

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ
ΜΑΘΗΣΗΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ



Σπουδάστρια:
ΤΟΡΗ ΙΛΙΡΑ-ΙΦΙΓΕΝΕΙΑ

Εισηγήτρια:
κα ΜΗΛΙΩΤΗ ΣΤΥΛΙΑΝΗ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ ΚΙΝΗΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

1.Εισαγωγή	
Βασικός ορισμός.....	3
2.Μελέτη της δράσης, της αντίληψης, της γνωστικότητας. Αλληλεπίδραση αυτών.....	4
α) Κίνηση και δράση.....	5
β) Κίνηση και αντίληψη.....	5
γ) Κίνηση και γνώση.....	5
3.Κινητικός έλεγχος και ανατροφοδότηση	
4.Θεωρίες κινητικού ελέγχου και περιορισμοί	
α) Θεωρία των αντανακλαστικών Περιορισμοί	
β) Ιεραρχική θεωρία Περιορισμοί	
γ) Θεωρίες κινητικών προγραμμάτων Περιορισμοί	
δ) Θεωρία συστημάτων Περιορισμοί	
ε) Θεωρία δυναμικής δράσης Περιορισμοί	
στ) Θεωρία της παράλληλης διανεμημένης επεξεργασίας Περιορισμοί	
ζ) Θεωρίες προσανατολισμένες στη δραστηριότητα Περιορισμοί	
η) Οικολογική θεωρία Περιορισμοί	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΙΝΗΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ

- 1.Δομή κλινικής παρέμβασης
- 2.Σημασία μελέτης του κινητικού ελέγχου
 - Πλαίσιο ερμηνείας της κινητικής συμπεριφοράς
 - Οδηγός για κλινική παρέμβαση
 - Νέες ιδέες: οι θεωρίες εξελίσσονται
 - Υποθέσεις εργασίας για την αξιολόγηση και τη θεραπεία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ ΘΕΩΡΙΕΣ ΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ & Η ΚΛΙΝΙΚΗ ΤΟΥΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

1. Αντανακλαστική θεωρία – κλινικές εφαρμογές
2. Ιεραρχική θεωρία
3. Θεωρία κινητικού προσανατολισμού
4. Θεωρία των συστημάτων
5. Θεωρία της δυναμικής δράσης
6. Θεωρία της παράλληλης διανεμημένης επεξεργασίας
7. Θεωρίες προσανατολισμένες στην δραστηριότητα
8. Οικολογική θεωρία

Ποια θεωρία κινητικού ελέγχου είναι η καλύτερη;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

1. Εισαγωγή
2. Βασικός ορισμός
 - Η μάθηση είναι αποτέλεσμα εμπειρίας και εξάσκησης
 - Η μάθηση πρέπει να συμπεραίνεται
 - Η μάθηση δημιουργεί σχετικά μόνιμες αλλαγές
3. Η κινητική μάθηση σε σχέση με την ανάκτηση της λειτουργίας
4. Μορφές μάθησης
 - Μη συσχετιζόμενες μορφές μάθησης
 - Σχετιζόμενες μορφές μάθησης
5. Κινητική μάθηση και ανατροφοδότηση
 - Ενδογενής ανατροφοδότηση
 - Εξωγενής ανατροφοδότηση
6. Θεωρίες κινητικής μάθησης
 - α) Θεωρία της κλειστής αλυσίδας του Adams
 - β) Θεωρία του σχήματος – περιορισμοί
 - γ) Θεωρία της μάθησης ως εξερεύνηση του Nevell (οικολογική θεωρία)

- δ) Θεωρία των Fitts & Posner
Περιορισμοί
- ε) Νέα προοπτική από τον Bernstein
- στ) Μοντέλο δύο σταδίων της Gentile
- ζ) Επίδραση κινητικής μάθησης στην αποκατάσταση

Επίλογος

Βιβλιογραφία

Πρόλογος

Διαπιστώνοντας πόσο σημαντικές είναι οι γνώσεις πάνω στο θέμα του κινητικού ελέγχου για την αποτελεσματικότερη αποκατάσταση σε ασθενείς με κινητικά προβλήματα κατά τη διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης, οδηγήθηκα στη επιλογή του συγκεκριμένου θέματος.

Στην εργασία αυτή γίνεται μια προσπάθεια να ερμηνευτεί η έννοια του κινητικού ελέγχου όπως αυτός ορίζεται για τους φυσιοθεραπευτές. Η κατανόηση και η μελέτη του κινητικού ελέγχου αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των φυσικοθεραπευτών που ασχολούνται με ασθενείς με κινητικά προβλήματα.

Η εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια στα οποία γίνεται μια ανάλυση του κινητικού ελέγχου σαν έννοια, της κλινικής παρέμβασης σε συνδυασμό με όλες τις θεωρίες του κινητικού ελέγχου και την κινητική μάθηση.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται η έννοια του κινητικού ελέγχου που θεωρείται προϊόν μιας αλληλεπίδρασης μεταξύ ενέργειας, αντίληψης και γνώσης. Στη συνέχεια αναφέρουμε τους τύπους ανατροφοδότησης και την επιρροή αυτών των τύπων στον κινητικό έλεγχο. Τέλος, γίνεται μια λεπτομερής περιγραφή των θεωριών του κινητικού ελέγχου (και των μειονεκτημάτων τους) οι οποίες έχουν υποστεί πολλές αλλαγές με την πάροδο του χρόνου και χρησιμοποιούνται από φυσικοθεραπευτές και εργοθεραπευτές, για να υποστηρίξουν κλινικές παρεμβάσεις.

Στο δεύτερο κεφάλαιο δίνεται ένα γενικό πλάνο για την κλινική παρέμβαση και εξηγείται η σημασία μελέτης του κινητικού ελέγχου. Στο τρίτο μέρος γίνεται αναφορά στην επίδραση που έχουν οι θεωρίες κινητικού ελέγχου στην επιλογή και εφαρμογή του εκάστοτε θεραπευτικού προγράμματος.

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο αναλύεται η έννοια της κινητικής μάθησης καθώς και οι μορφές της. Επίσης, αναφέρονται οι τύποι ανατροφοδότησης και η επιρροή αυτών στην κινητική μάθηση. Όπως στο πρώτο κεφάλαιο κάναμε μια λεπτομερή περιγραφή των θεωριών του

κινητικού ελέγχου (και των μειονεκτημάτων τους), το ίδιο κάνουμε κι εδώ με τις θεωρίες κινητικής μάθησης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την εισηγήτρια μου, την κα Μηλιώτη Στυλιανή για την πολύτιμη βοήθειά της και τον χρόνο που μου αφιέρωσε, για την υπομονή και την κατανόηση που έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος αυτής της εργασίας. Ευχαριστώ!

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΚΙΝΗΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

1.Εισαγωγή

Βασικός Ορισμός

Όλες οι κινήσεις που κάνουμε στις καθημερινές μας δραστηριότητες, ελέγχονται από κινητικά κέντρα του εγκεφάλου. Η ενέργεια περνά από αυτά τα κινητικά κέντρα με κατιούσες οδούς προς τους κινητικούς νευρώνες των κρανιακών νευρώνων στις κινήσεις ομιλίας, φαγητού και προσωπικής έκφρασης, και στους κινητικούς νευρώνες των νωτιαίων νεύρων στις κινήσεις των άκρων και του κορμού. Το κινητικό σύστημα κινεί τα άνω άκρα σε επιδέξιες δραστηριότητες, τα κάτω άκρα στη βάρδιση και ελέγχει τη στάση ολόκληρου του σώματος. Ο κινητικός φλοιός οδηγεί τον εκούσιο έλεγχο των κινήσεων, ενώ υποεγκεφαλικές περιοχές, όπως βασικοί πυρήνες και παρεγκεφαλίδα, ελέγχουν την αλληλουχία και τον συγχρονισμό όλων των μυών που έχουν σχέση με την εκτέλεση ομαλών συντονισμένων κινήσεων. Οι κινητικοί πυρήνες στο εγκεφαλικό στέλεχος ενδιαφέρονται ειδικά για τον έλεγχο της ισορροπίας του σώματος καθώς προχωρεί η κίνηση. Ο κινητικός έλεγχος στο νωτιαίο μυελό είναι το αποτέλεσμα της ποικιλίας των επιδράσεων από τις κατιούσες οδούς καθώς και από τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς στους ίδιους τους μυς και τένοντες. (Tuldesley , Gvieve).

Ο κινητικός έλεγχος αναφέρεται στη μελέτη των θέσεων και κινήσεων του ανθρώπινου σώματος καθώς και στις λειτουργίες του εγκεφάλου που διέπουν τις θέσεις και τις κινήσεις.(Brooks 1986) Έτσι λοιπόν ως κινητικό έλεγχο ορίζουμε την ικανότητα συντονισμού των μηχανισμών που είναι αναγκαίοι για την κίνηση και μελετώντας τον μπορούν να απαντηθούν ερωτήματα όπως, πως το ΚΝΣ οργανώνει τους μεμονωμένους μυς και συνδέσμους για την οργάνωση μιας λειτουργικής κίνησης και πως οι αισθητικές πληροφορίες από το περιβάλλον και το σώμα επιλέγονται και την ελέγχουν. Αναφερόμενοι λοιπόν στον κινητικό έλεγχο μιλάμε συνεπώς για δύο ζητήματα. Το πρώτο ζήτημα πραγματεύεται τη σταθεροποίηση του σώματος στο χώρο, την

εφαρμογή δηλαδή του κινητικού ελέγχου σε σχέση με τον έλεγχο της στάσης και της ισορροπίας.

Το δεύτερο ζήτημα πραγματεύεται την κίνηση του σώματος στο χώρο, την εφαρμογή δηλαδή του κινητικού ελέγχου σε σχέση με την κίνηση.

2.Μελέτη της δράσης, της αντίληψης, της γνωστικότητας. Αλληλεπίδραση αυτών.

Αν και ο κάθε τομέας του κινητικού ελέγχου – αντίληψη, δράση, και γνωστικότητα – μπορεί να μελετηθεί ξεχωριστά, πιστεύουμε πως μια αληθινή εικόνα της φύσης του κινητικού ελέγχου είναι αδύνατη χωρίς τη σύνθεση πληροφοριών από τους τρεις παραπάνω παράγοντες. Η μελέτη του κινητικού ελέγχου που εστιάζεται μόνο σε διαδικασίες κίνησης του ατόμου(γνωστικότητα) χωρίς να λαμβάνει υπόψη το περιβάλλον(αντίληψη) στο οποίο γίνονται οι διαδικασίες ή οι δραστηριότητες που εκτελούν , είναι μια ελλιπής μελέτη.(Adams JA.,1971)



Εικόνα 1. Εμφάνιση του κινητικού ελέγχου από την αλληλεπίδραση μεταξύ του ατόμου, της δραστηριότητας και του περιβάλλοντος.

α.Κίνηση και δράση

Η κίνηση συχνά περιγράφεται σαν διαδικασία που εκτελείται για τη πραγματοποίηση ενός συγκεκριμένου σκοπού. Έτσι κινητικός έλεγχος μελετάται σε σχέση με μια συγκεκριμένη δραστηριότητα .Για παράδειγμα οι φυσιολόγοι της κίνησης θα ρωτήσουν πως ο άνθρωπος περπατάει, τρέχει , μιλάει γελάει και παραμένει όρθιος . Οι ερευνητές τυπικά μελετούν τον έλεγχο της κίνησης στα πλαίσια μιας λειτουργίας όπως το περπάτημα με την κατανόηση των διαδικασιών που σχετίζονται σε αυτήν τη λειτουργία Άρα η μελέτη του κινητικού ελέγχου συμπεριλαμβάνει τη μελέτη της δράσης. (Adams JA. 1971)

β.Κίνηση και αντίληψη

Ο όρος κινητικός έλεγχος από μόνος του είναι κάπως ελλιπείς , καθώς η κίνηση αρχίζει από την αλληλεπίδραση πολλαπλών διαδικασιών, συμπεριλαμβανομένης της αντιληπτικής, γνωστικής και κινητικής πορείας. Η αντίληψη είναι αναγκαία για τη δράση όσο η δράση είναι αναγκαία για την αντίληψη. Οι δραστηριότητες εκτελούνται υπό την επίδραση του περιβάλλοντος. Το αισθητήριο σύστημα παρέχει πληροφορίες για την κατάσταση του σώματος (πχ. Τη θέση του σώματος) και είναι πλήρως ολοκληρωμένο όσον αφορά την ικανότητα να δρούμε αποτελεσματικά σε ένα περιβάλλον. (Carpenter) Η κατανόηση λοιπόν του κινητικού ελέγχου απαιτεί τη μελέτη της αντίληψης.(Adams JA.1971)

γ.Κίνηση και γνώση

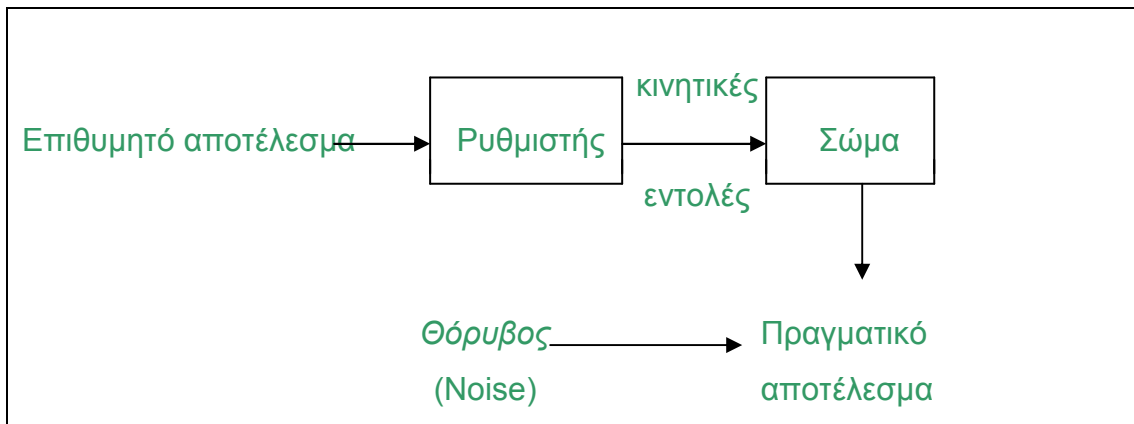
Επιπρόσθετα, δεδομένου ότι η κίνηση συνήθως δεν εκτελείται αν δεν υπάρχει σκοπός, οι γνωστικές διαδικασίες είναι ουσιαστικές για τον κινητικό έλεγχο. Σ' αυτές μπορούμε να συμπεριλάβουμε την προσοχή, το κίνητρο και τις συναισθηματικές πλευρές του κινητικού ελέγχου που υπόκειται στο καθορισμό των στόχων.

Τέλος ο κινητικός έλεγχος περιλαμβάνει τα συστήματα αντίληψης και δράσης, τα οποία είναι οργανωμένα ώστε να επιτευχθούν συγκεκριμένοι στόχοι και σκοποί. Επομένως η μελέτη του περιλαμβάνει τη μελέτη των γνωστικών διαδικασιών οι οποίες σχετίζονται με τον έλεγχο της αντίληψης και της δράσης.(Adams JA. 1971)

3.Κινητικός έλεγχος και ανατροφοδότηση

Φυσικά μπορεί να υπάρξει κινητικό σύστημα χωρίς καθόλου επανατροφοδότηση. Για παράδειγμα ένα σπερματοζωάριο κινείται με τέτοιο τρόπο που δεν εγγυάται για τον προσανατολισμό του: αν επιλέξει λάθος πορεία είναι απλά θέμα τύχης. Η τυφλή συμπεριφορά δεν είναι μονοπώλιο των απλών οργανισμών: μπορούμε να τη συναντήσουμε και σε ζώα με πιο εξελιγμένα κινητικά συστήματα. Επιπλέον και σε μας μπορεί να μας έχει τύχει κάποια στιγμή να βάλουμε για παράδειγμα το τραπεζομάντιλο στο φούρνο μικροκυμάτων...σωστά;

Όμως , υπάρχουν πολλές περιπτώσεις που τα κινητικά μας συστήματα αναγκάζονται να δράσουν «τυφλά» γιατί για τον ένα ή τον άλλο λόγο στερούνται αισθητηριακής επανατροφοδότησης. Κάθε δραστηριότητα ρίψης ανήκει σ' αυτήν την κατηγορία . Όταν ρίχνω νωχελικά κάτι στον κάλαθο των αχρήστων ουσιαστικά έχω υποχρεωθεί να κινηθώ πριν δοθεί η ακριβής αλληλουχία των εντολών, που είναι απαραίτητες για να παραχθεί το σωστό πρότυπο των μυϊκών συσπάσεων που χρειάζομαι για να επιτύχω το στόχο , και είναι ξεκάθαρο ότι μόλις το αντικείμενο φύγει από το χέρι μου, δεν υπάρχει αισθητική επανατροφοδότηση που να επιτρέπει οποιαδήποτε τροποποίηση στην τροχιά του αντικειμένου. Κινητικές δραστηριότητες τέτοιου τύπου ονομάζονται **βαλλιστικές** (ballistic) -μια λέξη που σημαίνει «πεταμένο» (thrown)- και ο έλεγχός τους μπορεί να αναπαρασταθεί σχηματικά με ένα διάγραμμα σαν αυτό της εικόνας 2.



