Συγκεκριμένα, εμφάνισε θετική απόκριση σε κέρδη, με την ενεργοποίηση του να επηρεάζεται από το μέγεθος των κερδών. Αντίστοιχα, το έξω ραβδωτό σώμα ενεργοποιήθηκε στην χρονική προεξόφληση ζημιών (Lijuan et al. 2009). Το συγκεκριμένο σημείο λειτούργησε και ως κέντρο επεξεργασίας επενδυτικών πληροφοριών. Σε πείραμα που διενεργήθηκε, η ενεργοποίηση του αυξανόταν όταν τα κέρδη που λάμβαναν οι συμμετέχοντες ήταν υψηλότερα από τις προσδοκίες τους, ενώ τα αντίθετα αποτελέσματα εμφανίζονταν όταν τα κέρδη ήταν χαμηλότερα από τις προσδοκίες (Barton et al. 2012).

Μέσα από τις μελέτες, προέκυψαν αποτελέσματα που περιλάμβαναν την επιρροή γονιδίων στην λήψη αποφάσεων. Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε σε δύο γονίδια, το 5-HTTLPR μεταφορέα της σεροτονίνης και του DRD4, υποδοχέα της ντοπαμίνης. Όσοι διέθεταν την εκδοχή 7-επαναλαμβανόμενο αλληλόμορφο του DRD4 συνδέθηκαν με αυξημένη αναζήτηση κινδύνου στις επιλογές τους, σε σχέση με αυτούς που δεν την διέθεταν. Αναφορικά με το αλληλόμορφο του 5-HTTLPR, τα άτομα που διέθεταν την κοντή εκδοχή παρουσίαζαν αποστροφή στον κίνδυνο (Kuhnen et al. 2009).

4.2 Συμπεράσματα

Η Νευροχρηματοοικονομική είναι ένας νέος διεπιστημονικός τομέας έρευνας που έρχεται να προστεθεί στην μελέτη της Χρηματοοικονομικής επιστήμης. Η εξέλιξη της από το 2000 και μετά είναι ραγδαία. Ενδεικτικά, το 2000 τα άρθρα που αναφέρονταν στη Νευροχρηματοοικονομική ήταν ελάχιστα, ενώ μέχρι σήμερα ο αριθμός τους έχει ξεπεράσει τα 1000. Η λειτουργία του εγκεφάλου έχει ξεκινήσει με μικρά βήματα να αποκρυπτογραφείται ούτως ώστε να δώσει επιπλέον πληροφορίες για τον τρόπο που λειτουργεί, στην λήψη αποφάσεων χρηματοοικονομικής φύσης.

Οι μέχρι τώρα έρευνες και μελέτες σε αυτόν τον τομέα έχουν συνεισφέρει στην περαιτέρω γνώση της λειτουργίας του, χωρίς ωστόσο να παραβλέψουμε το γεγονός ότι οι δυνατότητες του ανθρώπινου εγκεφάλου είναι απεριόριστες και απέχουμε πολύ από την εξ ολοκλήρου κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του. Οι έρευνες που έχουν γίνει έχουν φανερώσει κάποια θεμελιώδη στοιχεία του εγκεφάλου, καθώς και τις συνθήκες ενεργοποίησης κάποιων κέντρων του στις διάφορες προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει στην καθημερινότητα. Δεν θα

πρέπει να παραβλέψουμε, όμως την διαφορετικότητα του κάθε ανθρώπου και τον απρόβλεπτο χαρακτήρα των πράξεων του. Άλλωστε, τα ερεθίσματα κάθε είδους που δέχεται ένας άνθρωπος στην καθημερινότητα του, επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τις πράξεις και τις επιλογές του.

Μέσω της Νευροχρηματοοικονομικής και της μελέτης του εγκεφάλου θα μπορούσαν να αναπτυχθούν νέα μοντέλα και λογισμικά που θα βοηθούσαν στην ακριβέστερη λήψη επενδυτικών αποφάσεων, μειώνοντας το περιθώριο των ανορθολογικών επιλογών των επενδυτών. Καταφέροντας να παρατηρήσουμε και να κατανοήσουμε τον εγκέφαλο, καθώς και τον τρόπο που οι συναισθηματικές καταστάσεις και τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος επηρεάζουν τις επενδυτικές αποφάσεις, δίνεται η δυνατότητα στους επενδυτές να αναγνωρίσουν τις λανθασμένες λειτουργίες τους και να διορθώσουν την επενδυτική συμπεριφορά τους.

