
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

(Μετάφραση: **Θωμάς Κουρτέσης Ph. D.**)



ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- Κατανόηση της ανάγκης για μια πολύπλευρη προσέγγιση της μελέτης του κινητικού ελέγχου και της κινητικής μάθησης.
- Εξοικείωση με τις βασικότερες θεωρητικές προσεγγίσεις που έχουν καθοδηγήσει την έρευνα και την πρακτική στον τομέα του κινητικού ελέγχου τον περασμένο αιώνα.
- Κατανόηση των **πλεονεκτημάτων και των αδυναμιών** της κάθε θεωρητικής προσέγγισης του κινητικού ελέγχου, όσον αφορά την περιγραφή των σημαντικών χαρακτηριστικών της ανθρώπινης κίνησης.
- Κατανόηση και ικανότητα περιγραφής των διάφορων διαδικασιών μέσω των οποίων οι διαθέσιμοι, στο ανθρώπινο σύστημα, βαθμοί ελευθερίας μπορούν να συντονιστούν και να ελεγχθούν, έτσι ώστε να παραχθεί η επιδέξια κίνηση.

“Ό,τι παρατηρούμε στην ανθρώπινη επιδέξια κινητική συμπεριφορά είναι, η πλούσια ανάμιξη διαφόρων επιπέδων ελέγχου που λειτουργούν βάσει των απαιτήσεων της δεξιότητας, η φάση μάθησης του ατόμου και οι περιορισμοί που θέτονται στη δεξιότητα και στο άτομο από το περιβάλλον.”

— Pew (1974)

Το βιβλίο που μόλις αρχίσατε να διαβάζετε διαφέρει πολύ από τα βιβλία που αυτή τη στιγμή είναι διαθέσιμα στους φοιτητές που ενδιαφέρονται να μάθουν περισσότερα για την ανθρώπινη κινητική συμπεριφορά. Που έγκειται η διαφορά; Η διαφορά βρίσκεται σε δύο σημαντικά σημεία. Πρώτον, προσπαθεί να εξερευνήσει τις αρχές που διέπουν τον κινητικό έλεγχο και την κινητική μάθηση των κινήσεων σε ένα και μοναδικό βιβλίο και δεύτερον, υιοθετεί μία πολύπλευρη προσέγγιση στη μελέτη του κινητικού ελέγχου και της κινητικής μάθησης. Επίσης, προσπαθεί να διερευνήσει όχι μόνο τη μάθηση και τον έλεγχο των ανθρώπινων κινήσεων σε **συμπεριφοριστικό** ή ψυχολογικό επίπεδο ανάλυσης, αλλά όπου είναι δυνατό, επιχειρεί παρόμοια διερεύνηση και σε νευρο-κινητικό επίπεδο ανάλυσης.

Υιοθετώντας μια πολύπλευρη προσέγγιση, αναγνωρίζουμε τα δύο πιο σημαντικά πεδία γνώσης που έχουν δώσει μορφή στο αντικείμενο που είναι γνωστό σαν κινητικός έλεγχος και κινητική μάθηση: τη νευροφυσιολογία και

την ψυχολογία. Επίσης, αποκαλύπτουμε τα πολλά επίπεδα πολυπλοκότητας που χαρακτηρίζουν τη μάθηση και τον έλεγχο της κίνησης. Ιστορικά, οι συγγραφείς των βιβλίων του κινητικού ελέγχου και της κινητικής μάθησης, παρουσιάζουν μία τάση να περιγράφουν την ανθρώπινη κινητική συμπεριφορά, αντλώντας πληροφορίες από ένα ή δύο πεδία γνώσεων (Brooks 1986, Magill 1993, Schmidt 1988). Διαβάζοντας αυτά τα βιβλία, πρώτα σαν φοιτητής και αργότερα σαν καθηγητής του κινητικού ελέγχου και της κινητικής μάθησης, είχα πάντα την εντύπωση πως μου παρείχαν μόνο μερικά από τα κομμάτια του οικοδομήματος που λέγεται κινητική μάθηση και έλεγχος. Διαβάζοντας, συνέλαβα τον εαυτό μου να αναρωτιέται πώς είναι δυνατό ψυχολογικές διαδικασίες που, από συμπεριφοριστική σκοπιά, αναφέρονται σαν “κωδικοποίηση”, “επιλογή απάντησης” και “εκτέλεση απάντησης”, ολοκληρώνονται ουσιαστικά από το νευρικό και το μυοσκελετικό σύστημα και τελικά πώς μπορούμε να μαθαίνουμε την εκτέλεση κινήσεων που δεν είχαμε εκτελέσει ποτέ πριν. Η έντονη ανάγκη που ένιωσα σαν φοιτητής να μάθω περισσότερα γι’ αυτή την περιοχή, ενέπνευσε την πολύπλευρη προσέγγιση που χαρακτηρίζει αυτό το βιβλίο. Ελπίζω, πως αυτή η προσέγγιση θα εφοδιάσει εσάς, τον αναγνώστη, με περισσότερα κομμάτια από το οικοδόμημα που είναι γνωστό σαν κινητικός έλεγχος και κινητική μάθηση.

ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟΝ ΚΙΝΗΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ

Κινητικός έλεγχος: Η μελέτη των στάσεων και κινήσεων καθώς και των μηχανισμών που τις υποστηρίζουν.

Ποια λοιπόν είναι ακριβώς η φύση του κινητικού ελέγχου και πόσο πλατιά μπορεί να εφαρμοσθεί ο όρος αυτός όσον αφορά την περιγραφή της κίνησης; Για παράδειγμα, μπορεί ο συγκεκριμένος όρος να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει την ποιότητα της κίνησης “φτασμένων” αθλητών, όπως του αθλητή της γυμναστικής στο εξώφυλλο του βιβλίου; Ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει τις κινήσεις ενός μωρού που προσπαθεί να σταθεί στα πόδια του για πρώτη φορά, ενός παιδιού που περιστρέφει το ρόπαλο του baseball προσπαθώντας αποτυχημένα να χτυπήσει μια μπάλα και ενός ηλικιωμένου που προσπαθεί να διασχίσει ένα διάδρομο με τη βοήθεια υποστηριγμάτων; Ίσως ο καλύτερος τρόπος για να απαντήσουμε στην παραπάνω ερώτηση είναι να προσδιορίσουμε τον όρο *κινητικός έλεγχος*. Με απλά λόγια, κινητικός έλεγχος είναι η μελέτη των στάσεων και των κινήσεων καθώς και των μηχανισμών που τις υποστηρίζουν. Ο παραπάνω ορισμός προτείνει πως όλες οι στάσεις και οι κινήσεις, ανεξάρτητα ποιότητας, εκφράζονται από τον κινητικό έλεγχο.

Για να κατανοήσουμε τη φύση του κινητικού ελέγχου, είναι απαραίτητο να ανακαλύψουμε το *τι* τελικά ελέγχεται και *πώς* είναι οργανωμένες οι διάφορες διαδικασίες που διέπουν τον κινητικό έλεγχο. Παρά το γεγονός ότι



Όλες οι κινήσεις και οι στάσεις είναι, ανεξάρτητα από την ποιότητά τους, εκφράσεις του κινητικού ελέγχου.



Οι θεωρίες του κινητικού ελέγχου πρέπει να εκφράζουν το "τι" και το "πώς" του ανθρώπινου ελέγχου.

οι μύες και οι αρθρώσεις είναι οι τελικοί στόχοι του κινητικού ελέγχου, οι διαδικασίες μέσω της οποίας επιστρατεύονται αυτοί οι παράγοντες παραμένει αντικείμενο ιδιαίτερα σημαντικό αλλά και αμφιλεγόμενο μεταξύ των ερευνητών. Μέσα στα χρόνια που πέρασαν, συστηματικές ερευνητικές προσπάθειες έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη ενός αριθμού θεωριών και θεωρητικών μοντέλων του κι-

νητικού ελέγχου, καθένα από τα οποία έχει συμβάλει σημαντικά στην κατανόηση του ανθρώπινου κινητικού ελέγχου. Ας αρχίσουμε λοιπόν με μια ανασκόπηση μερικών αντιπροσωπευτικών θεωριών που έχουν επιχειρήσει να ανταποκριθούν και στο γιατί και στο πώς του ανθρώπινου κινητικού ελέγχου.

ΘΕΩΡΙΕΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα, τρεις κυρίως κατηγορίες θεωριών έχουν επικρατήσει στη βιβλιογραφία που σχετίζεται με τον κινητικό έλεγχο. Αυτές περιλαμβάνουν τις θεωρίες περί αντανακλαστικών, τις ιεραρχικές θεωρίες και (πιο πρόσφατα) τις θεωρίες των δυναμικών συστημάτων. Οι προβλέψεις που συνδέονται με κάθε μία από αυτές τις θεωρίες έχουν ερευνηθεί με τη χρησιμοποίηση πολλών και διαφορετικών μεθόδων αξιολόγησης αλλά και επιπέδων ανάλυσης. Μερικοί ερευνητές έχουν δουλέψει κυρίως σε συμπεριφοριστικό ή ψυχολογικό επίπεδο ανάλυσης, τη στιγμή που άλλοι έχουν επιστρατεύσει μοντέλα με ζώα σε μια προσπάθεια να αναγνωρίσουν ουσιαστικά τους νευρολογικούς μηχανισμούς που υποστηρίζουν την κίνηση. Ας αρχίσουμε λοιπόν συζητώντας τα χαρακτηριστικά που ορίζουν κάθε θεωρία καθώς και την αντίστοιχη συνεισφορά τους στην κατανόηση του ανθρώπινου κινητικού ελέγχου, σήμερα.

Θεωρίες περί Αντανακλαστικών

Μία από τις πρώτες, νευρολογικού τύπου, θεωρίες που αναπτύχθηκαν για να εξηγήσουν πως ελέγχονται οι κινήσεις, βασίστηκε στη δουλειά του Sherrington (1857-1952), ενός αναγνωρισμένου νευροφυσιολόγου που θεωρούσε πως το αντανακλαστικό είναι το βασικό χαρακτηριστικό του κινητικού ελέγ-

χου. Η βασική υπόθεση αυτής της θεωρίας ήταν πως, τα φυσικά γεγονότα που συμβαίνουν στο περιβάλλον χρησιμεύουν σαν **ερεθίσματα** για την κίνηση, ενεργοποιώντας μια αλυσίδα αντανακλαστικών κύκλων που ευθύνονται για την παραγωγή κινητικών **αντιδράσεων**. Σύμφωνα με τον Sherrington (1906), "το αποτέλεσμα των φυσιολογικών αντανακλαστικών κινήσεων του οργανισμού είναι μια

μεθοδική συν-προσαρμογή και αλληλουχία αντιδράσεων" (σελ. 8). Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία είναι και η ιδέα πως ο άνθρωπος είναι ένας παθητικός δέ-

Ο Sherrington θεώρησε πως το αντανακλαστικό είναι το βασικό χαρακτηριστικό του κινητικού ελέγχου.

κτης αισθητηριακών πληροφοριών που παράγονται εξωτερικά. Οι αισθητηριακοί υποδοχείς που υπάρχουν στο δέρμα, στους μύες και στις αρθρώσεις ερεθίζονται και ενεργοποιούν άλλα αισθητηριακά συστήματα που, με τη σειρά τους, διεγείρουν κινητικούς μηχανισμούς που είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή κίνησης στους μύες και στις αρθρώσεις που είχαν ερεθιστεί αρχικά.

Για να ερευνήσει τις ιδέες του ο Sherrington πραγματοποίησε μία σειρά από πειράματα κατά τα οποία απέκοπτε το νωτιαίο μυελό ζώων ακριβώς κάτω από τον εγκέφαλο. Η παραπάνω διαδικασία απλοποιούσε το κύκλωμα του νευρικού συστήματος και έκανε δυνατή τη μελέτη των μηχανισμών του νωτιαίου μυελού ανεξάρτητα από τα κέντρα υψηλότερου επιπέδου του εγκεφάλου. Με αυτόν τον τρόπο ο Sherrington μπορούσε να εστιάσει την προσοχή του σε αυτό που πίστευε ότι είναι το στοιχειώδες συστατικό της συμπεριφοράς: το αντανακλαστικό.