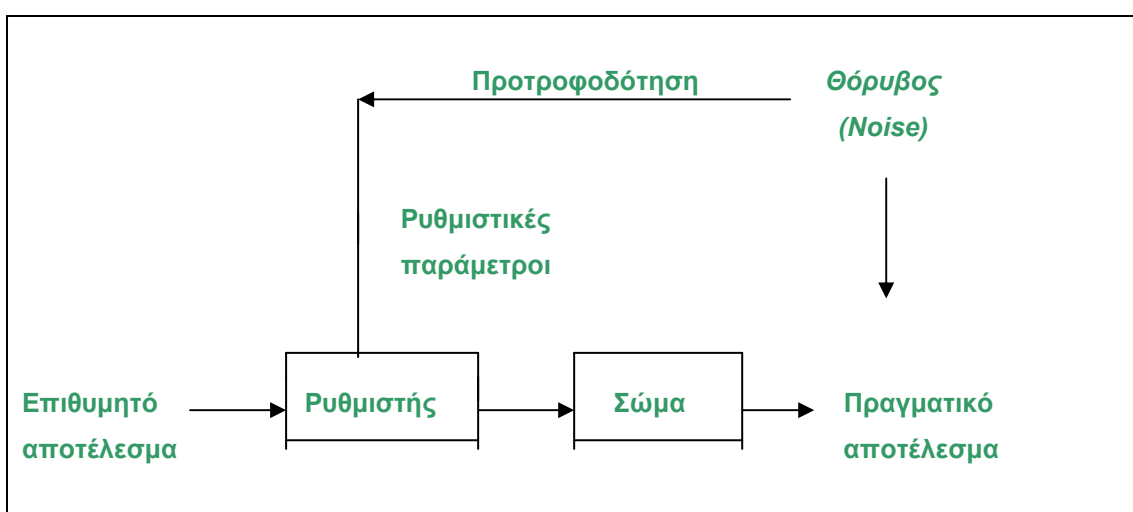
Εικόνα 2. Ένα βαλλιστικό σύστημα ελέγχου

Δυστυχώς για να μιλήσουμε για τον έλεγχο συστημάτων σαν αυτό, απαιτείται η χρήση συγκεκριμένης ορολογίας. Εδώ ξεκινάμε με το **επιθυμητό αποτέλεσμα** (desired result), που σ' αυτή την περίπτωση είναι η παρουσία του αντικειμένου στο καλάθι. Αυτό μεταφράζεται από έναν **ελεγκτή** (controller) σε ένα κατάλληλο πρότυπο **εντολών** (commands), οι οποίες είναι καταγεγραμμένες σε μία βιβλιοθήκη προγραμμάτων και είναι κατάλληλες για διαφορετικές δραστηριότητες. Αυτές οι εντολές παράγουν το **πραγματικό αποτέλεσμα** (actual result) δια μέσω του σκοπού τους και οι μηχανικοί το ονομάζουν **εργοστάσιο** (plant)- που σ' αυτή την περίπτωση είναι οι μύς του σώματος. Αν ο ελεγκτής είναι λειτουργικά κατάλληλος, τότε το πραγματικό αποτέλεσμα μπορεί να είναι και το επιθυμητό. Ένα πολύ γνωστό παράδειγμα τέτοιου συστήματος είναι ο έλεγχος των βαλλιστικών βλημάτων. Εδώ ο χειριστής αποφασίζει ποιο ακριβώς τμήμα της ρίψης επιθυμεί να καταστραφεί, και κάνει τους απαραίτητους υπολογισμούς για να αποφασίσει πως θα διευθύνει το βλήμα και πόσο μεγάλη χρειάζεται να είναι η ρίψη. Αλλά μετά την έναρξη της ρίψης ο χειριστής δεν έχει επιπλέον επιρροή –το βλήμα σε οποιαδήποτε περίπτωση δεν είναι υπό τον έλεγχό του- πέραν του να ελπίζει ότι οι υπολογισμοί του ήταν σωστοί.

Ο **βαλλιστικός έλεγχος** (ballistic control) είναι κατά μια έννοια αντιληπτικά απλός αλλά έχει ένα σημαντικό μειονέκτημα: είναι υπερβολικά τρωτός σ' αυτό που οι ερευνητές των συστημάτων ονομάζουν **θόρυβο** (noise). Ο θόρυβος είναι οποιοδήποτε είδος μη προβλέψιμης διαταραχής που

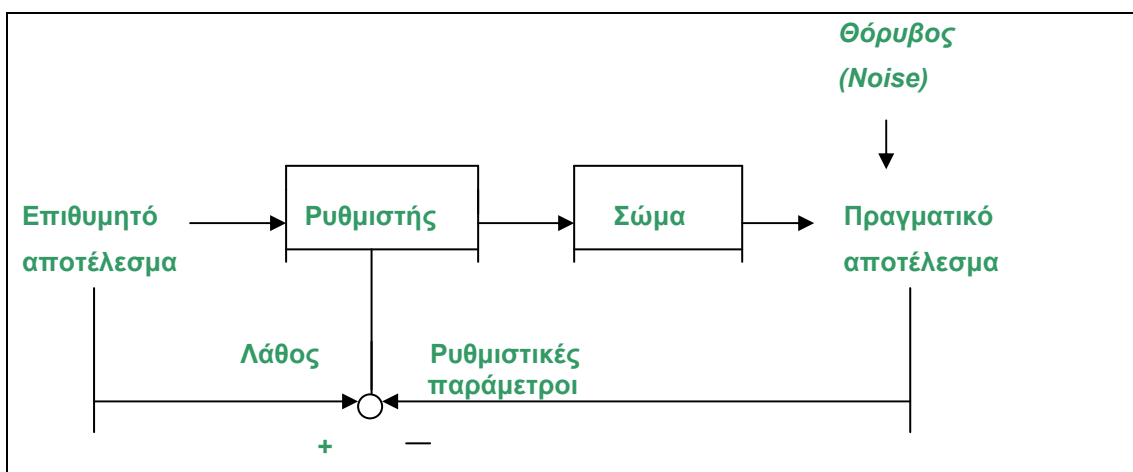
κάνει το πραγματικό αποτέλεσμα διαφορετικό από αυτό που ο ελεγκτής περιμένει. Σ' αυτή την περίπτωση η αναπόφευκτη ύπαρξη του θορύβου στο εξωτερικό περιβάλλον σημαίνει ότι ένα σύνολο κινητικών δραστηριοτήτων ποτέ δεν θα παράγει ακριβώς το ίδιο αποτέλεσμα δύο συνεχόμενες φορές. Ένα δεδομένο πρότυπο νεύρωσης θα παράγει διαφορετικές κινήσεις ενός μέλους σε διαφορετικές περιστάσεις, εξαρτώμενο κατά ένα μέρος από το βάρος του μέλους που θα κινηθεί αλλά επίσης και από ένα πλήθος εσωτερικών παραγόντων όπως είναι η θερμοκρασία του σώματος, η κούραση, η ποσότητα της διαθέσιμης ενέργειας κ.τ.λ. Ή επίσης αν αναφερθούμε στο βαλλιστικό μας βλήμα , και ο αέρας φυσάει σε λάθος κατεύθυνση, τότε αυτό μπορεί να κατευθυνθεί σε εντελώς διαφορετική πορεία από την επιθυμητή.

Ένας τρόπος για να ελεγχθεί ο θόρυβος είναι να υπάρχει κάποιο είδος αισθητήρα (sensor) που θα προειδοποιεί το σύστημα πριν αυτό επηρεαστεί από τον θόρυβο, και θα χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να τροποποιεί τις παραμέτρους του ελεγκτή. Η τροποποίηση των παραμέτρων του ελεγκτή μ' αυτόν τον τρόπο ονομάζεται **παραμετρική προτροφοδότηση** (parametric feedforward) (εικ.3). Όπως μπορούμε να δούμε , είναι αυταπόδεικτο ότι το νευρικά κυκλώματα που ελέγχουν το μήκος των μυών χρησιμοποιούν πληροφορίες από τους μηχανοϋποδοχείς που βρίσκονται στο δέρμα και στους τένοντες και αξιολογούν το φορτίο ώστε να τροποποιήσει την εντολή που στέλνεται στους μυς.



Εικόνα 3. Ένα βαλλιστικό σύστημα με προτροφοδότηση, αλλάζοντας τις παραμέτρους του ρυθμιστή σαν απάντηση στον θόρυβο (noise).

Αλλά αν και αυτή η προσέγγιση είναι καταδικασμένη να αποτύχει, αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχουν γενικά άπειρα πράγματα που μπορούν να προκαλέσουν απρόβλεπτες διαταραχές, και το μυαλό δεν μπορεί ξεκάθαρα να προβλέψει και να απαντήσει σε όλα αυτά. Αντί λοιπόν να προσπαθεί κανείς να προλάβει οτιδήποτε μπορεί πιθανώς να συμβεί, υπάρχει μια άλλη λύση πολύ πιο ρεαλιστική, δηλαδή ένα σύστημα που μαθαίνει από μόνο του τα λάθη, που δεν χρησιμοποιεί προτροφοδότηση, αλλά παραμετρική ανατροφοδότηση (parametric feedback). Εδώ μας χρειάζονται δύο νέοι όροι: ο ένας είναι ο **επεξεργαστής** (comparator) που συγκρίνει το πραγματικό αποτέλεσμα με το επιθυμητό αποτέλεσμα αφαιρώντας το ένα από το άλλο και παράγοντας ένα **σημάδι λάθους** (error signal) το οποίο είναι ένα μέτρο του πόσο καλά το σύστημα πραγματοποιεί αυτή τη διαδικασία. Αυτό το σημάδι λάθους χρησιμοποιείται στη συνέχεια για να τροποποιήσει τις παραμέτρους του ελεγκτή όπως προηγουμένως, η διαφορά εντοπίζεται στο ότι αυτή τη φορά το σύστημα δεν ενδιαφέρεται ακριβώς για το είδος του θορύβου ο οποίος προκάλεσε το πρόβλημα. Αν δεν υπάρχει λάθος τότε τίποτα δεν αλλάζει. Αν όμως τα πράγματα συνεχίζουν να βρίσκονται σε σύγχυση τότε οι εντολές βαθμιαία ρυθμίζονται μέχρι να επιτευχθεί ο στόχος. Συστήματα σαν κι αυτό δεν χρειάζεται να έχουν αποθηκευμένα έτοιμα προγράμματα για οποιοδήποτε είδος δραστηριότητας: ξεκινώντας σχετικά απλά, όλα τα εκούσια προγράμματα, μπορούν να τελειοποιηθούν μέσω της προσπάθειας και των λαθών.



Εικόνα 4. Παραμετρική ανατροφοδότηση, τροποποιώντας τις παραμέτρους του ελεγκτή σε απάντηση των λαθών της εκτέλεσης.

Αναμφισβήτητα, αυτό το είδος συμπεριφοράς – η χρήση πληροφοριών των λαθών από μια προσπάθεια με σκοπό τη βελτίωση της επόμενης – είναι χαρακτηριστικό του τρόπου με τον οποίο το κινητικό μας σύστημα μαθαίνει να εκτελεί σύνθετες δραστηριότητες. Στο παιχνίδι με σαίτες, ένας αρχάριος μπορεί αρχικά να χρησιμοποιήσει προϋπάρχοντα προγράμματα, ενδεχομένως από την εμπειρία του να πετά άλλα αντικείμενα όπως μια μπάλα ή και από το πέταγμα της κουδουνίστρας από το καρότσι στη βρεφική ακόμα ηλικία. Καθώς όμως ο αρχάριος εξασκείται, η επανατροφοδότηση από κάθε ρίψη, αν και φτάνει πολύ αργά για να χρησιμοποιηθεί άμεσα, χρησιμοποιείται για να μειώσει τα μελλοντικά λάθη, και τελικά ο παίχτης μπορεί βαθμιαία να αναπτύξει πολύ ακριβή προγράμματα ειδικά για το πέταγμα της σαίτας. Η σημασία της εκμάθησης κινητικών δεξιοτήτων μπορεί να θεωρηθεί σαν παραμετρική επανατροφοδότηση τέτοιου είδους, στην οποία τα λάθη χρησιμοποιούνται για να τροποποιήσουν τα αποθηκευμένα κινητικά προγράμματα κάποιου.

Ένα συγκεκριμένο παράδειγμα είναι το αιθουσαίο-οφθαλμιαίο (vestibulo-ocular) αντανακλαστικό. Όταν κινούμε το κεφάλι μας, τα επακόλουθα σημάδια από τα ημικυκλικά κανάλια χρησιμοποιούνται για να κινήσουν τα μάτια σε μια ίση απόσταση προς την αντίθετη φορά, έτσι αυτά διατηρούν τη διεύθυνση του βλέμματος και η κατάσταση του χιτώνα παραμένει σχετικά σταθερή. Αυτό είναι ξεκάθαρα ένα βαλλιστικό σύστημα. Αλλά είναι προφανώς πολύ σημαντικό να διαβεβαιώσουμε ότι οι κινήσεις του ματιού στην πραγματικότητα εξαρτώνται απόλυτα από το μέγεθος της κίνησης του κεφαλιού, χρησιμοποιώντας παραμετρική επανατροφοδότηση από τους νευρώνες οι οποίοι απαντούν σε οποιαδήποτε κίνηση του ματιού δια μέσω του αμφιβληστροειδούς.

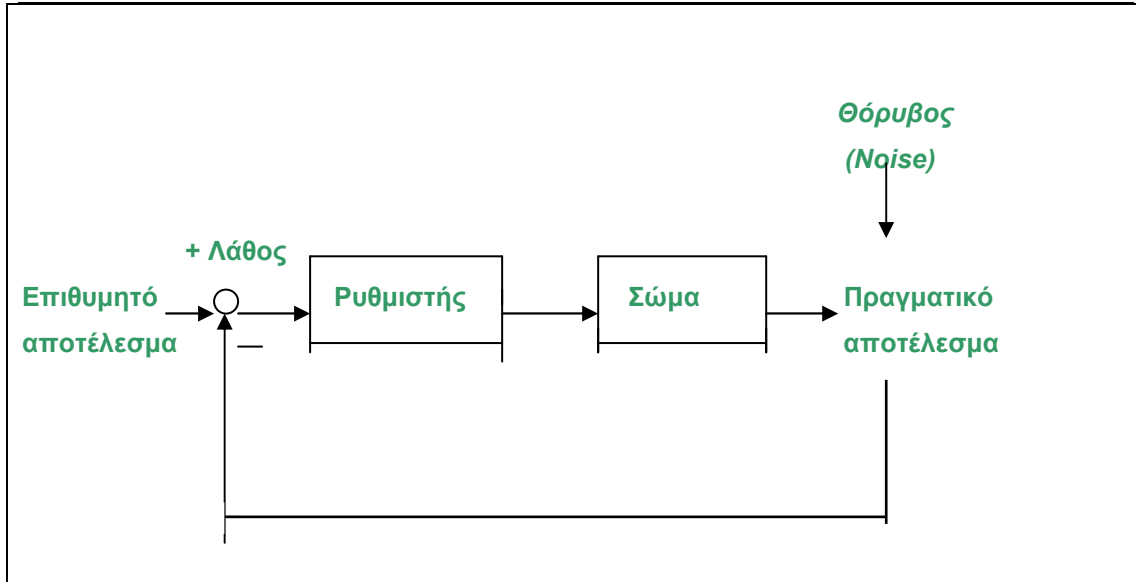
Αν και η παραμετρική επανατροφοδότηση και προτροφοδότηση μπορούν να βελτιώσουν σε μεγάλο βαθμό την λειτουργία των βαλλιστικών συστημάτων ωστόσο δεν έχουν ακόμη τελειοποιηθεί. Σε πρώτη φάση οι υπολογισμοί που χρειάζονται πριν τη δραστηριότητα είναι γενικά εξαιρετικά πολύπλοκοι – ακόμη και το πέταγμα ενός αντικειμένου στον κάλαθο των αχρήστων, πραγματικά, απαιτεί τη λύση ενός συνόλου διαφορετικών εξισώσεων με μη υπολογίσιμες μεταβλητές – και είναι ευλογοφανές ότι ο

εγκέφαλος δεν θα μπορούσε πραγματικά να έχει στη διάθεση του μια «βιβλιοθήκη» από τέτοιες διαδικασίες τόσο τεράστια ώστε να είναι ικανός να διαχειρίζεται όλα τα πιθανά κινητικά θέματα που μπορεί κάθε φορά να συναντά στη διάρκεια της ζωής. Ο ελεγκτής πρέπει να αποκτά γνώσεις σχετικά με το πώς το σώμα θα συμπεριφερθεί σαν απάντηση σε οποιοδήποτε είδος εντολής που του στέλνεται, και να κρατά αυτές τις πληροφορίες πάντα διαθέσιμες. Έτσι χρειάζεται τόσο μνήμη όσο και εξυπνάδα. Αντιθέτως, η παραμετρική επανατροφοδότηση διορθώνει τα λάθη μετά το συμβάν, που είναι πολύ αργά. Αλλά υπάρχει μια άλλη προσέγγιση, πολύ πιο απλή και συχνά καλύτερη: η **άμεση ανατροφοδότηση** (direct feedback).

Εδώ ξεκινάμε όπως και πριν με το επιθυμητό αποτέλεσμα (εικ. 5) το οποίο το παραλληλίζουμε κάθε στιγμή με το πραγματικό αποτέλεσμα. Αλλά εδώ το σημάδι λάθους, αντί να χρησιμοποιείται για να αλλάξει τις ρυθμιστικές παραμέτρους, επιδρά άμεσα στον ελεγκτή, παράγοντας κινητικές διορθωτικές εντολές των οποίων η λειτουργία είναι ουσιαστικά να μειώσει τη διαφορά μεταξύ επιθυμητού και πραγματικού αποτελέσματος. Ο υπολογισμός αυτών των διορθωτικών εντολών είναι γενικά πολύ πιο εύκολος από τους υπολογισμούς που χρειάζονται σε ένα βαλλιστικό σύστημα. Καθοδηγούμενα βλήματα ελέγχονται από συστήματα τέτοιου τύπου: εδώ το σημάδι λάθους μπορεί να είναι κάτι σαν τη γωνία μεταξύ της διεύθυνσης στην οποία το βλήμα κατευθύνεται και της διεύθυνσης του στόχου.

Σε ένα τέτοιο σύστημα, αντί για τους υπολογισμούς του *τι να κάνεις*, στο μόνο που πρέπει να εντοπιστεί είναι στο *τι θέλεις*. Σαν έναν καλο-εκπαιδευόμενο υπηρέτη, το σύστημα κάνει όλα τα υπόλοιπα από μόνο του: τέτοια συστήματα ελέγχου ονομάζονται servo systems. Έτσι σε ένα άλλο παρόμοιο παράδειγμα, δηλαδή σε ένα εσωτερικό κεντρικό σύστημα θέρμανσης, ο θερμοστάτης δρα σαν τον ρυθμιστή (comparator) της εικόνας 4, και παράγει ένα σημάδι λάθους το οποίο αποτελείται πολύ απλά από το ένα εκ των δύο πιθανών μηνυμάτων: είτε η πραγματική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από την επιθυμητή είτε υψηλότερη από αυτήν. Το επακόλουθο των υπολογισμών των κινητικών εντολών θα μπορούσε να είναι ευκολότερο; Στην πρώτη περίπτωση το μπόιλερ ανοίγει και στην επόμενη περίπτωση αυτό τίθεται εκτός λειτουργίας.