Παρόλο που έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό την τελευταία δεκαετία και υπάρχει πληθώρα άρθρων που αναφέρονται σε αυτή την επιστήμη, ωστόσο, βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Το κόστος των ερευνών είναι υψηλό, καθώς απαιτούνται ειδικά μηχανήματα αλλά και το σημαντικότερο από όλα, η ανθρώπινη συμμετοχή. Η ύπαρξη της έχει προκαλέσει ανάμεικτα σχόλια στην επιστημονική κοινότητα, καθώς είναι πολλοί επιστήμονες οι οποίοι θεωρούν ότι δεν μπορεί να βοηθήσει πρακτικά την οικονομική θεωρία.

Επιπλέον, μελετώντας τις υπάρχουσες έρευνες, δίνεται πολλές φορές η εντύπωση ότι τα συμπεράσματα συνάγονται απότομα, χωρίς να υπάρχει πάντα επαρκής αιτιολόγηση της σχέσης που αποδεικνύουν, κάτι το οποίο συχνά αναφέρεται και στα άρθρα των ερευνητών, αναγνωρίζοντας την πιθανότητα της μη αντιπροσωπευτικότητας των συμπερασμάτων τους. Το γεγονός ότι οι περισσότερες μελέτες διενεργούνται σε εργαστήρια με υποθετικές συνθήκες και υποθετικά χρήματα έρχεται να προστεθεί στον σκεπτικισμό που υπάρχει.

Οι δυνατότητες της επιστήμης αυτής θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι απεριόριστες. Σε όλη τη διάρκεια της ιστορίας, εξάλλου, οι νέες ιδέες αντιμετωπίζονταν συχνά με αρνητισμό και διστακτικότητα. Πρώτο μέλημα της επιστημονικής κοινότητας, θα πρέπει να είναι η σωστή χρήση του εργαλείου αυτού, ούτως ώστε να αναδειχθούν και να αξιοποιηθούν σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βαθμό οι δυνατότητες του εγκεφάλου προς όφελος των Χρηματοοικονομικών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α' ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Διακογιάννης Γ. (2010). *Νευροχρηματοοικονομική: Μία συνεργασία Ψυχολογίας, Νευρολογίας και Επενδυτικής Συμπεριφοράς*. ΣΠΟΥΔΑΙ, Τόμος 60, Τεύχος 3-4, σελ. 35-57

Διακογιάννης Γ. (2011) Επενδύσεις μέσω νευρο-χρηματοοικονομικής. Η Ναυτεμπορική. Απρίλιος 2011, σελ. 16

Β' ΞΕΝΗ

Barton J., Berns G., Brooks A. (2012). *The neuroscience behind the stock market's reaction to corporate earnings news*. The Accounting Review in Press

Brinson G., Singer B., Beebower G., (1991). *Determinants of Portfolio Performance II: An Update*. Financial Analysts Journal, 43, 3, p. 40-48

Bushman, B. J. (2002). *Does venting anger feed or extinguish the flame? Catharsis, rumination, distraction, anger and aggressive responding*. Personality & Social Psychology Bulletin, 28, p. 724-731

Belsky G., Gilovich T. (1999). *Why Smart People Make Big Money Mistakes And how to correct them*. New York: Simon and Schuster

Camerer C., Loewenstein G., Prelec D. (2004). *Neuroeconomics: Why Economics Needs Brains*. Scand. J. of Economics, 106 (3), p. 555-579

Camerer C., Loewenstein G., Prelec D. (2005). *Neuroeconomics: How Neuroscience Can Inform Economics*. Journal of Economic Literature, Vol. XLIII, p. 9-64

Ederer F., Manso G. (2013). *Is Pay-for-Performance Detrimental to Innovation?*. Management Science, Vol. 59, Issue 7, p. 1496-1513

Ekman, P. (1999). *Basic emotions*. In T. Dalgleish and M. Power (Eds.), Handbook of cognition and emotion. Chichester, UK: Wiley