Κατά τη διάρκεια των δεκαετιών του 1920 και του 1930, μία ομάδα ψυχολόγων, γνωστών σαν “συμπεριφοριστές” (Skinner 1938, Thorndike 1927), ερευνήσε επίσης, σε ψυχολογικό βέβαια επίπεδο, διάφορες μορφές μοντέλων αλυσιδωτών αντανακλαστικών του κινητικού ελέγχου. Η συγκεκριμένη ομάδα ερευνητών θεωρούσε πως η απόκτηση κινητικών δεξιοτήτων και δραστηριοτήτων ήταν η σύνδεση ατομικών κινήσεων σε μία αλυσίδα συμπεριφοράς. Θεωρήθηκε λοιπόν πως κάποιο εξωτερικό ερέθισμα ενεργοποιεί μία αλυσιδωτή κίνηση και έτσι παράγεται μία κινητική αντίδραση. Κατόπιν, η αντίδραση αυτή δημιουργεί ένα δεύτερο ερέθισμα για πιθανή συνέχεια της κίνησης. Ουσιαστικά, το κύριο ενδιαφέρον των “συμπεριφοριστών” ήταν η μελέτη του φανερού κινητικού αποτελέσματος, παρά η μελέτη των υποστηρικτικών μηχανισμών που παράγουν αυτά τα αποτελέσματα. Έτσι, οι θεωρίες που αναπτύχθηκαν αυτή την περίοδο προσέφεραν πολύ λίγα όσον αφορά το πώς είναι οργανωμένο το κινητικό σύστημα ώστε να παράγει κίνηση.

Παρά το γεγονός ότι το μοντέλο του κινητικού ελέγχου περι αντανακλαστικών, παρείχε μία πολύ ξεκάθαρη εξήγηση για το πώς ελέγχονται οι κινήσεις, ήταν μάλλον πολύ απλουστευμένο ώστε να εξηγήσει την ικανότητα του ατόμου να εκτελεί μία μεγάλη ποικιλία από προκαθορισμένες κινήσεις. Οι αδυναμίες αυτής της θεωρίας γίνονται ιδιαίτερα εμφανείς καθώς αρχίζουμε να εξετάζουμε την τεράστια περιοχή των κινήσεων όπου απαιτείται η ικανότητα του ατόμου να προβλέπει τις αλλαγές που συμβαίνουν στο περιβάλλον παρά να περιμένει να συμβούν. Όπως όλοι γνωρίζουμε από τις αθλητικές δραστηριότητές μας αλλά και από την καθημερινή ζωή μας, πολλές από τις κινήσεις μας πρέπει να είναι “προ-δράσεις” παρά “αντι-δράσεις” έτσι ώστε να αποφεύγουμε κάποιες ανεπιθύμητες συνέπειες.

Για παράδειγμα, ένας τερματοφύλακας σε ένα παιγνίδι ποδοσφαίρου ή

Το κύριο ενδιαφέρον των “συμπεριφοριστών” ήταν η μελέτη του φανερού αποτελέσματος παρά των υποστηρικτικών μηχανισμών.



Σε πολλές κινητικές καταστάσεις απαιτείται από τους συμμετέχοντες να προβλέπουν τις κινήσεις των άλλων παρά να περιμένουν απλά να συμβούν.

χόκει επί πάγου, δεν έχει το χρόνο να περιμένει να γίνει πρώτα το σουτ για να αποφασίσει το δικό του σχέδιο δράσης. Αντιθέτως, θα πρέπει παρατηρώντας προσεκτικά τους επιθετικούς αντιπάλους να ψάξει για τις ενδείξεις αυτές που θα τον βοηθήσουν να *προβλέψει* ποιος επιθετικός θα πραγματοποιήσει το σουτ. Με αυτόν τον τρόπο ο τερματοφύλακας μπορεί να αρχίσει να σχεδιάζει τις κινήσεις του, πριν ακόμη γίνει το σουτ. Παρόμοια, οι έμπειροι οδηγοί, οι οποίοι έχουν την εμπειρία οδήγησης σε κακές καιρικές συνθήκες, οδηγούν με χαμηλές ταχύτητες μειώνοντας ταχύτητα ακόμη περισσότερο καθώς πλησιάζουν σε στροφές όπου γνωρίζουν ότι θα υπάρχει συγκεντρωμένος πάγος ή χιόνι. Σε καταστάσεις σαν τις παραπάνω, για να είναι κάποιος επιτυχημένος, πρέπει να βασίζεται στην υπάρχουσα σχετική γνώση και να προβλέπει τις αλλαγές στο περιβάλλον.