Ένα άλλο φυσιολογικό παράδειγμα επεξηγεί επίσης αυτή την ουσιώδη απλότητα των καθοδηγούμενων συστημάτων (guided systems).



Εικόνα 5. Ένα άμεσο σύστημα ανατροφοδότησης

Αν πούμε σε έναν άνθρωπο να κοιτάξει ένα μικρό φωτάκι και μετά το μετακινήσουμε πιο κοντά στη μύτη του παρατηρούμε ότι τα μάτια συγκλίνουν ελαφρά και σχετικά γρήγορα με τέτοιο τρόπο που στο τέλος η εικόνα του φωτός εξακολουθεί να πέφτει κεντρικό βοθρίο κάθε αμφιβληστροειδούς χιτώνα. Η ταχύτητα σύγκλισης είναι σχετικά υψηλή αρχικά, αλλά παρεκκλίνει εκθετικά καθώς το μάτι πλησιάζει προς το στόχο. Αυτό είναι κάτι αναμενόμενο από ένα καθοδηγούμενο σύστημα, στο οποίο τα μάτια οδηγούνται ουσιαστικά από ένα σημάδι λάθους. Αποδεικνύεται ότι αυτό πραγματικά συμβαίνει, και ότι αυτή η ανομοιότητα μεταξύ των δύο εικόνων του αμφιβληστροειδούς, που ως φαίνεται γίνεται αισθητή από τους ανιχνευτές ανομοιότητας, παρέχει ένα σημάδι λάθους το οποίο κινεί τα μάτια ώστε η ταχύτητά τους να είναι ανάλογη με το μέγεθος του λάθους. Καθώς τα μάτια φτάνουν στο στόχο τους το σφάλμα γίνεται μικρότερο, και έτσι η ταχύτητα της κίνησης αντίστοιχα τείνει στο μηδέν.

Ωστόσο, το πιο μεγάλο πλεονέκτημα των καθοδηγούμενων συστημάτων (guided systems) είναι ίσως όχι τόσο η απλότητα τους αλλά περισσότερο το γεγονός ότι είναι σχεδόν απρόσβλητα στις επιδράσεις του θορύβου. Γι' αυτό αν συμβεί κάτι αναπάντεχο που θα διαταράξει τη φυσιολογική σχέση μεταξύ εντολής και εκτέλεσης –αν σε ένα σπίτι με καλοριφέρ κάποιος αφήσει ανοιχτά όλα τα παράθυρα- αυτό το γεγονός θα γίνει αντιληπτό από την αρχή (γιατί θα προκύψει ένα καινούργιο λάθος) και θα δοθούν οι κατάλληλες εντολές για να παραχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα ανεξάρτητα από την ύπαρξη της διαταραχής: ο θερμοστάτης θα «νιώσει» την απότομη πτώση της θερμοκρασίας και ο βραστήρας θα ανάψει αυτόματα μέχρις ότου η θερμοκρασία φτάσει το επιθυμητό επίπεδο. Έτσι, η δύναμη και η ποιότητα ενός τέτοιου συστήματος είναι αυτά που εγγυώνται ότι το σύστημα θα επιτύχει αυτό για το οποίο έχει σχεδιαστεί, ακόμη και κατά την παρουσία τύπων παρέμβασης που δεν μπορούν να προβλεφθούν από το δημιουργό του. Αυτό το σύστημα είναι ικανό για την παραγωγή αποτελεσμάτων που μοιάζουν έξυπνα αν και –σε μεγάλη αντίθεση με το βαλλιστικό σύστημα (ballistic system) το οποίο διαθέτει συλλογή προγραμμάτων για διάφορες καταστάσεις- γνωρίζει πολύ λίγα (μόνο το μέγεθος του λάθους) και δεν θυμάται τίποτα.

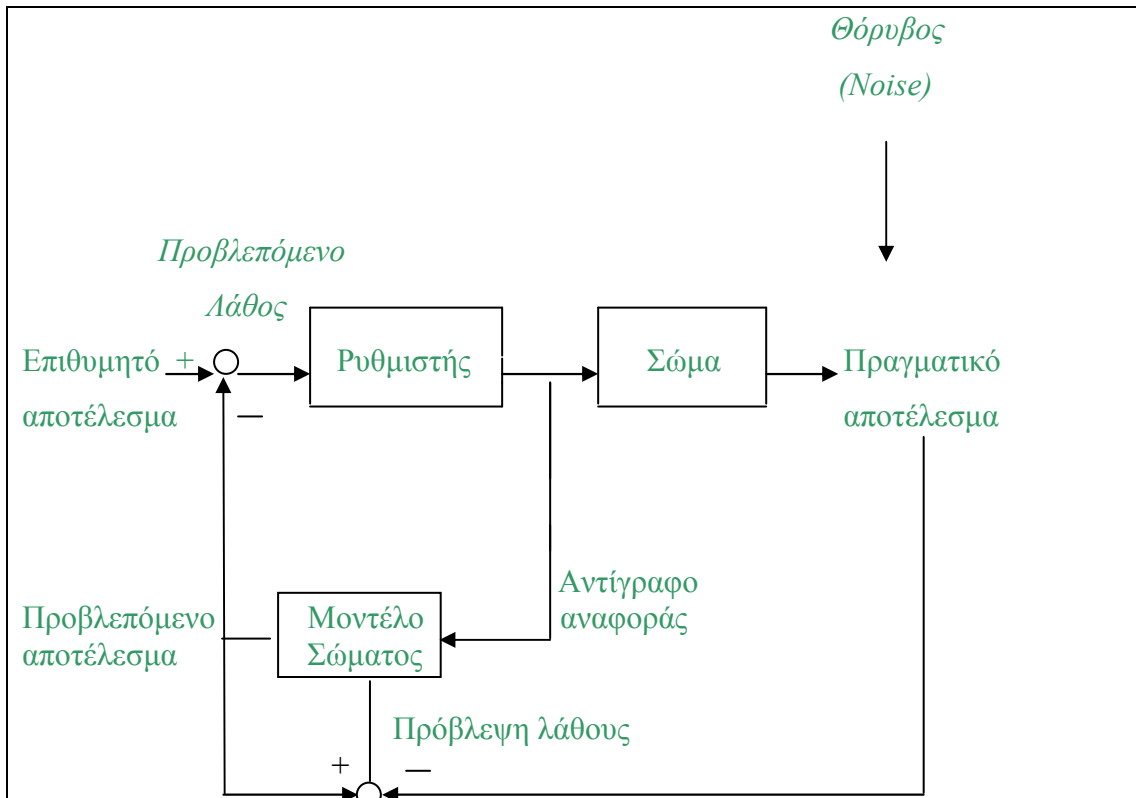
Η αδυναμία των καθοδηγούμενων συστημάτων(guided systems) είναι ότι η σωστή λειτουργία τους εξαρτάται από τη γρήγορη και σίγουρη μεταφορά πληροφοριών για την πρόοδο της δράσης στον επεξεργαστή. Σε αισθητικά συστήματα που και ο αισθητικός υποδοχέας εξελίσσεται και η μεταφορά μπορεί να είναι πιο αργή, αυτό μπορεί να είναι ένα σοβαρό πρόβλημα: καθυστέρηση τέτοιου είδους «μέσα στο κύκλωμα» σημαίνει ότι αντί για την απάντηση στο λάθος όπως αυτό πραγματικά είναι, το σύστημα θα απαντήσει στο λάθος όπως αυτό ήταν πολλά χιλιοστά του δευτερολέπτου πριν, τα οποία χρειάστηκαν για να επιστρέψει η πληροφορία στον εγκέφαλο.

Για παράδειγμα, γνωρίζουμε ότι οι οπτικοί υποδοχείς είναι μάλλον αργοί και ότι η συντομότερη αντίδραση για οποιοδήποτε οπτικό έργο είναι της τάξης των 200 χιλιοστών του δευτερολέπτου. Σκεφτείτε ένα παίκτη του κρίκετ σε ένα παιχνίδι του κρίκετ. Κάποιος μπορεί να σκεφτεί ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ένα καθοδηγούμενο σύστημα για να χτυπήσει τη μπάλα με το ρόπαλο κάτω από οπτική καθοδήγηση χρησιμοποιώντας λανθασμένη πληροφορία για την απόσταση μεταξύ ροπάλου και μπάλας.

Αλλά η ύπαρξη αυτής της μεγάλης οπτικής καθυστέρησης σημαίνει ότι οποιαδήποτε τέτοια πληροφορία είναι εκτός χρόνου. Αν η μπάλα διανέμεται με 90 μέτρα την ώρα, τότε θα διανύσει το μισό μήκος του γηπέδου σε 200 χιλιοστά του δευτερολέπτου που χρειάζονται για να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε οπτική πληροφορία. Έτσι, η τελευταία οπτική προσήλωση στη μπάλα είναι όταν αυτή βρίσκεται περισσότερο από 10 μέτρα μακριά. Είναι ολοφάνερο ότι το ρόπαλο δε μπορεί να οδηγηθεί σ' αυτή.

Ο τελευταίος τύπος συστήματος ελέγχου θεωρείται ο καλύτερος σ' αυτό το είδος κατάστασης. Παρ' όλο που μοιάζει με την παραμετρική ανατροφοδότηση (parametric feedback), σ' αυτό εμπλέκεται η τροποποίηση της συμπεριφοράς μέσω της εμπειρίας, έχει πιο στενή σχέση με ένα καθοδηγούμενο σύστημα απ' ό,τι με ένα βαλλιστικό και χρησιμοποιεί **εσωτερική ανατροφοδότηση** (internal feedback). Η ιδέα εδώ είναι ότι αν είναι δύσκολο να αποκτηθεί ανατροφοδότηση για πραγματικά αποτελέσματα αρκετά γρήγορα ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια μιας δράσης, είναι πιθανό να προβλεφθεί μέσω μιας προηγούμενης εμπειρίας ποιο θα είναι το αποτέλεσμα μιας συγκεκριμένης κινητικής εντολής, πριν γίνει γνωστό το πραγματικό αποτέλεσμα. Είναι γεγονός, ότι μπορεί κανείς να διαμορφώσει μια εκτίμηση σε σχέση με τη θέση την οποία πρόκειται να υιοθετήσει το άκρο, προς απάντηση οποιουδήποτε κινητικού προτύπου, από μια γενική γνώση των μηχανικών ιδιοτήτων του χεριού και του ώμου και από πληροφορίες για τα είδη των φορτίων που υπάρχουν. Από τη στιγμή που αυτή η εκτίμηση διαμορφώνεται κυριολεκτικά μέσα στον εγκέφαλο μπορεί να είναι διαθέσιμη πολύ πριν οποιαδήποτε ανατροφοδότηση από την πραγματική κίνηση βρει το δρόμο επιστροφής από την περιφέρεια. Όταν τα πράγματα γίνονται γρήγορα, μια τέτοια εκτίμηση – κάποιος μπορεί να την αποκαλέσει το προβλεπόμενο αποτέλεσμα - θα είναι τουλάχιστον καλύτερη από το να μην έχουμε καθόλου πληροφορίες. Έτσι σε ένα **σύστημα ελέγχου εσωτερικής ανατροφοδότησης** (internal feedback control system), εικ.6, το επιθυμητό αποτέλεσμα συγκρίνεται όχι με το πραγματικό αλλά με αυτό το προβλεπόμενο αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει από την αποστολή ενός αντιγράφου των κινητικών εντολών σε ένα νευρικό μοντέλο των μηχανικών ιδιοτήτων του σώματος, το οποίο χρησιμοποιείται για να προβλέψει το πιθανό αποτέλεσμα.

Ένα τελικό ξεκαθάρισμα αυτού του συστήματος είναι ότι το πραγματικό αποτέλεσμα μπορεί επίσης -αργότερα- να συγκριθεί με το προβλεπόμενο αποτέλεσμα και οποιαδήποτε λάθη χρησιμοποιούνται για να διορθώσουν το ίδιο το μοντέλο: άλλη μια ποικιλία παραμετρικής ανατροφοδότησης που συνεχώς βελτιώνει την ακρίβεια των προβλέψεων.



Εικόνα 6. Σε ένα σύστημα που χρησιμοποιεί εσωτερική ανατροφοδότηση, το μοντέλο του σώματος ρυθμίζεται έτσι ώστε οι προβλέψεις να σχετίζονται με αυτό που πραγματικά συμβαίνει.

Ένα έξοχο παράδειγμα ενός φυσιολογικού συστήματος που φαίνεται να δουλεύει μ' αυτόν τον τρόπο είναι στον έλεγχο των κινήσεων του οπτικού ασκού. Βολβοστροφικές είναι οι κινήσεις των ματιών που γίνονται όταν ένας άνθρωπος μετακινεί το βλέμμα του από ένα σημείο σε άλλο που βρίσκεται στην ίδια απόσταση από αυτόν αλλά σε διαφορετική κατεύθυνση. Μεγάλες βολβοστροφικές κινήσεις γίνονται με πραγματικά σταθερή ταχύτητα που μπορεί να είναι 900° ανά δευτερόλεπτο –ανεξάρτητα από την απόσταση

μεταξύ των σημείων· έτσι η διάρκεια μιας μεγάλης βολβοστροφικής κίνησης είναι μια γραμμική λειτουργία του μεγέθους της. Με μια πρώτη ματιά κάποιος μπορεί να σκεφτεί ότι το μάτι κινούνταν απλώς προς το νέο σημείο με ένα σταθερό ρυθμό, και ότι αμέσως μόλις το οπτικό σύστημα αντιληφθεί ότι το βλέμμα έχει φτάσει στο σημείο «φρενάρει» και τα μάτια ξεκουράζονται. Αλλά είναι εύκολο να υπολογίσουμε -όπως στην περίπτωση του παίκτη του κρίκετ και της μπάλας- ότι αυτό δεν μπορεί να είναι η αληθινή εξήγηση. Επειδή η κίνηση είναι απίστευτα γρήγορη, μερικές βολβοστροφικές κινήσεις διαρκούν περίπου 100 msec και οι περισσότερες είναι μεταξύ 20 και 40· από τη στιγμή που οι οπτικές διαδικασίες γενικά διαρκούν πολύ περισσότερο από αυτό, στο χρόνο που ο εγκέφαλος είχε αναγνωρίσει ότι το βλέμμα είχε φτάσει το στόχο, το μάτι θα είχε προχωρήσει πολύ περισσότερο. Έτσι, ένα απλό κύκλωμα ανατροφοδότησης, όπως αυτό στην εικ.6 πιθανόν δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Ωστόσο, ο έλεγχος των κινήσεων του ματιού είναι σχεδόν ένα ιδανικό παράδειγμα μιας περίπτωσης όπου η εσωτερική ανατροφοδότηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί επικερδώς: σε αντίθεση με τα άκρα τα μάτια μας δεν υποβάλλονται σε ποικίλα φορτία και συνεπώς μπορούμε να διαμορφώσουμε μια πολύ καλή ιδέα για το που μπορεί να στραφεί το μάτι από τη γνώση των εντολών που στέλνουμε σ' αυτό. Έτσι, το εσωτερικό μοντέλο της εικ.6 δεν είναι δύσκολο να κατανοηθεί με νευρικούς όρους και στην πραγματικότητα θα δούμε αργότερα ότι αποτελεί καλή απόδειξη το ότι το αντίγραφο αναφοράς είναι όντως το μέσο με το οποίο αντιλαμβανόμαστε φυσιολογικά τη θέση των ματιών. Στον οπτικό ασκό το αντίγραφο αναφοράς πληροφοριών μπορεί να χρησιμοποιηθεί με αυτόν τον τρόπο για να συμπεράνει σε ποια γωνία έχει κινηθεί το μάτι και τότε αυτή η υπολογισμένη θέση του ματιού είναι ίδια με την επιθυμητή νέα θέση που έχει ζητηθεί προηγουμένως από το οπτικό σύστημα: τότε η λειτουργία των μυών σταματά και το μάτι ξεκουράζεται στο νέο σημείο. Στην πραγματικότητα αποτελεί ένα σύστημα ακριβώς όπως ο τύπος που φαίνεται στην εικ.6 και είναι ενσωματωμένο κατά κύριο λόγο στα νευρικά κυκλώματα στο στέλεχος του εγκεφάλου.

Κατά περιεργό τρόπο οι ποικίλοι τύποι κινήσεων του ματιού αποτελούν παραδείγματα καθενός από τους διαφορετικούς τύπους κινητικού ελέγχου που παρουσιάστηκαν εδώ.

Σύμφωνα με αυτό δεν υπάρχει ίσως κανένα πλεονέκτημα με τη χρησιμοποίηση εσωτερικής ανατροφοδότησης σε σχέση με το βαλλιστικό έλεγχο με παραμετρική ανατροφοδότηση. Αλλά επειδή το μοντέλο του σώματος που ενσωματώνεται στο εκτελεστικό σύστημα είναι γενικό και δε συνδέεται με συγκεκριμένο τύπο δράσης, η εμπειρία στη διεξαγωγή οποιουδήποτε είδους επιδέξιας κινητικής λειτουργίας θα οδηγήσει στην εκτέλεση και άλλων με ένα πιο ορθό τρόπο σε σχέση με αυτόν της εικ.4 ειδικά όταν (όπως στην περίπτωση του ματιού) το αναμενόμενο αποτέλεσμα μπορεί να υπολογιστεί σχετικά εύκολα από τις κινητικές εντολές. Έτσι, η εκμάθηση κινητικών δεξιοτήτων γίνεται ένα μέσο για να μαθαίνουμε να προβλέπουμε τη συμπεριφορά του ίδιου του σώματος.