- Elton E., Gruber M. (1997). *Modern portfolio theory, 1950 to date*. Journal of Banking & Finance 21, p. 1743-1759
- Fabozzi F., Gupta F., Markowitz H. (2002). *The Legacy of Modern Portfolio Theory*. The Journal of Investing, Vol. 11, No. 3, p. 7-22
- Fama E., French K. (2004). *The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence*. The Journal of Economic Perspectives, Vol. 18, No. 3, pp. 25-46
- Farrell J. (1976). *The Multi-Index Model and Practical Portfolio Analysis*. The Financial Analysts Research Foundation
- Fields, R. D. (2004). *The other half of the brain*. Scientific American, 266, p. 55–61
- Fields, R. D. (2009). *The other brain: From dementia to schizophrenia, how new discoveries about the brain are revolutionizing medicine and science*. New York: Simon & Schuster
- Frydman, C., Barberis, N., Camerer, C., Bossaerts, P., Rangel, A. (2014). *Using Neural Data to test a Theory of Investor Behavior: An application to Realization Theory*. The Journal of Finance, Volume 69, Issue 2, p.907-946
- Glimcher P., Camere C., Fehr E., Poldrack R. (2009). *Neuroeconomics: Decision Making and the Brain*. Academic Press
- Gonzalez, C., Dana, J., Koshino, H., Just, M. (2005). *The Framing Effect and Risky decisions: Examining cognitive functions with fMRI*. Journal of Economic Psychology, 26, p.1-20
- Griggs R. (2006). *Psychology: A Concise Introduction*. Worth Publishers
- Haselton, M.G., Ketelaar, T. (2006). *Irrational emotions or emotional wisdom? The evolutionary psychology of emotions and behavior*. In J. P. Forgas (Ed.), *Hearts and minds: Hearts and minds: Affective influences on social cognition and behavior* (pp. 21-40). New York: Psychology Press
- Ibbotson R., Kaplan P. (2000). *Does Asset Allocation Policy Explain 40, 90, 100 Percent of Performance*. Financial Analysts Journal, Vol. 56, No. 1
- Jones B. (1999). *Bounded Rationality*. Annu. Rev. Polit. Sci. Vol. 2, p. 297-321

- Kahneman D., Riepe M. (1998). *Aspects of Investor Psychology*. Journal of Portfolio Management, Vol. 24, No. 4
- Knutson, B., Adams, C.M., Fong, G.W., Hommer, D. (2001). Anticipation of increasing monetary reward selectively recruits nucleus accumbens. *J. Neurosci.*21, RC159
- Knutson, B., Wimmer, G. E., Kuhnen, C., Winkielman, P. (2008). *Nucleus Accumbens activation mediates the influence of reward cues on financial risk taking*. *NeuroReport*, Vol.19, No.5, p.509-513
- Koop, J. (2009). *The root of thought*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education
- Kuhnen, C., Chiao, J. (2009). *Genetic Determinants of Financial Risk Taking*. PLoS ONE, Vol. 4, No.2
- Kuhnen, C., Knutson, B. (2005). *The Neural Basis of Financial Risk Taking*. *Neuron*, V. 47, p.763-770
- Kuhnen C., Knutson B. (2011). *The Influence of Affect on Beliefs, Preferences and Financial Decisions*. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 46, No. 3, p. 605-626
- Kuhnen, C., Samarez-Larkin, G., Knutson, B. (2013). *Serotonergic Genotypes, Neuroticism and Financial Choices*. PLoS ONE, 8, (1)
- Lijuan, X. Liang Z., Wang K., Li S., Jiang T. (2009). *Neural mechanism of intertemporal choice: From discounting future gains to future losses*. *Brain Research*, V. 1261, p.65-74
- Lintner J. (1965). *The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets*. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 47, No. 1, p. 13-37
- Loewenstein, G., (1987). *Anticipation and the valuation of delayed consumption*. *Economic Journal*, 97, p. 666–684
- MacKeigan L.D., Larson L.N., Draugalis J.R., Bootman J.L., Burns L.R., (1993). *Time preference for health gains versus health losses*. *Pharmacoeconomics* 3, p. 374–386