Μία δεύτερη αδυναμία των θεωριών του κινητικού ελέγχου “περί αντανakλαστικών”, είναι η ανικανότητα να εξηγήσει κινήσεις που πραγματοποιούνται χωρίς αισθητηριακή ανατροφοδότηση. Ο **έλεγχος ανοιχτού κυκλώματος** των κινήσεων έχει επιδειχθεί όχι μόνο σε μελέτες με ζώα που είχαν υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση αποκοπής των αισθητηριακών καναλιών μεταξύ περιφερειακών υποδοχέων και νωτιαίου μυελού/ εγκεφάλου (Gril-

Iner 1975, Taub & Berman 1968) αλλά και σε μελέτες με αισθητηριακή απομόνωση σε ανθρώπους (Kelso 1977, Smith 1969) και σε κλινικές παρατηρήσεις ασθενών που είχαν υποστεί καταστροφή των αισθητηριακών καναλιών (Lashlay 1917). Τα συνολικά ευρήματα αυτών των μελετών απέδειξαν πως η αισθητηριακή ανατροφοδότηση δεν είναι απαραίτητη για την εκτέλεση όλων των κινήσεων, ένα συμπέρασμα που έρχεται σε πλήρη αντίθεση με τα ευρήματα του Sherrington και με τις βασικές υποθέσεις των θεωριών του κινητικού ελέγχου “περί αντανακλαστικών”.

Παρά το γεγονός ότι οι θεωρίες περί αντανακλαστικών δεν χρησιμοποιούνται πλέον για την κατανόηση του πώς ελέγχονται οι εσκεμμένες κινήσεις, είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε πως πολλές θεραπευτικές προσεγγίσεις που ακόμη χρησιμοποιούνται ευρέως στην φυσιοθεραπεία, βασίζονται σε θεωρητικά μοντέλα περί αντανακλαστικών (βλ. Gordon 1987). Ένα παράδειγμα τέτοιων προσεγγίσεων είναι το νευροαναπτυξιακό θεραπευτικό σύστημα που δημιούργησε ο Bobath (1965, 1978). Ο βασικός στόχος αυτής της θεραπευτικής μεθόδου είναι η διευκόλυνση των αντανακλαστικών που θεωρούνται φυσιολογικά και η μείωση ή εξαφάνιση των μη φυσιολογικών αντανακλαστικών. Η μέθοδος Bobath είναι πολύ δημοφιλής στη θεραπεία παιδιών με εγκεφαλική παράλυση και ενηλίκων με επίκτητη ημιπληγία.

Η αισθητηριακή ανατροφοδότηση δεν είναι απαραίτητη για την εκτέλεση όλων των κινήσεων.

Ιεραρχικές Θεωρίες

Σε πλήρη αντίθεση με τις προηγούμενες θεωρίες περί αντανακλαστικών, οι ιεραρχικές θεωρίες του κινητικού ελέγχου υποθέτουν πως όλα τα στοιχεία του προγραμματισμού και της εκτέλεσης της κίνησης είναι αποκλειστική ευθύνη ενός ή περισσότερων κέντρων του φλοιού του εγκεφάλου, τα οποία αντιπροσωπεύουν το υψηλότερο επίπεδο διοίκησης στην ιεραρχία του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ). Αυτός ο φλοιώδης εντολέας περιέχει όλες τις απαραίτητες για την κίνηση πληροφορίες και καθοδηγεί όλα τα χαμηλότερα κέντρα του νευρικού συστήματος ώστε να εκτελέσουν την προσχεδιασμένη κίνηση. Επιπλέον, έχει την ικανότητα να συγχρονίζει και να ρυθμίζει την κίνηση με ή χωρίς τη βοήθεια εξωτερικής αισθητηριακής ανατροφοδότησης.

Ένα από τα πρώτα μοντέλα που αναπτύχθηκαν για τη διερεύνηση των προβλέψεων των ιεραρχικών θεωριών του κινητικού ελέγχου, δημιουργήθηκε από τον Hughlings Jackson τη δεκαετία του 1950. Ο Jackson υποστήριξε πως οι κινήσεις, πρώτα απεικονίζονται στα υψηλότερα κέντρα του εγκεφάλου και κατόπιν χρησιμοποιούνται για την καθοδήγηση της εκτέλεσης. Ανάλογα, πίστευε, πως η ροή των πληροφοριών είναι μονόπλευρη. Αυτό σημαίνει πως η μόνη

Τα υψηλότερα κέντρα δίνουν εντολές στα χαμηλότερα κέντρα για να εκτελέσουν μια προσχεδιασμένη κίνηση.