Η ύπαρξη παραμετρικής ή εσωτερικής ανατροφοδότησης, προφανώς ερμηνεύει τα αποτελέσματα πειραματικών διεγέρσεων ή οργανικών βλαβών. Για παράδειγμα, δεν είναι φανερό ποια θα ήταν η επίδραση μιας τεχνητής διέγερσης στο παραμετρικό σύστημα ανατροφοδότησης της εικ.4. Ομοίως θα περιμέναμε ότι οργανικές βλάβες σε τέτοιες περιοχές όπως είναι η αποθήκη των κινητικών προγραμμάτων ή το νευρικό μοντέλο μέσα στο σύστημα εσωτερικής ανατροφοδότησης της εικ.6 θα προκαλούσε πολύπλοκες επιδράσεις: όχι μόνο απλή παράλυση, αλλά ίσως και απώλεια της ποιότητας της εκτέλεσης καθώς και απώλεια της ικανότητας τροποποίησης των αντιδράσεων μέσω εμπειριών και ίσως την εμφάνιση ακατάλληλων προτύπων συμπεριφοράς. Ελαττώματα τέτοιου είδους είναι χαρακτηριστικά πολλών τύπων κλινικών διαταραχών των υψηλότερων επιπέδων του κινητικού συστήματος. (Carpenter RHS. Neurophysiology)

4.Θεωρίες κινητικού ελέγχου

Οι θεωρίες του κινητικού ελέγχου είναι μια ομάδα αφηρημένων ιδεών σχετικά με τη φύση και την αιτία της κίνησης. Είναι ένα πεδίο μελέτης που για χρόνια τόσο οι ερευνητές αλλά και οι κλινικοί είχαν θέσει, χωρίς μέχρι τώρα να υπάρχει καθολική συμφωνία μεταξύ τους, το ερώτημα για το πως τελικά

ελέγχεται η κίνηση. Οι θεωρίες αυτές συχνά βασίζονται σε μοντέλα λειτουργίας του εγκεφάλου. Το μοντέλο αναπαριστά κάτι, συνήθως μια απλοποιημένη έκδοση ενός αληθινού πράγματος. Όσο καλύτερο είναι, τόσο καλύτερη είναι και η πρόβλεψη για το πώς θα αντιδράσει το πραγματικό αντικείμενο σε μια συγκεκριμένη κατάσταση. Η χρησιμότητα ενός μοντέλου στη λειτουργία του εγκεφάλου είναι ότι μπορεί να αναπαραστήσει και ως ένα βαθμό να απλοποιήσει πολύπλοκες ιδέες. Ένα μοντέλο της εγκεφαλικής λειτουργίας που σχετίζεται με τον κινητικό έλεγχο είναι μια απλοποιημένη αναπαράσταση της δομής και της λειτουργίας του εγκεφάλου, όπως αυτή σχετίζεται με το συντονισμό της κίνησης. Συνεπώς, οι θεωρίες του κινητικού ελέγχου και τα μοντέλα της εγκεφαλικής λειτουργίας συμπλέουν.

Μια θεωρία είναι ένα σετ από αλληλένδετους ισχυρισμούς οι οποίοι περιγράφουν απαραίτητες δομές και διαδικασίες τις οποίες συσχετίζουν σε παρατηρημένα γεγονότα. Η ιδέα ότι μπορεί να υπάρχουν περισσότερες από μία θεωρίες για τον κινητικό έλεγχο μπορεί να είναι κάτι καινούργιο. Οι διάφορες θεωρίες για τον κινητικό έλεγχο αντανακλούν φιλοσοφικά διαφορετικές απόψεις για το πως ο εγκέφαλος ελέγχει τη κίνηση. Οι θεωρίες αυτές συχνά καταδεικνύουν τις διάφορες απόψεις ως προς τη σχετική σημασία των ποικίλων νευρολογικών στοιχείων της κίνησης.

Για παράδειγμα, κάποιες θεωρίες τονίζουν περιφερικές επιρροές, άλλες μπορεί να τονίζουν κεντρικές επιρροές, ενώ άλλες μπορεί να τονίζουν το ρόλο της πληροφορίας από το περιβάλλον για τον έλεγχο της κινητικής συμπεριφοράς. Έτσι θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι οι θεωρίες του κινητικού ελέγχου δεν είναι μια απλή προσέγγιση στο πρόβλημα της εξήγησης της δραστηριότητας. Συχνά τονίζουν διάφορες απόψεις της οργάνωσης της υποκείμενης νευροφυσιολογίας και νευροανατομίας αυτής της δραστηριότητας. Παρακάτω θα αναφερθούμε στις θεωρίες του κινητικού ελέγχου και θα ερευνήσουμε μερικούς από τους περιορισμούς τους, καθώς και τις πιθανές κλινικές τους εφαρμογές.

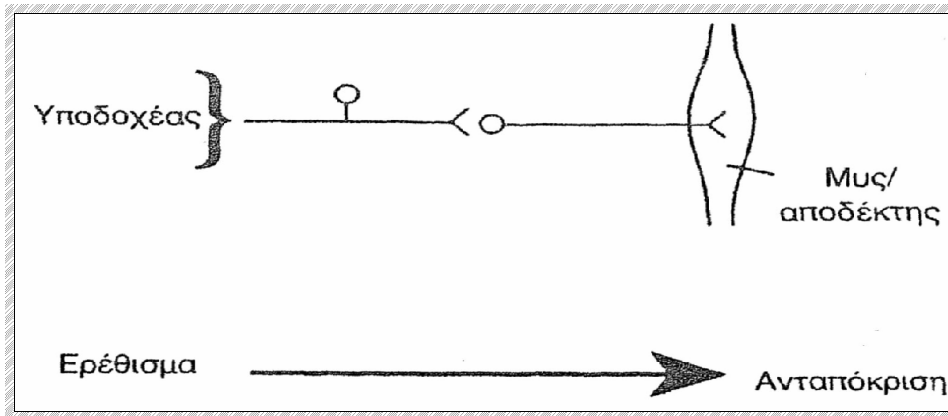
α.Θεωρία των αντανακλαστικών

Ο Sir Charles Sherrington, νευροφυσιολόγος που έζησε στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ού αιώνα, έγραψε, το 1906, το βιβλίο *The Integrative Action of the Nervous System*. Η ερευνά του αποτέλεσε την πειραματική βάση για μια κλασική θεωρία των αντανακλαστικών του κινητικού ελέγχου. Για τον Sherrington, τα αντανακλαστικά ήταν τα οικοδομικά τετράγωνα της πολύπλοκης συμπεριφοράς. Τα αντανακλαστικά δούλευαν μαζί ή συνεργάζονταν για να επιτευχθεί ένας κοινός σκοπός .

Σύμφωνα με τον Sherrington (1906), «το αποτέλεσμα των φυσιολογικών αντανακλαστικών κινήσεων του οργανισμού είναι μια μεθοδική συν-προσαρμογή και αλληλουχία αντιδράσεων». Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία είναι και η ιδέα πως ο άνθρωπος είναι ένας παθητικός δέκτης αισθητηριακών πληροφοριών που παράγονται εξωτερικά. Οι αισθητηριακοί υποδοχείς που υπάρχουν στο δέρμα, στους μυς 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 μυς και στις αρθρώσεις που είχαν ερεθιστεί αρχικά. (Ayres J. 1972)

Ο Sherrington έκανε έξυπνα πειράματα με γάτες, σκύλους και μαϊμούδες για να δείξει την ύπαρξη των αντανακλαστικών και για να τα περιγράψει προσεκτικά, καθώς και για να προσδιορίσει τα αντανακλαστικά (Adams JA. 1971). Στα πειράματα αυτά 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. (Ayres J.1972)

Η σύλληψη ενός αντανακλαστικού απαιτεί τρεις διαφορετικές δομές, έναν υποδοχέα, μια νευρική οδό επαφής κι έναν αποδέκτη. Το κομμάτι της επαφής αποτελείται από δύο τουλάχιστον νευρικά κύτταρα, από τα οποία το ένα είναι συνδεδεμένο με τον αποδέκτη και το άλλο με τον υποδοχέα. Άρα, το αντανακλαστικό τόξο αποτελείται από τον υποδοχέα, το μέσο επαφής και τον αποδέκτη.(Brunnstrom S. 1970)



Εικόνα 7. Η βασική δομή του αντανακλαστικού αποτελείται από έναν υποδοχέα, έναν αγωγό και έναν αποδέκτη.

Ο Sherrington συνέχισε, για να περιγράψει την πολύπλοκη συμπεριφορά με όρους συστατικών των αντανακλαστικών και τον διαδοχικό συνδυασμό τους ή τη μεταξύ τους σύνδεση σαν αλυσίδα. Ο Sherrington έδωσε το παρακάτω παράδειγμα ενός βατράχου που αιχμαλωτίζει μια μύγα και την τρώει. Φανταστείτε τον κ. Toad να λιάζεται πάνω σ' έναν κρίνο. Έρχεται μια μύγα- το ότι βλέπει τη μύγα (ερέθισμα) έχει ως αποτέλεσμα την αντανακλαστική ενεργοποίηση της γλώσσας που πετάγεται έξω για να αιχμαλωτίσει τη μύγα (ανταπόκριση). Αν το πετύχει, η επαφή της μύγας με τη γλώσσα προκαλεί το αντανακλαστικό κλείσιματος του στόματος κι' αυτό, με τη σειρά του, προκαλεί την αντανακλαστική κατάποση. (Adams JA.1971)

Ο Sherrington συμπέρανε ότι, καθώς το νευρικό σύστημα ως σύνολο είναι ακέραιο, με την αντίδραση των διαφόρων τμημάτων αυτού του συστήματος τα απλά αντανακλαστικά συνδυάζονται σε μεγαλύτερες δραστηριοποιήσεις, που συντελούν στη σύσταση της συμπεριφοράς ενός ατόμου ως συνόλου. Κατά τη διάρκεια των δεκαετιών του 1920 και του 1930. μία ομάδα ψυχολόγων, γνωστών σαν «συμπεριφοριστές», ερεύνησε επίσης, σε ψυχολογικό βέβαια επίπεδο, διάφορες μορφές μοντέλων αλυσιδωτών αντανακλαστικών του κινητικού ελέγχου.

Το κύριο ενδιαφέρον τους ήταν η μελέτη του φανερού κινητικού αποτελέσματος, παρά η μελέτη των υποστηρικτικών μηχανισμών που παράγουν αυτά

τα αποτελέσματα, και γι' αυτόν τον λόγο οι μελέτες τους δεν άφησαν κανένα σοβαρό στοιχείο. (Ayres J. 1972)

Αντίθετα, η άποψη του Sherrington περί της αντανακλαστικής βάσης της κίνησης παρέμεινε χωρίς αμφισβήτηση για 50 χρόνια και συνεχίζει και σήμερα να επηρεάζει τη σκέψη σχετικά με τον κινητικό έλεγχο. (Adams JA. 1971)

Περιορισμοί

Επειδή ο Sherrington στράφηκε κυρίως στα αντανακλαστικά και έθεσε ερωτήματα σχετικά με το κεντρικό νευρικό σύστημα (Κ.Ν.Σ.) και τον τρόπο με τον οποίο αυτό σχετίζεται με τα αντανακλαστικά, σχημάτισε μια εικόνα του Κ.Ν.Σ. και του κινητικού ελέγχου που έκλινε προς τον έλεγχο των αντανακλαστικών. Υπάρχει πλήθος περιορισμού της θεωρίας των αντανακλαστικών του κινητικού ελέγχου. (Carpenter RHS.)

Αν οι αυθόρμητες και εκούσιες κινήσεις αναγνωρίζονται ως απόδεκτές κατηγορίες της συμπεριφοράς, το αντανακλαστικό δεν μπορεί να θεωρηθεί ως η βασική μονάδα της συμπεριφοράς, αφού το αντανακλαστικό πρέπει να ενεργοποιηθεί από έναν εξωτερικό παράγοντα. Έτσι, η θεωρία αυτή είναι μάλλον πολύ απλουστευμένη ώστε να εξηγήσει επαρκώς και να προβλέψει κινήσεις που γίνονται ενώ απουσιάζει το αισθητικό ερέθισμα καθώς και να εξηγήσει την ικανότητα του ατόμου να εκτελεί μια μεγάλη ποικιλία από προκαθορισμένες κινήσεις. Πιο πρόσφατα έχει αποδειχθεί ότι τα ζώα μπορούν να κινούνται με σχετικά συντονισμένο τρόπο, χωρίς την παρουσία αισθητικής εισόδου .

Ένας ακόμη περιορισμός είναι ότι η θεωρία δεν εξηγεί γρήγορες κινήσεις, δηλαδή αλληλουχία κινήσεων που γίνονται τόσο γρήγορα ώστε να μην επιτρέπουν αισθητική επανατροφοδότηση από την κίνηση που προηγείται προκειμένου να διεγείρει την επόμενη κίνηση. (Adams JA. 1971)

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 αλλά και σε μελέτες με αισθητηριακή απομόνωση σε ανθρώπους αλλά και σε κλινικές παρατηρήσεις ασθενών που είχαν υποστεί

καταστροφή των αισθητηριακών καναλιών. 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 αντανάκλαστικών". (Ayres J.1972) Για παράδειγμα, μια έμπειρη και ικανή δακτυλογράφος κινείται από το ένα πλήκτρο στο άλλο τόσο γρήγορα, ώστε δεν υπάρχει χρόνος για αισθητική πληροφορία που με το χτύπημα ενός πλήκτρου θα ενεργοποιήσει το χτύπημα του επόμενου πλήκτρου.

Ένας επιπρόσθετος περιορισμός είναι ότι το μοντέλο αλυσίδωσης των αντανάκλαστικών αποτυγχάνει να εξηγήσει το γεγονός ότι ένα απλό ερέθισμα μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ποικίλες ανταποκρίσεις που εξαρτώνται από το περιεχόμενο και τη μείωση των εντολών. Για παράδειγμα, υπάρχουν περιπτώσεις που χρειάζεται να ξεπεράσουμε τα αντανάκλαστικά προκειμένου να επιτύχουμε ένα στόχο. Έτσι, ενώ φυσιολογικά όταν αγγίζουμε κάτι ζεστό ενεργοποιείται το αντανάκλαστικό της απόσυρσης του χεριού, αν το παιδί μας βρίσκεται σε φλεγόμενο μέρος, μπορεί να ξεπεράσουμε το αντανάκλαστικό της απόσυρσης προκειμένου να τραβήξουμε το παιδί μακριά.

Τέλος, η αλυσίδωση των αντανάκλαστικών δεν εξηγεί την ικανότητα παραγωγής καινοφανών κινήσεων. Νέες κινήσεις δημιουργούν μοναδικούς συνδυασμούς ερεθισμάτων και ανταποκρίσεων σύμφωνα με κανόνες που έχουν γίνει προηγουμένως γνωστοί . Ένας βιολιστής, ο οποίος έχει μάθει να εκτελεί ένα μουσικό κομμάτι με το βιολί και γνωρίζει και την τεχνική εκτέλεσης στο τσέλο, μπορεί να εκτελέσει τέλεια το συγκεκριμένο κομμάτι στο τσέλο χωρίς απαραίτητα να έχει προηγουμένως εξασκηθεί για την εκτέλεση του σ' αυτό. Ο βιολιστής έχει μάθει τους κανόνες για την εκτέλεση του κομματιού και τους έχει εφαρμόσει σε μια καινοφανή ή νέα κατάσταση.(Adams JA.1971)

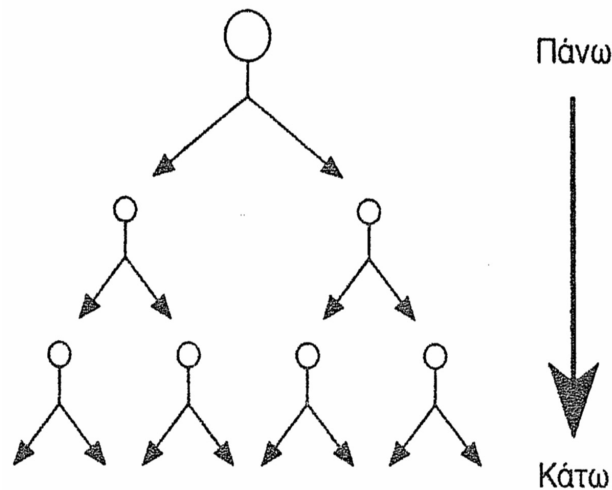
β. Ιεραρχική θεωρία

Πολλοί ερευνητές συνεισέφεραν στην άποψη ότι το νευρικό σύστημα είναι οργανωμένο ιεραρχικά. Ανάμεσα τους ο Hughlings Jackson, ένας Άγγλος γιατρός, υποστήριξε ότι ο εγκέφαλος έχει ανώτερα, μεσαία και κατώτερα επίπεδα ελέγχου που αντιστοιχούν σε ανώτερες περιοχές σύνδεσης, στον κινητικό φλοιό και στα νωτιαία επίπεδα της κινητικής λειτουργίας. (Brooks 1990)

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. (Ayres J.1972)

Ο ιεραρχικός έλεγχος γενικά έχει οριστεί ως μια δομή οργάνωσης από πάνω προς τα κάτω. Αυτό σημαίνει ότι κάθε διαδοχικώς ανώτερο επίπεδο ασκεί έλεγχο στο επίπεδο που είναι κάτω από αυτό. Πρόκειται για μια αυστηρή κάθετη ιεραρχία όπου, οι γραμμές ελέγχου δεν διασταυρώνονται και δεν υπάρχει ποτέ έλεγχος από κάτω προς τα πάνω.

Στη δεκαετία του 1920, ο Rudolf Magnus άρχισε να ερευνά τη λειτουργία διαφορετικών αντανακλαστικών σε διαφορετικά μέρη του νευρικού συστήματος. Ανακάλυψε ότι τα αντανακλαστικά που ελέγχονται από κατώτερα επίπεδα της νευρικής ιεραρχίας είναι παρόντα μόνο όταν τα φλοιώδη κέντρα καταστρέφονται. Τα αποτελέσματα αυτά ερμηνεύτηκαν αργότερα με τρόπο που υπονοούσε ότι τα αντανακλαστικά είναι μέρος μιας ιεραρχίας του κινητικού ελέγχου τα κέντρα της οποίας αναχαιτίζουν, σε φυσιολογικές συνθήκες, τα κατώτερα αυτά αντανακλαστικά κέντρα. (Connolly, Forssberg)-(Crutchfield, Barnes)



Εικόνα 9. Ο ιεραρχικός δομικός έλεγχος χαρακτηρίζεται από μια δομή οργάνωσης από πάνω προς τα κάτω, όπου τα υψηλότερα κέντρα ασκούν έλεγχο πάντοτε στα κατώτερα κέντρα.