- Markowitz, H. (1952). *Portfolio selection*, The Journal of Finance, 7, pp. 77-91
- Markowitz, H. (1959). *Portfolio selection: Efficient Diversification of Investments*, John Wiley & Sons
- McClure, S.M., Laibson, D.I., Loewenstein, G., Cohen, J.D., (2004). *Separate neural systems value immediate and delayed monetary rewards*. Science 306, p. 503–507
- McNeil B. J., Pauker, S. G., Cox, H. C., Jr., Tversky, A. (1982). *On the elicitation of preferences for alternative therapies*. New England Journal of Medicine, 306, p. 1259–1262
- Medveck V. H., Madey S. F., Gilovich, T. (1995). *When less is more: Counterfactual thinking and satisfaction among Olympic medalists*. Journal of Personality and Social Psychology, 69, p. 603–610
- Minati, L., Grisoli, M., Seth, A., Critchley, H. (2012). *Decision-making under risk: A graph-based network analysis using functional MRI*. NeuroImage 60, p. 2191-2205
- Mohr, P., Biele G., Krugel L., Li S., Heekeren H. (2010). *Neural foundations of risk-return trade-off in investment decisions*. NeuroImage, 49, p. 2556-2563
- Moruzzi G., Magoun H. (1949). *Brain stem reticular formation and activation of the EEG*. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 1 (4), p. 455-473
- Nairne J. (2009). *Psychology*. Wadsworth, Cengage Learning
- Oliveira A. (2007). *A Discussion of Rational and Psychological Decision-Making Theories and Models: The Search for a Cultural-Ethical Decision-Making Model*. Electronic Journal of Business Ethics and Organization Studies, Vol. 12 (2)
- Omisore I., Yusuf M., Christopher N. (2012). *The Modern Portfolio Theory as an Investment decision tool*. Journal of Accounting and Taxation, Vol. 4 (2), p. 19-28
- Ortony A., Turner T. J. (1990). *What's basic about basic emotions?* Psychological Review, 97, p. 315–331

- Paulus, M.P., Rogalsky, C., and Simmons, A. (2003). Increased activation in the right insula during risk-taking decision making is related to harm avoidance and neuroticism. *Neuroimage* 19, p. 1439–1448
- Perold A. (2004). *The Capital Asset Pricing Model*. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 18, 3, p. 3-24
- Read D. (2004). *Intertemporal choice*. In: Koehler, D, Harvey, N (Eds.), *Blackwell Handbook of Judgment and Decision Making*. Blackwell, Oxford, p. 424–443
- Ross S. (1976). *The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing*. *Journal of Economic Theory* 13, p. 341-360
- Rubinstein, A. (2008). *Comments on Neuroeconomics*. *Economics and Philosophy* 24, 485-494
- Sahi S. (2012). *Neurofinance and investment behavior*. *Studies in Economics and Finance*, Vol. 29, Iss. 4, p. 246-267
- Samanez-Larkin, G., Kuhnen, C., Yoo, D., Knutson, B. (2010). *Variability in Nucleus Accumbens Activity mediates Age-Related Suboptimal Financial Risk Taking*. *The Journal of Neuroscience*, 1464, p.1426-1434
- Sanfey A., Rilling J., Aronson J., Nystrom L., Cohen J. (2003). *The Neural Basis of Economic Decision-Making in the Ultimatum Game*. *Science, New Series*, Vol 300, No. 5626, p. 1755-1758
- Sharpe W., (1963). *A simplified Model for Portfolio Analysis*, *Management Science* 9, No.2, p. 277-293
- Sharpe W. (1964). *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk*. *The Journal of Finance*, Vol. 19, No. 3, p. 425-442
- Shefrin H., Statman M. (1985). *The Disposition to Sell Winners Too Early and Ride Losers Too Long: Theory and Evidence*. *The Journal of Finance*, Vol. 40, No. 3
- Solt M. E., Statman M. (1989). *Good companies, bad stocks*. *Journal of Portfolio Management*, 15 (4), p. 39-45

- Springer, S. P., Deutsch, G. (1998). *Left brain, right brain* (5th ed.). New York: W. H. Freeman
- Statman M. (1995). *A Behavioral Framework for Dollar-Cost Averaging*. The Journal of Portfolio Management, Vol. 22, No.1, p. 70-78
- Symmonds M., Bossaerts P., Dolan R. (2010). *A behavioural and neural evaluation of prospective decision-making under risk*. The Journal of Neuroscience, 30 (43), p. 14380-14389
- Tanaka, S.C., Doya, K., Okada, G., Ueda, K., Okamoto, Y., Yamawaki, S., (2004). *Prediction of immediate and future rewards differentially recruits cortico-basal ganglia loops*. Nat. Neurosci. 7, 887–893
- Thaler, R. (1981). *Some empirical evidence on dynamic inconsistency*. Econ. Lett. 8, 201
- Thaler R., Johnson E. (1990). *Gambling with the House Money and Trying to Break Even: The effects of Prior Outcomes on Risky Choice*. Management Science, Vol. 36, No. 6, p. 643-660
- Tversky, A., Kahneman, D. (1974). *Decision making under uncertainty: Heuristics and biases*. Science, 185, p. 1124–1131.
- Wu C., Bossaerts P., Knutson B. (2011). *The Affective Impact of Financial Skewness on Neural Activity and Choice*. PLoS ONE, Vol.6, Issue 2

Γ' ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

www.adsi.info/forebraintechnique.htm