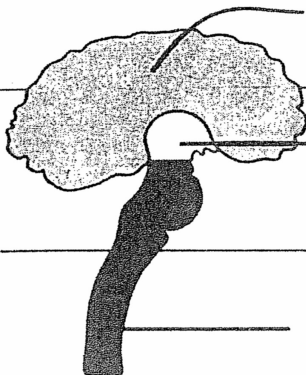
Αργότερα, ο Georg Schaltenbrand χρησιμοποίησε το σκεπτικό του Magnus για να εξηγήσει την εξέλιξη της κινητικότητας στα παιδιά και στους ενήλικους. Περιέγραψε την εξέλιξη της ανθρώπινης κινητικότητας με όρους εμφάνισης και εξαφάνισης μιας προοδευτικής πορείας- αντανάκλαστικών. Προχώρησε δε παραπέρα και ισχυρίστηκε ότι η παθολογία του εγκεφάλου μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την παραμονή πρωτογενών αντανάκλαστικών. Υποστήριξε ότι η πλήρης κατανόηση όλων των αντανάκλαστικών θα επέτρεπε τον καθορισμό της νευρικής ηλικίας ενός παιδιού ή ενός ασθενούς. (Crutfield, Heriza , Herdman)

Στο τέλος της δεκαετίας του 1930, ο Stephan Weisz , αναφέρθηκε στις αντανάκλαστικές αντιδράσεις, που πίστευε ότι ήταν η βάση για την ισορροπία στον άνθρωπο. Περιέγραψε την οντογέννηση των ισορροπιστικών αντανάκλαστικών στο φυσιολογικά αναπτυσσόμενο παιδί και πρότεινε ένα συσχετισμό μεταξύ της ωρίμανσης αυτών των αντανάκλαστικών και της ικανότητας του παιδιού να κάθεται, να στέκεται όρθιο και να περπατά.(Debra J.R.)

Τα αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων και παρατηρήσεων συγκεντρώθηκαν και αναφέρονται συχνά στην κλινική βιβλιογραφία ως **αντανάκλαστική / ιεραρχική θεωρία** του κινητικού ελέγχου. Αυτή η

αντανακλαστική / ιεραρχική θεωρία του κινητικού ελέγχου συνδυάζει τη θεωρία των αντανακλαστικών και την ιεραρχική θεωρία σε μία. Η θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι ο κινητικός έλεγχος πηγάζει από αντανακλαστικά που βρίσκονται σε ιεραρχικά οργανωμένα επίπεδα στο Κ.Ν.Σ. (Adams JA.1972)

Στη δεκαετία του 1940, ο Arnold Gesell και ο Myrtle MacGraw, δύο πολύ γνωστοί αναπτυξιολόγοι ερευνητές, προσέφεραν λεπτομερείς περιγραφές της βρεφικής ωρίμανσης. Οι ερευνητές αυτοί εφάρμοσαν το σημερινό επιστημονικό τρόπο σκέψης για τις αντανακλαστικές ιεραρχίες του κινητικού ελέγχου προκειμένου να εξηγήσουν τις συμπεριφορές που διέκριναν στα βρέφη. Η φυσιολογική κινητική ανάπτυξη αποδόθηκε στην αυξανόμενη μυελοποίηση του Κ.Ν.Σ. η οποία καταλήγει στην εμφάνιση ανώτερων επιπέδων ελέγχου σε κατώτερα επίπεδα αντανακλαστικών. (Forssberg, Grillner, Rossignol .1975) Αυτό αναφέρεται ως θεωρία νευροωρίμανσης της ανάπτυξης. Ένα παράδειγμα αυτού του μοντέλου φαίνεται στον παρακάτω πίνακα .

Νευροανατομική δόμηση	Αντανακλαστικά στατικής ανάπτυξης	Κινητική ανάπτυξη
 Φλοιός	Αντιδράσεις ισορροπίας	Διποδική λειτουργία
Μεσεγκέφαλος	Αντιδράσεις προσανατολισμού	Τετραποδική λειτουργία
Νωτιαίος μυελός	Πρωτόγενη αντανακλαστική	Αποδική λειτουργία

Εικόνα 10. Η θεωρία της νευροωρίμανσης του κινητικού ελέγχου αποδίδει την κινητική ανάπτυξη, την ωρίμανση της νευρολογικής εξέλιξης, η οποία συμπεριλαμβάνει την προοδευτική εμφάνιση και την εξαφάνιση των αντανακλαστικών.

Από την εποχή της αρχικής έρευνας του Hughlings Johnson δημιουργήθηκε μια καινούργια ιδέα για τον *ιεραρχικό έλεγχο*. Οι σύγχρονοι νευρολόγοι επιβεβαίωσαν τη σπουδαιότητα των στοιχείων της ιεραρχικής οργάνωσης στον κινητικό έλεγχο. Η ιδέα της αυστηρής ιεραρχίας, όπου τα πάντα ελέγχονται από τα ανώτερα κέντρα, τροποποιήθηκε. Οι σύγχρονες απόψεις που περιγράφουν τον ιεραρχικό έλεγχο στο νευρικό σύστημα αναγνωρίζουν το γεγονός ότι κάθε επίπεδο του νευρικού συστήματος μπορεί να επιδράσει σε άλλα επίπεδα (ανώτερα και κατώτερα), ανάλογα με τη δραστηριότητα. Επιπλέον, ο ρόλος των αντανακλαστικών στην κίνηση έχει τροποποιηθεί. Τα αντανακλαστικά δεν θεωρούνται ως ο μόνος καθοριστικός παράγοντας του κινητικού ελέγχου, αλλά ως μια μόνο από τις πολλές διαδικασίες που είναι σημαντικές για τη γένεση και τον έλεγχο της κίνησης. (Adams JA.1972)

Περιορισμοί

Ένας από τους περιορισμούς της αντανακλαστικής/ιεραρχικής θεωρίας του κινητικού ελέγχου είναι ότι σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, δεν μπορεί να εξηγήσει την επικράτηση της συμπεριφοράς των αντανακλαστικών, στους φυσιολογικούς ενήλικους. Για παράδειγμα, αν πατήσει κανείς πάνω σε μια πινέζα, το αποτέλεσμα θα είναι η απότομη απόσυρση του ποδιού. Αυτό είναι ένα παράδειγμα ενός αντανακλαστικού στο κατώτερο επίπεδο της ιεραρχίας που δεσπόζει της κινητικής λειτουργίας. Είναι ένα παράδειγμα ελέγχου από κάτω προς τα πάνω. Έτσι λοιπόν θα πρέπει κανείς να είναι προσεκτικός σχετικά με τις υποθέσεις που θεωρούν ότι οι συμπεριφορές όλων των κατώτερων επιπέδων είναι πρωτογενείς, ανώριμες και μη προσαρμόσιμες, ενώ οι συμπεριφορές όλων των ανώτερων επιπέδων (φλοιώδη) είναι ώριμες, προσαρμόσιμες και κατάλληλες. (Adams JA.1972)

γ.Θεωρίες κινητικών προγραμμάτων.

Σύμφωνα με τις θεωρίες κινητικών προγραμμάτων υπάρχουν αποθηκευμένες στη μνήμη αναπαραστάσεις των κινήσεων με τη μορφή κινητικών σχεδίων ή προγραμμάτων. Πιστεύεται πως αυτά τα **κινητικά προγράμματα** αποτελούνται από προκατασκευασμένα σύνολα κινητικών εντολών που κατασκευάστηκαν στο υψηλότερο επίπεδο του φλοιού και κατόπιν διοχετεύονται στα χαμηλότερα κέντρα της ιεραρχίας που είναι υπεύθυνα για την εκτέλεση της κίνησης. (Ayres J.1972) Τα ίδια προγράμματα είναι ευρύτερα αποτελούμενα από μικρότερα υποπρογράμματα. Τα υποπρογράμματα συνθέτουν τον κώδικα για πραγματική μυϊκή δραστηριότητα και επίσης αρχίζουν επιμέρους λειτουργίες που εκτελούν πρότυπα μυϊκών συστολών. Αυτό το ιεραρχικό σύστημα σχεδίων, προγραμμάτων και υποπρογραμμάτων τελικά συγκλίνει στο ότι τα νεύρα εκτελούν αυτόματες ή αντανακλαστικές προσαρμογές που μπορεί να τις ονομάσουμε πρότυπα.(Bernstein 1967)

Η παραπάνω άποψη για τον κινητικό έλεγχο καθοδήγησε τις ερμηνείες των μελετητών του κινητικού ελέγχου από το 1968 όπου ο Keele έδωσε τον πρώτο λειτουργικό ορισμό. Όρισε λοιπόν τον κινητικό έλεγχο σαν "ένα σύνολο μυϊκών εντολών δομημένων πριν το ξεκίνημα της κίνησης, που επιτρέπουν την ολοκλήρωση της κίνησης χωρίς την επιρροή περιφερειακής ανατροφοδότησης".(Ayres J.1972)

Πιο πρόσφατες θεωρίες του κινητικού ελέγχου έχουν επεκτείνει την κατανόηση μας σχετικά με το Κ.Ν.Σ. Οι θεωρίες αυτές απομακρύνθηκαν από απόψεις που θεωρούσαν το Κ.Ν.Σ. ως ένα κυρίως αντιδραστικό σύστημα και άρχισαν να ερευνούν τη φυσιολογία των δράσεων παρά τη φυσιολογία των αντιδράσεων.

Οι θεωρίες των αντανακλαστικών είναι χρήσιμες για την επεξήγηση συγκεκριμένων στερεοτυπικών προτύπων κίνησης. Πάντως, ένας ενδιαφέρων τρόπος εκτίμησης των αντανακλαστικών είναι το να σκεφτούμε ότι κάποιος μπορεί να μετακινήσει το ερέθισμα ή την προσαγωγό είσοδο και να έχει πάλι ένα πρότυπο κινητικής ανταπόκρισης. Αν μετακινήσουμε την κινητική ανταπόκριση από το ερέθισμα της, μένουμε με την ιδέα ενός

κεντρικού κινητικού προτύπου. Αυτή η ιδέα του κινητικού προτύπου είναι πιο ελαστική από την ιδέα του αντανάκλαστικού, γιατί μπορεί να ενεργοποιηθεί τόσο από αισθητικά ερεθίσματα όσο και από κεντρικές διαδικασίες.

Χρήσιμη είναι επίσης και η ιεραρχική θεωρία, όπου σύμφωνα με τον Brooks (1986) οι αισθητικοκινητικές περιοχές του εγκεφάλου ασχολούνται με τις αισθήσεις και τα κινητικά προγράμματα. Ο εγκέφαλος κατευθύνει την ανάπτυξη της κίνησης σε μια ιεραρχική σειρά που μπορεί να θεωρηθεί ότι συμβαίνει σε τρία επίπεδα. Το υψηλότερο επίπεδο είναι η φλοιϊκή οργάνωση. Σ' αυτό το επίπεδο αναπτύσσονται τα γενικά πλάνα. Το μεσαίο επίπεδο που αποτελείται από τον αισθητικοκινητικό φλοιό, την παρεγκεφαλίδα, τα βασικά γάγγλια και το εγκεφαλικό στέλεχος μετατρέπει τα πλάνα σε υποπρογράμματα και προγράμματα. Το χαμηλότερο επίπεδο, που αποτελείται από τον σπονδυλικό σωλήνα, εκτελεί τα προγράμματα μέσω νευροκινητικής δραστηριοποίησης. Ο Brooks δηλώνει ότι αυτή η ιεραρχία δεν θεωρείται μία αυστηρή γραμμή εντολής. Τα επίπεδα αλληλεπιδρούν μέσω εσωτερικών κυκλωμάτων επανατροφοδότησης για να συσχετίσουν ανερχόμενα και κατερχόμενα μηνύματα.

Η θεωρία κινητικού προγραμματισμού έχει αξιοσημείωτη πειραματική υποστήριξη. Για παράδειγμα, πειράματα στις αρχές του 1960 που έγιναν σε γρύλους ή ακρίδες έδειξαν ότι η χρονομέτρηση του χτυπήματος του φτερού του ζώου κατά την πτήση του, παρουσίαζε εξάρτηση από ένα ρυθμικό γενετικό πρότυπο. Ακόμη κι όταν κόπηκαν τα αισθητήρια νεύρα, το νευρικό σύστημα μπορούσε από μόνο του να δημιουργήσει το αποτέλεσμα-έξοδο, χωρίς αισθητική είσοδο, πάντως το χτύπημα των φτερών επιβραδύνθηκε. (Bilodeau, Bilodeau, Schumsky 1959)

Αυτό απέδειξε ότι η κίνηση είναι δυνατή και σε απουσία της αντανάκλαστικής δράσης. Αν και δεν είναι ουσιαστική για να οδηγήσει την κίνηση, η αισθητική είσοδος, έχει σημαντική λειτουργία στην τροποποίηση της δράσης. Τα συμπεράσματα αυτά υποστηρίχθηκαν περαιτέρω από μελέτες που εκπονήθηκαν εξετάζοντας το πώς μετακινούνται οι γάτες. (Bobath 1965)

Τα αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων έδειξαν ότι τα δίκτυα των νωτιαίων νεύρων στη γάτα μπορούσαν να παράγουν ένα ρυθμό μετακίνησης χωρίς αισθητική είσοδο ή κατώτερα πρότυπα από τον εγκέφαλο. Αλλάζοντας την ένταση του ερεθισμού στο νωτιαίο μυελό, το ζώο μπορούσε να

περπατήσει, να τρέξει σιγά ή να καλπάσει. Έτσι αποδείχθηκε ξανά ότι τα αντανakλαστικά δεν οδηγούν σε κίνηση, αλλά ότι τα κεντρικά γενετήσια πρότυπα από μόνα τους μπορούν να παράγουν τέτοιες πολύπλοκες κινήσεις, όπως το περπάτημα, το σιγανό τρέξιμο και ο καλπασμός. Περαιτέρω πειράματα έδειξαν τις σημαντικές επιδράσεις τροποποίησης που αποφέρουν τα αισθητικά ερεθίσματα στο γενετήσιο κεντρικό πρότυπο. (Bobath 1976)

Αργότερα ο Schmidt και οι συνεργάτες του προς το τέλος της δεκαετίας του 1970 υποστήριξαν μια πιο πλατιά εκδοχή του ορισμού του κινητικού ελέγχου την έννοια του Γενικευμένου Κινητικού Προγράμματος (GMP). Παρά το γεγονός πως το γενικευμένο κινητικό πρόγραμμα που περιέγραψε ο Schmidt (1991) αποτελείται κι αυτό από μια αποθηκευμένη μορφή κίνησης, η ουσιαστική του δομή είναι πιο αφηρημένη από αυτή που περιέγραψε ο Keele. (Ayres J.1972)

Έχει παρατηρηθεί ότι οι επαναλαμβανόμενες κινήσεις μπορεί να είναι παρόμοιες αλλά ποτέ δεν είναι ίδιες ακριβώς. Ο Schmidt (1988) προτείνει ότι οι κινήσεις προκύπτουν περισσότερο από προγράμματα που είναι πιο γενικά παρά από ειδικά γενετήσια πρότυπα. Αν τα κέντρα ελέγχου τροφοδοτούνται με δεδομένα πληροφοριών σα να είναι σε προγράμματα υπολογιστών τα προγράμματα μπορούν να εκτελεστούν με ποικίλους τρόπους που εξαρτώνται από το στόχο. Αυτό μπορεί να μειώσει τη μαζική αποθήκευση που απαιτείται για ειδικά πρότυπα. Μπορούν να αποθηκευτούν περίπου τέσσερα είδη πληροφοριών:

- 1) ποικίλα δεδομένα όπως διάρκεια, δύναμη, σχέσεις χώρου και μέγεθος κίνησης
- 2) το αποτέλεσμα της κίνησης
- 3) αισθητικές συνέπειές όπως τι ένιωσε
- 4) αρχικές καταστάσεις όπως το βάρος και το μέγεθος των αντικειμένων που χρησιμοποιούνται και η αρχική κατάσταση του σώματος.

Στην πορεία διεξαγωγής ενός προγράμματος το άτομο σύντομα αποθηκεύει αυτά τα τέσσερα κομμάτια πληροφορίας μετά από κάθε αντίδραση. Ο εγκέφαλος μετά συνοψίζει τις σχέσεις μεταξύ των αποθηκευμένων κομματιών πληροφορίας και γενικεύει οποιουσδήποτε κανόνες περιγράφουν τη μεταξύ τους σχέση. Έτσι, ένα κινητικό σχήμα ή ένα γενικό πλάνο αποθηκεύεται πιο εύκολα απ' ότι ο τεράστιος αριθμός ξεχωριστών προτύπων. (Bernstein 1967)

Ουσιαστικά, η γενικότερη αυτή έννοια περιλαμβάνει την ύπαρξη των παραμέτρων, μεταβλητών ή αμετάβλητων, οι οποίες εφαρμόζονται στο GMP και καθορίζουν το πώς θα εκτελεσθεί κάθε συγκεκριμένη κίνηση. Η ιδέα του γενικευμένου κινητικού προγράμματος εξηγεί επίσης και την ικανότητα μας να επιτυγχάνουμε το ίδιο κινητικό αποτέλεσμα χρησιμοποιώντας διαφορετικές μυϊκές ομάδες. Η ικανότητα αυτή, να παράγουμε το ίδιο κινητικό αποτέλεσμα με τη χρήση διαφορετικών μυϊκών ομάδων, ονομάζεται **κινητική ισοδυναμία**. Η δυνατότητα της τροποποίησης των παραμέτρων δίνει επίσης τη δυνατότητα στο άτομο να εκτελεί νέες κινήσεις ικανοποιητικά, με την πρώτη προσπάθεια, κάτι που η περιορισμένη ιδέα για το κινητικό πρόγραμμα του Keele δεν είχε τη δυνατότητα να εξηγήσει. (Ayres J.1972)

Περιορισμοί

Ένας σημαντικός περιορισμός της ιδέας του κινητικού προγραμματισμού είναι ότι ένα κεντρικό κινητικό πρόγραμμα δεν μπορεί να εκληφθεί ως ο μόνος καθοριστικός παράγοντας της δραστηριότητας.(Gordon J.1987) Για παράδειγμα, δύο ταυτόσημες εντολές στους καμπτήρες του αγκώνα θα προκαλέσουν πολύ διαφορετικές κινήσεις που εξαρτώνται από το αν το χέρι αναπαύεται στο πλάι σου ή από το αν κρατάς το χέρι μπροστά σου. Οι δυνάμεις της βαρύτητας θα δράσουν διαφορετικά στο μέλος στις δύο αυτές καταστάσεις και έτσι θα τροποποιηθεί η κίνηση. Επιπλέον, αν οι μύες έχουν υποστεί κόπωση, παρόμοιες εντολές του νευρικού συστήματος θα δώσουν πολύ διαφορετικά αποτελέσματα. Έτσι, η ιδέα του κινητικού προγραμματισμού δεν λαμβάνει υπόψη το γεγονός, ότι το νευρικό σύστημα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τόσο τις μυοσκελετικές όσο και τις περιβαλλοντικές ποικιλομορφίες, για την επίτευξη κινητικού ελέγχου.

δ.Θεωρία των συστημάτων

Πριν ακόμη αναπτυχθούν οι ιδέες του κινητικού προγραμματισμού, ένας άλλος ερευνητής, ο Ρώσος επιστήμονας Nicolai Bernstein (1896-1966), παρατηρούσε το νευρικό σύστημα και το σώμα με έναν τελείως νέο τρόπο. Οι προηγούμενοι νευροφυσιολόγοι είχαν στρέψει την προσοχή τους κυρίως στις απόψεις για το νευρικό έλεγχο της κίνησης. (Adams JA.1971)

Ο Bernstein αναγνώρισε ότι δεν είναι δυνατό να κατανοήσει κανείς το νευρικό έλεγχο της κίνησης χωρίς προηγουμένως να καταλάβει τα χαρακτηριστικά του συστήματος που κινεί και τις εξωτερικές και εσωτερικές δυνάμεις που ενεργούν στο σώμα.

Περιγράφοντας τα χαρακτηριστικά του συστήματος που κινείται, παρατήρησε το όλο σώμα σαν ένα μηχανικό σύστημα με μάζα και αντίσταση τόσο στις εξωτερικές δυνάμεις, όπως η βαρύτητα, όσο και στις εσωτερικές, συμπεριλαμβάνοντας τόσο τις δυνάμεις εκείνες που εξαρτώνται από την αδράνεια όσο και εκείνες που εξαρτώνται από την κίνηση. Κατά τη διάρκεια της σειράς μιας οποιασδήποτε κίνησης τα ποσά των δυνάμεων που δρουν στο σώμα θα αλλάξουν όσο αλλάζουν η δυναμική και η κινητική ενέργεια. Έδειξε έτσι ότι η ίδια κεντρική εντολή θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα αρκετά διαφορετικές κινήσεις, λόγω της αμοιβαίας επίδρασης μεταξύ εξωτερικών δυνάμεων και ποικιλομορφιών στους αρχικούς παράγοντες. (Gallister, 1980) Για τους ίδιους λόγους, διαφορετικές εντολές θα μπορούσαν να καταλήξουν στην ίδια κίνηση.

Ο Bernstein υποστήριξε επίσης ότι ο έλεγχος της ολοκληρωμένης κίνησης προφανώς μοιράζεται σε πολλά αλληλεπιδρώντα συστήματα που συνεργάζονται προκειμένου να επιτευχθεί η κίνηση. Αυτό δημιούργησε την ιδέα ενός κατανεμημένου μοντέλου κινητικού ελέγχου. (Gesell, Amatruda, 1947)

Η θεωρία των δυναμικών συστημάτων διαφέρει από τις ιεραρχικές θεωρίες σε τρία σημαντικά σημεία. Πρώτον, επαναφέρει το ρόλο του περιβάλλοντος σαν μία σημαντική πηγή πληροφοριών για την κίνηση. Αυτό το επιτυγχάνει εστιάζοντας στη σχέση μεταξύ του ατόμου και του περιβάλλοντος στο

οποίο θα πραγματοποιηθεί η κίνηση. Το δεύτερο σημείο στο οποίο η νέα αυτή θεωρία του κινητικού ελέγχου διαφέρει από τις παλαιότερες θεωρίες, σχετίζεται με το πώς παράγεται η κίνηση. Οι επιστήμονες της θεωρίας των συστημάτων δεν πιστεύουν ότι αποκλειστικά υπεύθυνος για τον έλεγχο της κίνησης μπορεί να είναι ένας τόσο αυστηρά καθορισμένος μηχανισμός του φλοιού. Αντίθετα, πιστεύουν πως η κινητική συμπεριφορά είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης πολλαπλών υποσυστημάτων (νευρολογικό, βιολογικό, μυοσκελετικό). Κανένα υποσύστημα δεν υπερτερεί έναντι κάποιου άλλου και κανένα δεν έχει τη δυνατότητα από μόνο του να ελέγξει ή να διαμορφώσει την κίνηση. Ο όρος που δίνουν οι επιστήμονες της θεωρίας των συστημάτων σ' αυτό το φαινόμενο, είναι **αυτό-οργάνωση**. (Ayres J.1972)

Το τρίτο σημείο στο οποίο η θεωρία των συστημάτων διαφέρει από την αντανακλαστική / ιεραρχική θεωρία είναι η εξήγηση της επανεμφάνισης των αρχέγονων αντανακλαστικών σε ενήλικες χωρίς παθολογία του κεντρικού νευρικού συστήματος (Κ.Ν.Σ). Αυτό δηλώνει ότι αν και τα αρχέγονα αντανακλαστικά δεν είναι πλέον υποχρεωτικά κινητικά πρότυπα σε φυσιολογικό ενήλικο, δεν εξαφανίζονται όπως η αντανακλαστική / ιεραρχική θεωρία υποθέτει. Σύμφωνα με τη θεωρία των συστημάτων, ο κινητικός και στασιός έλεγχος δεν εμφανίζεται μόνο σαν αποτέλεσμα της αισθητικής διέγερσης που προκαλεί προκαθορισμένα κινητικά πρότυπα. Αντίθετα, οι έλεγχοι αυτοί προκύπτουν από την αλληλεπίδραση πολλών συστημάτων του σώματος με το εξωτερικό περιβάλλον. (Forssberg , Grillner, Rossignol 1975)

Σε τι διαφέρει η προσέγγιση του Bernstein για τον κινητικό έλεγχο από την αντανακλαστική, την ιεραρχική, ή την προσέγγιση του κινητικού προγραμματισμού που αναφέρθηκαν προηγουμένως; Ο Bernstein έθεσε ερωτήσεις για τον ευρισκόμενο σε μια συνεχώς μεταβαλλόμενη κατάσταση οργανισμό. Βρήκε δε απαντήσεις σχετικά με τη φύση και την αιτία της κίνησης, που ήταν διαφορετικές από εκείνες προηγούμενων ερευνητών, αφού έθεσε διαφορετικές ερωτήσεις όπως: *Πώς επηρεάζει το σώμα ως μηχανικό σύστημα τη διαδικασία ελέγχου; Πώς οι αρχικές κινήσεις επηρεάζουν τα ιδιοδεκτικά χαρακτηριστικά της κίνησης;*

Περιγράφοντας το σώμα ως μηχανικό σύστημα ο Bernstein παρατήρησε ότι έχουμε πολλούς βαθμούς ελευθερίας που πρέπει να ελεγχθούν. Για

παράδειγμα, έχουμε πολλές αρθρώσεις, εκ των οποίων όλες κάμπτονται ή εκτείνονται και πολλές από αυτές μπορούν να κάνουν και στροφές. Αυτό περιπλέκει την εγκυρότητα του κινητικού ελέγχου. Ο Bernstein υποστήριξε ότι «ο συντονισμός της κίνησης είναι η διαδικασία καθοδήγησης των υπεράριθμων βαθμών ελευθερίας» .(Gallister,1980) Με άλλες λέξεις, ο Bernstein αναφέρεται στη μετατροπή του σώματος σε ένα ελεγχόμενο σύστημα.

Αναζητώντας μια λύση στο πρόβλημα των βαθμών ελευθερίας, ο Bernstein υπέθεσε ότι ο ιεραρχικός έλεγχος υπάρχει για να απλοποιεί τον έλεγχο των πολλαπλών βαθμών ελευθερίας του σώματος. Κατά τον τρόπο αυτό, τα ανώτερα επίπεδα του νευρικού συστήματος ενεργοποιούν τα κατώτερα επίπεδα. Τα κατώτερα επίπεδα ενεργοποιούν συνεργίες ή ομάδες μυών που είναι αναγκασμένοι να δρουν μαζί, σαν μια μονάδα. Μπορούμε να σκεφτούμε το ρεπερτόριο της κίνησης μας σαν προτάσεις που κατασκευάζονται από πολλές λέξεις. Τα γράμματα ανάμεσα στις λέξεις είναι οι μύες· οι λέξεις είναι οι συνέργειες και οι προτάσεις είναι οι δραστηριότητες. Έτσι, ο Bernstein πίστευε ότι οι συνέργειες παίζουν σημαντικό ρόλο στην επίλυση του προβλήματος των βαθμών ελευθερίας. Αυτό επιτυγχάνεται με τον εξαναγκασμό συγκεκριμένων μυών σε συνεργασία, σα να επρόκειτο για μια μονάδα. Υπέθεσε ότι, παρόλο που υπάρχουν λίγες συνέργειες, αυτές καθιστούν δυνατή σχεδόν όλη την ποικιλία των κινήσεων που γνωρίζουμε. Για παράδειγμα, θεώρησε ότι μερικές απλές συνέργειες είναι οι κινητήριες, οι στασικές και οι αναπνευστικές συνέργειες.(Adams JA.1971)

Επίσης ο Bernstein για να τονίσει τη σημαντικότητα της επίδρασης του περιβάλλοντος στον έλεγχο της κίνησης, όρισε τρεις κύριες πηγές μεταβλητότητας που εξαρτώνται από αυτό.

Η πρώτη από αυτές είναι η μεταβλητότητα που προκύπτει από ανατομικούς παράγοντες. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες ή η κατάσταση στην οποία η κίνηση συμβαίνει, ποικίλουν.

Η δεύτερη πηγή μεταβλητότητας είναι μηχανική. Υπάρχουν πολλές μη μυϊκές δυνάμεις που δρουν όπως η βαρύτητα και η αδράνεια. Ένα μεγάλο ποσό μυϊκής συστολής συγκεκριμένου μυός που εξαρτάται από διάφορες καταστάσεις θα επιφέρει διαφορετικές κινητικές συνέπειες. Το αποτέλεσμα

εξαρτάται από διάφορους εξωτερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες, στους οποίους δραστηριοποιείται ο μυς καθώς επίσης και από τη σχέση μεταξύ των αρθρώσεων καθώς συνδέονται λειτουργικά.

Η τρίτη πηγή μεταβλητότητας που εξαρτάται από την κατάσταση άλλων στοιχείων, είναι η φυσιολογική μεταβλητότητα. Ο τεράστιος αριθμός ερεθισμάτων σε κάθε ενδονευρώνα παρέχει οριζόντιες και κάθετες συνδέσεις που δίνουν στη Σ.Σ. μία οργάνωση που από μόνη της δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τα μηνύματα που προέρχονται από το φλοιό.(Bernstein N.1967)

Περιορισμοί

Ποιοι είναι οι περιορισμοί της προσέγγισης των συστημάτων του Bernstein; Όπως μπορείτε να διαπιστώσετε, η προσέγγιση αυτή είναι η ευρύτερη από όσες έχουμε συζητήσει ως τώρα και στο βαθμό που λαμβάνει υπόψη της όχι μόνο την προσφορά του νευρικού συστήματος στη δραστηριότητα, αλλά και τη συμμετοχή του μυϊκού και σκελετικού συστήματος, καθώς και τις δυνάμεις της βαρύτητας και της αδράνειας, μπορεί να προβλέπει τον πιθανό τρόπο συμπεριφοράς πολύ καλύτερα από τις προηγούμενες θεωρίες.

Όπως παρουσιάζεται σήμερα, ωστόσο, δεν εστιάζεται κυρίως στην αλληλεπίδραση του οργανισμού με το περιβάλλον, όπως κάνουν άλλες θεωρίες του κινητικού ελέγχου.(Adams JA.1971)

ε.Θεωρία δυναμικής δράσης

Η προσέγγιση του κινητικού ελέγχου από τη θεωρία της δυναμικής δράσης άρχισε με την παρατήρηση του κινούμενου ατόμου από μια νέα οπτική γωνία. Η οπτική αυτή γωνία προήλθε από την ευρύτερη μελέτη της δυναμικής ή της συνέργειας μέσα στο φυσικό κόσμο και από τη διατύπωση ερωτημάτων του τύπου: *Πώς δημιουργούνται τα πρότυπα και η οργάνωση που βλέπουμε στον κόσμο από τα συστατικά τους, που δεν είναι βαλμένα σε*

τάξη; Και πώς αλλάζουν τα συστήματα αυτά με το χρόνο; Για παράδειγμα, έχουμε χιλιάδες μυϊκών κυττάρων στην καρδιά, που συνεργάζονται για να κάνουν την καρδιά να χτυπά. Πώς αυτό το σύστημα των χιλιάδων βαθμών ελευθερίας (κάθε κύτταρο που προσθέτουμε συνεισφέρει ένα καινούργιο βαθμό ελευθερίας στο σύστημα) ελαττώνεται σε ένα σύστημα λίγων βαθμών ελευθερίας, ώστε όλα τα κύτταρα να λειτουργούν σαν μια μονάδα; Το φαινόμενο αυτό, που δεν το βλέπουμε μόνο στον μυ της καρδιάς, αλλά και στα πρότυπα των άναρχων σχηματισμών, καθώς και στις μεταβολές του νερού όταν αλλάζει από πάγο σε υγρό, σε βρασμό, σε εξάτμιση, απεικονίζει την αρχή της αυτο-οργάνωσης, η οποία είναι θεμελιώδης αρχή των δυναμικών συστημάτων.

Σύμφωνα με την αρχή αυτή, όταν ένα σύστημα ξεχωριστών τμημάτων ενώνεται, τα στοιχεία του συμπεριφέρονται συλλογικά με καθορισμένο τρόπο. Δεν υπάρχει ανάγκη ενός «ανώτερου» κέντρου που θα δίνει οδηγίες και εντολές για να επιτευχθεί συντονισμένη δράση. Κατά την εφαρμογή της στον κινητικό έλεγχο, η αρχή αυτή υποστηρίζει ότι η κίνηση παράγεται ως αποτέλεσμα αλληλεπιδρώντων στοιχείων, χωρίς την ανάγκη ιδιαίτερων εντολών ή κινητικού προγραμματισμού στο νευρικό σύστημα. (Adams JA.1971)

Η δυναμική δράση ή αλλιώς συνεργική προοπτική, προσπαθεί ακόμη να βρει μαθηματικές περιγραφές για αυτά τα αυτοοργανούμενα συστήματα. Κρίσιμα χαρακτηριστικά που εξετάζονται είναι τα αποκαλούμενα μη γραμμικά τμήματα του συστήματος. *Τι είναι η μη γραμμική συμπεριφορά;* Είναι μία κατάσταση στην οποία όταν μία παράμετρος αλλάζει και φτάνει μια κρίσιμη τιμή, το σύστημα εισέρχεται σε ένα εντελώς καινούργιο πρότυπο συμπεριφοράς. Για παράδειγμα, καθώς ένα ζώο περπατά όλο και πιο γρήγορα, υπάρχει ένα σημείο στο οποίο το περπάτημα ξαφνικά μεταβάλλεται σε ελαφρό τρέξιμο. Καθώς το ζώο συνεχίζει να κινείται γρηγορότερα, υπάρχει ένα δεύτερο σημείο όπου το τρέξιμο μεταβάλλεται σε καλπασμό.

Η προσέγγιση της δυναμικής δράσης δεν προσπαθεί να εξηγήσει τις μεταβολές αυτές με όρους του κυκλώματος του νευρικού συστήματος· αντί αυτού, προσπαθεί απλά να περιγράψει μαθηματικά τη λειτουργία αυτών των συστημάτων. Αυτό κάνει δυνατή την πρόβλεψη των τρόπων με τους οποίους

ένα δεδομένο σύστημα θα μπορούσε να αντιδράσει σε διαφορετικές καταστάσεις. (Adams JA.1971)

Ένα από τα σημεία που ανέδειξαν οπαδοί αυτής της άποψης είναι ότι πολλές μεταβολές της κίνησης του σώματος μπορούν να εξηγηθούν χωρίς την επίκληση συγκεκριμένου γενετήσιου νευρολογικού προτύπου για την πρόκληση της μεταβολής. Οι μεταβολές, αντίθετα, μπορεί να οφείλονται στην ταλάντωση ή σε ιδιότητες παρόμοιες με την αιώρηση των μελών αφεαυτών. Έτσι, η οπτική γωνία της δυναμικής δράσης έχει φέρει σε δεύτερη μοίρα την άποψη περί εντολών που δίνονται από το Κ.Ν.Σ. για τον έλεγχο της κίνησης και έχει επεξηγήσει καταστάσεις του σώματος που μπορεί επίσης να συνεισφέρουν στα χαρακτηριστικά της κίνησης (Green 1972).

Η θεωρία της δυναμικής δράσης έχει τροποποιηθεί πρόσφατα προκειμένου να ενσωματωθούν σε αυτήν πολλές από τις απόψεις του Bernstein. Η προσαρμογή κατέληξε στο συγκερασμό των δύο αυτών θεωριών σε ένα **μοντέλο δυναμικών συστημάτων**. (Gesell 1954) Το μοντέλο αυτό προτείνει ότι η δράση που αποτελεί τη βάση της κίνησης είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των σωματικών και των νευρικών στοιχείων. (Grillner 1981)

Περιορισμοί

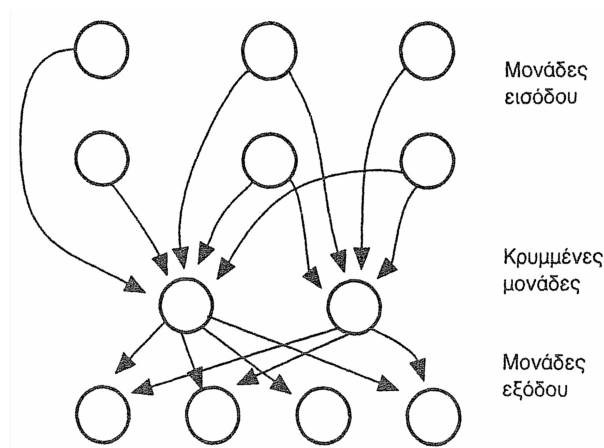
Η προσέγγιση αυτή βοήθησε στην κατανόηση των στοιχείων που συνεισφέρουν στην κίνηση και εξυπηρετεί στο να υπενθυμίζει ότι η απομονωμένη κατανόηση του νευρικού συστήματος δεν θα επιτρέψει την πρόβλεψη της κίνησης. Παρόλα αυτά, ένας περιορισμός του μοντέλου αυτού μπορεί να είναι η υπόθεση ότι το νευρικό σύστημα παίζει ένα σχετικά ασήμαντο ρόλο και ότι η σχέση μεταξύ του σωματικού συστήματος του ζώου και του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο λειτουργεί καθορίζει κυρίως τη συμπεριφορά του ζώου. Το επίκεντρο της θεωρίας της δυναμικής δράσης εντοπίζεται συνήθως στο επίπεδο αυτής της επικάλυψης και όχι στην κατανόηση των νευρικών συνεισφορών στο σύστημα. (Adams JA.1971)

στ.Η θεωρία της παράλληλα διανεμημένης επεξεργασίας

Η θεωρία της παράλληλα διανεμημένης επεξεργασίας (ΠΔΕ) του κινητικού ελέγχου περιγράφει πώς επεξεργάζεται το νευρικό σύστημα πληροφορίες για τη δραστηριότητα. Η θεωρία αυτή έχει χρησιμοποιηθεί για να εξηγήσει πώς αποκτούμε νέες δεξιότητες, αφού κάνει προβλέψεις για τις επεξεργασίες που χρησιμοποιούνται από το νευρικό σύστημα κατά την ανάπτυξη ή την απόκτηση των νέων δεξιοτήτων. (Horak, Shumway 1990)

Η θεωρία της ΠΔΕ συμβαδίζει με τις σύγχρονες γνώσεις της νευροφυσιολογίας που διατείνονται ότι το νευρικό σύστημα λειτουργεί τόσο διαμέσου σειριακών επεξεργασιών, δηλαδή επεξεργασίας των πληροφοριών μέσω μιας απλής οδού, όσο και μέσω παράλληλων επεξεργασιών, δηλαδή επεξεργασίας της πληροφορίας διαμέσου πολλαπλών οδών, που παράγουν την ίδια πληροφορία ταυτόχρονα με διαφορετικούς τρόπους. (Ivoss, Ionta, Myers 1985)

Εικόνα 11. Μοντέλο παράλληλα διανεμημένης επεξεργασίας που δείχνει τρία στρώματα, το στρώμα εισόδου, κρυμμένα στρώματα και στρώματα εξόδου, τα οποία μπορεί να υποτεθεί ότι αντιστοιχούν στις αισθητηριακές μονάδες, στις μονάδες του ενδιάμεσου νευρώνα και της κίνησης.



Οι επιστήμονες έχουν αρχίσει να κατασκευάζουν το μοντέλο των νευρικών επεξεργασιών χρησιμοποιώντας προγράμματα υπολογιστών. Τα προγράμματα αυτά έχουν αναπτυχθεί με εξελιγμένα κυκλώματα παρόμοια με τα δίκτυα του εγκεφάλου. Να πώς γίνεται το μοντέλο: Τα μοντέλα αποτελούνται

από στοιχεία που αγκιστρώνονται μεταξύ τους σε κυκλώματα. Όμοια με τις νευρικές συνάψεις, κάθε στοιχείο μπορεί να επηρεαστεί θετικά ή αρνητικά από άλλα στοιχεία. Ακόμη, όμοια με τους νευρικούς συνοπτικούς διαβιβαστές, κάθε στοιχείο μπορεί να παρουσιάζει διαφορετική επιλεκτικότητα είτε θετικής είτε αρνητικής αντίδρασης με το επόμενο στοιχείο. Κάθε στοιχείο λοιπόν συγκεντρώνει όλα τα θετικά ή αρνητικά ερεθίσματα. Τα μοντέλα αυτά έχουν κατασκευαστεί μέσα σε στρώματα δικτύων που περιέχουν στοιχεία εισερχόμενων ερεθισμάτων, στρώματα ενδιάμεσης επεξεργασίας, που αποκαλούνται και κρυμμένα στρώματα, και στοιχεία εξερχόμενων ερεθισμάτων. Τα στρώματα αυτά είναι ισοδύναμα με αισθητικούς, ενδιάμεσους και κινητικούς νευρώνες. (Horak, Shumway –Cook 1990)

Όπως ακριβώς συμβαίνει και με το νευρικό σύστημα, η ικανότητα εκτέλεσης σε αυτό το σύστημα εξαρτάται από δύο παράγοντες. Ο πρώτος είναι η δόμηση των συνδέσεων μεταξύ των στρωμάτων και ο δεύτερος είναι η δύναμη των ξεχωριστών συνδέσεων.

Η ομορφιά αυτού του μοντέλου είναι ότι ο ερευνητής μπορεί να καθορίσει τις πιο ικανές συνδέσεις για να εκτελέσει μια συγκεκριμένη λειτουργία μέσω μιας τεχνικής που ονομάζεται *οπισθοδρομική διάδοση*. Μέσω της διαδικασίας της οπισθοδρομικής διάδοσης καθορίζεται η πιο ικανοποιητική έξοδος από το στρώμα του «κινητικού νευρώνα». Αρχίζει με μια τυχαία δέσμη εισερχόμενων ερεθισμάτων στο σύστημα. Το σύστημα έπειτα υπολογίζει τη διαφορά μεταξύ της επιθυμητής και της πραγματικής δραστηριότητας της μονάδας εξερχόμενων ερεθισμάτων. Η διαφορά μεταξύ της πραγματικής και της επιθυμητής δραστηριότητας καλείται το λάθος. Το λάθος χρησιμοποιείται για να τροποποιήσει τις συνδέσεις μεταξύ εκείνων των στοιχείων που το έχουν δημιουργήσει. Η διαδικασία τρέχει διαρκώς, εξομοιώνοντας την επανάληψη μιας διαδικασίας που εκτελείται ξανά και ξανά. Με αυτή τη λειτουργία το σύστημα αυτοδιορθώνεται ώσπου να λύσει το πρόβλημα των εξερχόμενων ερεθισμάτων. (Adams JA.1971)

Το μοντέλο έχει προβλέψει σωστά τις διαδικασίες τόσο στο σύστημα αντίληψης όσο και στο σύστημα δράσης. Για παράδειγμα, η θεωρία της ΠΔΕ έχει χρησιμοποιηθεί για να εξομοιώσει την επεξεργασία οπτικού ερεθίσματος που αποτελεί τη βάση για την ικανότητα αναγνώρισης και ταυτοποίησης

γραμμάτων. Επιπλέον, τα μοντέλα έχουν χρησιμοποιηθεί για να προβλέψουν πώς μπορούμε να υπολογίζουμε τις σωστές γωνίες των αρθρώσεων που σχετίζονται με την κίνηση ενός μέλους σε μια συγκεκριμένη θέση στο χώρο. (Ivoss, Ionta, Myers 1985)

Η θεωρία της ΠΔΕ είναι κάτι μοναδικό χάρη στην έμφαση που αποδίδει στην επεξήγηση νευρικών μηχανισμών που συνδέονται με τον κινητικό έλεγχο. Η θεωρία αυτή και τα συνδεδεμένα με αυτήν μοντέλα έχουν μεγάλο ενδιαφέρον αυτή τη στιγμή, γιατί αν και δεν είναι ακριβώς πανομοιότυπα με το νευρικό σύστημα, έχουν πολλές από τις ιδιότητες που συναντώνται και στο νευρικό σύστημα. Γι' αυτό τα εν λόγω μοντέλα μπορεί να μας βοηθήσουν να καταλάβουμε πώς το νευρικό σύστημα λύνει συγκεκριμένα κινητικά προβλήματα. (Adams JA.1971)

Περιορισμοί

Η θεωρία αυτή δεν σκοπεύει να είναι ένα ακριβές αντίγραφο του νευρικού συστήματος και γι' αυτό πολλές από τις λειτουργίες της, όπως η οπισθοδρομική διάδοση, δεν μιμούνται την επεξεργασία των πληροφοριών στο νευρικό σύστημα κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης και της μάθησης. (Adams JA.1971)

ζ.Θεωρίες προσανατολισμένες στη δραστηριότητα

Τα τελευταία 50 χρόνια έχει προκύψει από την έρευνα της νευρολογίας ένας μεγάλος αριθμός πληροφοριών για τη βασική δομή του Κ.Ν.Σ. Υπάρχει όμως ακόμη η παραδοχή ότι ξέρουμε πολλά, αλλά καταλαβαίνουμε ελάχιστα. Αυτό σημαίνει ότι ξέρουμε πολλά για το νευρικό κύκλωμα, αλλά λίγα για το πώς λειτουργούν μεταξύ τους οι νευρώνες προκειμένου να επιτευχθεί λειτουργία.(Adams JA.1971)

Ο Peter Greene ένας θεωρητικός βιολόγος, υποστήριξε πως αυτό που χρειαζόταν στο πεδίο του κινητικού ελέγχου ήταν μια θεωρία καθηκόντων.

Με τον όρο καθήκοντα ο Greene αναφέρονταν στα θεμελιώδη προβλήματα του Κ.Ν.Σ. που έπρεπε να λυθούν προκειμένου να ολοκληρωθούν οι κινητικές αποστολές. Σύμφωνα με τον Greene, ένα παράδειγμα θεμελιώδους καθήκοντος του κινητικού ελέγχου είναι το πρόβλημα των βαθμών ελευθερίας που περιέγραψε ο Bernstein.

Σύμφωνα με τον Greene εξάλλου, μια θεωρία των καθηκόντων θα βοηθούσε τους νευρολόγους να βρουν και να μετρήσουν συμπεριφορές που χρήζουν παρατήρησης και που συσχετίζονται με τα καθήκοντα εκείνα που καλείται να εκτελέσει ο εγκέφαλος. Συνεπώς, η κατανόηση του κινητικού ελέγχου απαιτεί πολλά περισσότερα από την κατανόηση των κυκλωμάτων. Απαιτεί την κατανόηση των υποκείμενων προβλημάτων που το Κ.Ν.Σ. πρέπει να λύσει προκειμένου να ολοκληρωθούν τα κινητικά καθήκοντα. Μια προσανατολισμένη στα καθήκοντα προσέγγιση της μελέτης του κινητικού ελέγχου θα παρείχε τη βάση για μια πιο συνεπή, καθαρή εικόνα του κινητικού συστήματος. Ο Greene υποστηρίζει ότι από τη στιγμή που τα βασικά στοιχεία ενός στόχου οργανωθούν σε μια καθαρή εικόνα, είναι δυνατό να ξέρει κανείς λιγότερα και να καταλάβει περισσότερα. (Ivry.R)

Οι Gordon (Kamm ,Thelen, Jensen) και Horak(Kandel, Schwartz, Jessel 1991) επεξεργάστηκαν μια προσαρμογή της θεωρίας των καθηκόντων του Greene. Ωστόσο, η παρουσίαση της προσανατολισμένης στα καθήκοντα προσέγγισης από τους Gordon και Horak ορίζει το καθήκον από μια περισσότερο λειτουργική άποψη. Η άποψη αυτή προσπαθεί να δώσει απάντηση στο ερώτημα: *Ποια θέματα ελέγχου ενυπάρχουν στην εκπλήρωση λειτουργικών καθηκόντων σε περιβάλλοντα που έχουν σημασία;* Η προσανατολισμένη στα καθήκοντα προσέγγιση βασίζεται στην αναγνώριση ότι ο στόχος του κινητικού ελέγχου είναι ο έλεγχος της κίνησης για την ολοκλήρωση μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας και όχι η επεξεργασία της κίνησης για χάρη μόνο της μετακίνησης (εκτός από ασυνήθιστες περιπτώσεις όπως ο χορός). Η προσανατολισμένη στα καθήκοντα προσέγγιση υποθέτει ότι ο έλεγχος της κίνησης οργανώνεται γύρω από αποβλέπουσες σε στόχους λειτουργικές συμπεριφορές, όπως η βάρδια ή η ομιλία.

Περιορισμοί

Ένας περιορισμός της προσανατολισμένης στη δραστηριότητα θεωρίας του κινητικού ελέγχου είναι η έλλειψη συμφωνίας ως προς το ποιες είναι οι θεμελιώδεις δραστηριότητες του Κ.Ν.Σ. Για παράδειγμα, μερικοί επιστήμονες που μελετούν τον έλεγχο της στάσης πιστεύουν ότι ο έλεγχος της θέσης της κεφαλής είναι ο ουσιαστικός στόχος του στατικού συστήματος. Παρόλα αυτά, άλλοι επιστήμονες που μελετούν πιστεύουν ότι το κέντρο ελέγχου της στάσης της μάζας (του σώματος) για την επίτευξη σταθεροποίησης του σώματος είναι ο ουσιαστικότερος στόχος του στατικού ελέγχου. (Adams JA.1971)

η.Οικολογική θεωρία

Στη δεκαετία του 1960, ανεξάρτητα από την έρευνα στη φυσιολογία, ένας ψυχολόγος, ο James Gibson, είχε αρχίσει να εξερευνά τον τρόπο με τον οποίο τα κινητικά μας συστήματα μας επιτρέπουν να αλληλοαντιδρούμε πιο αποτελεσματικά με το περιβάλλον προκειμένου να επιτευχθεί ο προσανατολισμένος στη συμπεριφορά στόχος. (Kelso, Tuller 1984) Η ερευνά του επικεντρώθηκε στον τρόπο με τον οποίο ερευνούμε πληροφορίες στο περιβάλλον μας που σχετίζονται με τις πράξεις μας και στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούμε αυτές τις πληροφορίες για να ελέγχουμε τις κινήσεις μας.

Η άποψη αυτή επεκτάθηκε από τους μαθητές του Gibson (Kurfermann 1991, Lee.1978) και έγινε γνωστή ως η οικολογική προσέγγιση του κινητικού ελέγχου. Υποστηρίζει δε ότι ο κινητικός έλεγχος αναπτύσσεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε τα ζώα να μπορούν να συνεργάζονται αρμονικά με το περιβάλλον γύρω τους και να μετακινούνται μέσα σε αυτό αποτελεσματικά προκειμένου να βρίσκουν τροφή, να ξεφεύγουν από τα αρπακτικά, να κτίζουν καταφύγια, ακόμα και να παίζουν. (Green 1972) *Τι είναι καινούργιο σχετικά με αυτή την προσέγγιση;* Ήταν πράγματι η πρώτη φορά που οι ερευνητές άρχισαν να επικεντρώνονται στον τρόπο με τον οποίο οι δραστηριότητες συμβαδίζουν με

το περιβάλλον. Οι δραστηριότητες απαιτούν αντιληπτική πληροφόρηση, που θα είναι συγκεκριμένη και θα ανταποκρίνεται σε μια άμεση, σκόπιμη δραστηριότητα που εκτελείται σε συγκεκριμένο περιβάλλον. Η οργάνωση της δράσης είναι συγκεκριμένη και ανταποκρίνεται στη δραστηριότητα και στο περιβάλλον μέσα στο οποίο η δραστηριότητα αυτή εκτελείται.(Adams JA.1971)

Ενώ πολλοί προηγούμενοι ερευνητές είχαν αντιμετωπίσει τον οργανισμό σαν ένα αισθητικοκινητικό σύστημα, ο Gibson τόνισε ότι για το ζώο δεν ήταν σημαντική η αίσθηση κάθε αυτή, αλλά η αντίληψη. Ειδικότερα, αυτό που χρειάζεται είναι η αντίληψη των περιβαλλοντικών παραγόντων που είναι σημαντικοί για τη δραστηριότητα. Δήλωσε εξάλλου ότι η αντίληψη εστιάζεται στην έρευνα της πληροφορίας στο περιβάλλον που θα υποστηρίξει τις απαραίτητες για την επίτευξη του στόχου δράσεις. Από οικολογική άποψη, είναι σημαντικό να καθοριστεί ο τρόπος με τον οποίο ένας οργανισμός ερευνά την πληροφορία μέσα στο περιβάλλον που σχετίζεται με τη δραστηριότητα, τη μορφή που παίρνει αυτή η πληροφορία και τη χρησιμοποίησή της για την τροποποίηση και τον έλεγχο της κίνησης. (Green 1972)

Περιοριστικά, η οικολογική άποψη διέυρυνε τη δυνατότητα κατανόησης της λειτουργίας του νευρικού συστήματος από αυτήν ενός αισθητικο-κινητικού συστήματος που αντιδρά στις περιβαλλοντικές ποικιλομορφίες σε αυτή ενός συστήματος αντίληψης-δράσης που εξερευνά ενεργά το περιβάλλον προκειμένου να πετύχει τους στόχους του.

Περιορισμοί

Αν και η οικολογική προσέγγιση έχει διευρύνει σημαντικά τις γνώσεις μας σχετικά με την αλληλεπίδραση του οργανισμού και του περιβάλλοντος, τείνει να δίνει λιγότερη έμφαση στον οργανισμό και στη λειτουργία του νευρικού συστήματος που οδηγεί σε αυτήν την αλληλεπίδραση. Έτσι η έμφαση της έρευνας έχει μεταφερθεί από το νευρικό σύστημα στην αλληλεπίδραση μεταξύ οργανισμού και περιβάλλοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΙΝΗΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ

1.Δομή κλινικής επέμβασης

Ο θεραπευτής μπορεί να διαμορφώσει την κλινική του παρέμβαση ενοποιώντας κλινικές εφαρμογές που σχετίζονται με την αξιολόγηση και τη θεραπεία. Προτείνουμε ότι υπάρχουν τέσσερις έννοιες ή σημεία κλειδιά που συντελούν σε ένα περιεκτικό, εννοιολογικό πλαίσιο κλινικής εφαρμογής. Αυτές περιλαμβάνουν:

1. Τη κλινική διαδικασία λήψης αποφάσεων, μια διαδικασία συγκέντρωσης πληροφοριών που είναι ουσιαστικές για την ανάπτυξη ενός σχεδίου περίληψης σύμφωνα με τα προβλήματα και τις ανάγκες του ασθενούς.

2. Μια προσανατολισμένη στις υποθέσεις κλινική εφαρμογή, η οποία παρέχει τα μέσα προκειμένου να ελέγχονται συστηματικά οι υποθέσεις για τη φύση και την αιτία των προβλημάτων του κινητικού ελέγχου.

3. Ένα μοντέλο σωματικής ανικανότητας, που επιβάλλει μια τάξη στις επιδράσεις της νόσου και καθιστά ικανό τον κλινικό να αναπτύξει μια ιεραρχική λίστα των προβλημάτων προς τα οποία θα κατευθυνθεί η θεραπεία και

4. Μια θεωρία κινητικού ελέγχου από την οποία αντλούνται οι υποθέσεις για τη φύση και την αιτία της φυσιολογικής και της μη φυσιολογικής κίνησης.

Αυτά είναι τα σημεία κλειδιά που μας οδηγούν όσο αφορά την αξιολόγηση αλλά και την θεραπεία και την επανεκπαίδευση ασθενούς με κινητικές διαταραχές.(Adams JA.1971)

2.Σημασία μελέτης του κινητικού ελέγχου

Οι ερευνητές αφιερώνουν πολύ χρόνο στην επανεκπαίδευση διαταραγμένου κινητικού ελέγχου σε ασθενείς με λειτουργικούς περιορισμούς. Οι κλινικοί ερευνητές αναφέρονται ως "φυσιολόγοι του εφαρμοζόμενου κινητικού ελέγχου". (Rummelhart, Mc Celland 1968). Αναφέρεται ότι ο κινητικός έλεγχος είναι το άλφα και το ωμέγα στην λειτουργική αποκατάσταση. Αφού ο κινητικός έλεγχος είναι η μελέτη της φύσης και της αιτίας της κίνησης, ευνόητο είναι ότι ο κινητικός έλεγχος είναι ουσιώδης στην κλινική εφαρμογή. Δεν υπάρχει μια καθολικά αποδεκτή απλή θεωρία για τον κινητικό έλεγχο. Από τις πολλές θεωρίες που θα αναφέρουμε, κάθε μια συνεισφέρει με συγκεκριμένο τρόπο στο πεδίο του κινητικού ελέγχου και κάθε μια έχει εφαρμογές για τον κλινικό ερευνητή που επανεκπαιδεύει τον ανεπαρκή κινητικό έλεγχο. (Adams JA.1971)

Οι εφαρμογές αποκατάστασης αντανακλούν τις θεωρίες ή τις βασικές ιδέες που έχουμε σχετικά με την αιτία και τη φύση της λειτουργίας και της δυσλειτουργίας (Schaltenbrand 1928). Γενικά λοιπόν, οι πράξεις των θεραπειών βασίζονται σε υποθέσεις που πηγάζουν από τις θεωρίες. Οι συγκεκριμένες τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση και στη θεραπεία ασθενούς με διαταραχή του κινητικού ελέγχου καθορίζονται από τις υποκείμενες υποθέσεις σχετικά με τη φύση και την αιτία της κίνησης. Έτσι, ο κινητικός έλεγχος είναι μέρος της θεωρητικής βάσης για την κλινική εφαρμογή.

Οι θεωρίες παρέχουν:

- ☉ ένα πλαίσιο ερμηνείας της κινητικής συμπεριφοράς
- ☉ έναν οδηγό για την κλινική πράξη
- ☉ καινούργιες ιδέες και
- ☉ υποθέσεις εργασίας για την αξιολόγηση και τη θεραπεία (Adams JA.1971).

Παρακάτω θα κάνουμε μια πλήρη ανάλυση των χαρακτηριστικών αυτών.

Το πλαίσιο ερμηνείας της κινητικής συμπεριφοράς

Η θεωρία μπορεί να βοηθήσει τους θεραπευτές να ερμηνεύσουν την κινητική συμπεριφορά ή τις πράξεις των ασθενών που θεραπεύουν. Η θεωρία επιτρέπει στο θεραπευτή να προχωρήσει πέρα από τη συμπεριφορά ενός ασθενούς και να διευρύνει την εφαρμογή της σε ένα πολύ μεγαλύτερο αριθμό περιπτώσεων. (Schaltenbrand 1928)

Οι θεωρίες προσφέρουν κάποια βοήθεια, η οποία εξαρτάται από την ικανότητα τους να προβλέψουν ή να εξηγήσουν τη συμπεριφορά κάθε ασθενή. Όταν μια θεωρία και οι σχετικές με αυτήν υποθέσεις δεν προσφέρουν ακριβή ερμηνεία της συμπεριφοράς ενός ασθενούς, τότε χάνει τη χρησιμότητα της για το θεραπευτή. Υπάρχει λοιπόν το ενδεχόμενο οι θεωρίες να περιορίζουν την ικανότητα του θεραπευτή να παρατηρεί και να ερμηνεύει τα κινητικά προβλήματα των ασθενών.

Για παράδειγμα, η κυρία Johnson είναι μια γυναίκα 67 ετών που της συστήθηκε αποκατάσταση έπειτα από ένα εγκεφαλικό αγγειακό επεισόδιο, το οποίο προκάλεσε διαταραχή του κινητικού ελέγχου στην αριστερή της πλευρά. Η ασθενής από συνήθεια κάθεται με το αριστερό της χέρι σε κάμψη, κοντά στο σώμα της. Όταν της ζητήθηκε να εκτείνει το αριστερό της χέρι, δεν μπορούσε να εκτείνει ενεργητικά τον αγκώνα. Αν προσπαθήσετε να εκτείνετε το χέρι της, θα διαπιστώσετε ότι εμφανίζει αντίσταση. Επιπρόσθετα, όταν περπατά, το γόνατο της είναι άκαμπτο και σε υπερέκταση και χρησιμοποιεί το πρότυπο δάκτυλα-φτέρνα.



*Η κυρία Johnson.
Η φωτογραφία απεικονίζει τη
συνηθισμένη στάση της όταν κάθεται.*

Πριν αποφασίσετε πώς να επανεκπαιδεύσετε τη λειτουργικότητα του χεριού της, καθώς και τη βάρδια, ως θεραπευτής της, θα πρέπει να αποφασίσετε ποια είναι τα υποκείμενα προβλήματα της. *Τι είναι αυτό που την εμποδίζει να εκτείνει ενεργητικά το χέρι της; Γιατί είναι ανίκανη να περπατήσει χρησιμοποιώντας το πρότυπο βάρδιας φτέρνα-δάκτυλα;* Μπορεί να υποθέσετε ότι η ανικανότητα έκτασης του χεριού της είναι αποτέλεσμα σπαστικότητα των καμπτήρων του αγκώνα.

Επιπρόσθετα, η ανικανότητα της να βαδίσει φέρνοντας πρώτα σε επαφή με το έδαφος τη φτέρνα της και μετά τα δάκτυλα της, είναι αποτέλεσμα σπαστικότητα του γαστροκνημίου μυός. Η υπόθεση αυτή θα μπορούσε να βασίζεται σε μια θεωρία για τον κινητικό έλεγχο που υποστηρίζει, ότι τα αντανακλαστικά είναι ένα σημαντικό τμήμα του κινητικού ελέγχου και ότι τα μη φυσιολογικά αντανακλαστικά είναι ένας κύριος λόγος που δεν μπορούν οι ασθενείς να κινηθούν φυσιολογικά. Βασισμένοι στη θεωρία αυτή, θα μπορούσατε να αποδώσετε τη μείωση της λειτουργίας του χεριού, συγκεκριμένα δε την ανικανότητα ενεργητικής έκτασης του αγκώνα, ως αποτέλεσμα κυρίως της σπαστικότητας, η οποία καθορίζεται ως απελευθέρωση του διατακτικού αντανακλαστικού των καμπτήρων του αγκώνα. *Έχει βοηθήσει το θεωρητικό σας πλαίσιο να ερμηνεύσετε σωστά τη συμπεριφορά της ασθενούς;* Μόνο αν τα προβλήματα της ασθενούς είναι αποκλειστικά αποτέλεσμα της σπαστικότητας. Η θεωρία δεν σας έχει βοηθήσει ως κλινικό ερευνητή, αν αυτή περιόρισε την ικανότητα σας να ερευνήσετε και άλλες πιθανές εξηγήσεις για τη συμπεριφορά της ασθενούς σας. *Ποιοι είναι οι άλλοι παράγοντες που δυνητικά ευθύνονται για τη βλάβη της λειτουργίας του χεριού της ασθενούς σας από την προσβολή;* Παρακάτω σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούν άλλες θεωρίες του κινητικού ελέγχου που θα δώσουν εναλλακτικές επεξηγήσεις για τη μείωση της λειτουργίας. (Adams JA.1971)

οδηγός για κλινική παρέμβαση

Οι θεωρίες παρέχουν στους θεραπευτές ένα δυνατό οδηγό παρέμβασης. Οι κλινικές εφαρμογές που σχεδιάστηκαν για να θεραπεύσουν ασθενείς με διαταραγμένο κινητικό έλεγχο βασίζονται στην κατανόηση της φύσης και της αιτίας της φυσιολογικής κίνησης, καθώς επίσης και στην κατανόηση της βάσης των μη φυσιολογικών κινήσεων. Οι θεραπευτικές στρατηγικές που στοχεύουν στην επανεκπαίδευση του κινητικού ελέγχου αντικατοπτρίζουν τη βασική αυτή κατανόηση. Στο παραπάνω παράδειγμα υποτίθεται ότι η σπαστικότητα είναι ο καθοριστικός παράγοντας της μη φυσιολογικής λειτουργίας. Ως αποτέλεσμα, αναπτύχθηκαν αναρίθμητες προσεγγίσεις για την αξιολόγηση και τη θεραπεία της σπαστικότητας στο πρόγραμμα της επανεκπαίδευσης της λειτουργίας. Ωστόσο, επειδή υπάρχουν πολλές διαφορετικές θεωρίες σχετικά με τη φύση και την αιτία της κίνησης, υπάρχουν και πολλές άλλες δυναμικές θεραπευτικές προσεγγίσεις για την επανεκπαίδευση του διαταραγμένου κινητικού ελέγχου. (Adams JA.1971)

Νέες ιδέες: οι θεωρίες είναι δυναμικές και εξελίξιμες

Οι θεωρίες είναι δυναμικές και αλλάζουν ώστε να αντανakλούν περισσότερες γνώσεις που σχετίζονται με τη θεωρία. *Πώς επιδρά αυτό στις κλινικές εφαρμογές που σχετίζονται με την επανεκπαίδευση του διαταραγμένου κινητικού ελέγχου;* Οι θεωρίες του κινητικού ελέγχου που αλλάζουν και επεκτείνονται δεν πρέπει να αποτελούν πηγή απογοήτευσης για τους κλινικούς ερευνητές. Η επέκταση των θεωριών μπορεί να ευρύνει και να πλουτίσει τις δυνατότητες κλινικής εφαρμογής, θα αναπτυχθούν νέες ιδέες για την αξιολόγηση και τη θεραπεία του διαταραγμένου κινητικού ελέγχου, οι οποίες θα αντανakλούν νέες ιδέες για τη φύση και την αιτία της κίνησης. (Adams JA.1971)

Υποθέσεις εργασίας για αξιολόγηση και θεραπεία

Μια θεωρία δεν είναι άμεσα εξελίξιμη, αφού είναι αφηρημένη. Οι θεωρίες πιθανόν να γενικεύουν υποθέσεις που είναι δυνατόν να ελεγχθούν. Οι πληροφορίες που αντλούνται από τις υπό εξέταση υποθέσεις, χρησιμοποιούνται για να επιβεβαιώσουν ή να καταρρίψουν μια θεωρία. Η ίδια προσέγγιση είναι χρήσιμη στην κλινική εφαρμογή. Αυτό που καλείται κλινική εφαρμογή αγόμενη από υποθέσεις μετατρέπει το θεραπευτή σε ενεργό λύτη προβλημάτων. (Schmidt1975) Χρησιμοποιώντας την προσέγγιση αυτή για την επανεκπαίδευση διαταραγμένου κινητικού ελέγχου, οι θεραπευτές καλούνται να γενικεύσουν πολλαπλές υποθέσεις (επεξηγήσεις) σχετικές με το ερώτημα γιατί οι ασθενείς κινούνται (ή δεν κινούνται) κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να αποκτήσουν λειτουργική ανεξαρτησία. Κατά τη διάρκεια της σειράς των θεραπειών, ο θεραπευτής θα ελέγξει διάφορες υποθέσεις, θα απορρίψει μερικές και θα γενικεύσει νέες επεξηγήσεις, περισσότερο συνεπείς με τα αποτελέσματά τους.(Adams JA.1971)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΘΕΩΡΙΕΣ ΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ Η ΚΛΙΝΙΚΗ ΤΟΥΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Οι θεωρίες του κινητικού ελέγχου έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη κλινικών εφαρμογών, οι οποίες στη συνέχεια εφαρμόζουν υποθέσεις από αυτές τις θεωρίες για να βελτιώσουν τον έλεγχο της κίνησης. Έτσι, η προσέγγιση που διαλέγει ο κλινικός όταν αξιολογεί και θεραπεύει έναν ασθενή με κινητικές διαταραχές βασίζεται τόσο σε σαφείς όσο και σε ασαφείς υποθέσεις που σχετίζονται με κάποια υποκείμενη θεωρία του κινητικού ελέγχου. (Schmidt 1975, Schmidt 1992)

1.Αντανακλαστική θεωρία-κλινικές εφαρμογές

Πώς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η θεωρία των αντανακλαστικών για τον κινητικό έλεγχο, ώστε να ερμηνεύσει τη συμπεριφορά του ασθενούς και να εξυπηρετήσει την παρέμβαση του θεραπευτή ως οδηγού στη διαδικασία του κινητικού ελέγχου;

Αν η αλυσίδωση ή η σύνδεση των αντανακλαστικών είναι η βάση για τη λειτουργική κίνηση, οι κλινικές διαδικασίες που σχεδιάστηκαν για να ελέγχουν τα αντανακλαστικά θα πρέπει να επιτρέπουν στους θεραπευτές να προβλέψουν τη λειτουργία. Επιπλέον, η κινητική συμπεριφορά ενός ασθενούς θα πρέπει να ερμηνεύεται υπό όρους παρουσίας ή απουσίας αντανακλαστικών που την ελέγχουν. Τελικά, η επανεκπαίδευση του κινητικού ελέγχου για λειτουργικές δεξιότητες θα εστιάζεται στην αύξηση ή ελάττωση της επίδρασης των διάφορων αντανακλαστικών κατά τη διάρκεια κινητικών δραστηριοτήτων. Η εφαρμογή της θεωρίας των αντανακλαστικών για την ερμηνεία διαταραγμένου κινητικού ελέγχου έχει δειχτεί στο προηγούμενο παράδειγμα της κυρίας Johnson. Οι κλινικές στρατηγικές βελτίωσης του κινητικού ελέγχου που χρησιμοποιούν το μοντέλο των αντανακλαστικών θα

εστιαστούν σε μεθόδους μείωσης της σπαστικότητας των καμπτήρων, κάτι που θα επαυξήσει τη δυνατότητα φυσιολογικής κίνησης.

Παρά τους περιορισμούς των συμπερασμάτων του Sherrington, πολλές από τις υποθέσεις που έκανε για το πώς το Κ.Ν.Σ. ελέγχει την κίνηση έχουν ενισχυθεί και έχουν επηρεάσει τις τρέχουσες κλινικές εφαρμογές.

2.Ιεραρχική θεωρία-κλινική εφαρμογή

Η μη φυσιολογική οργάνωση των αντανεκλαστικών χρησιμοποιήθηκε από πολλούς κλινικούς ερευνητές για να εξηγήσουν τις διαταραχές του κινητικού ελέγχου σε νευρολογικούς ασθενείς. (Adams JA.1971)

Οι προσεγγίσεις νευροδιευκόλυνσης περιλαμβάνουν την προσέγγιση Bobath, που αναπτύχθηκε από τον Karl και τη Berta Bobath (Schmidt, Shepard 1991), την προσέγγιση Rood, που αναπτύχθηκε από τη Margaret Rood (Shumway-Cook,Horak 1992), την προσέγγιση Brunnstrom, που αναπτύχθηκε από τον Signe Brunnstrom (Stockmyer), την ιδιοδεκτική νευρομυϊκή διευκόλυνση (PNF: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation), που αναπτύχθηκε από τους Kabat και Knott και επεκτάθηκε από τον Voss (Thelen, Kelso J, Fogel 1987)και τη θεραπεία της αισθητηριακής ολοκλήρωσης (SI: Sensory Integrating που αναπτύχθηκε από την Jean Ayres) (Weisz1938). Οι προσεγγίσεις αυτές βασίστηκαν ως επί το πλείστον σε υποθέσεις που αντλήθηκαν τόσο από τη θεωρία των αντανεκλαστικών του κινητικού ελέγχου όσο και από την ιεραρχική θεωρία του κινητικού ελέγχου (Schmidt, Schmidt 1958 , Schmidt1992). Πριν από την ανάπτυξη των προσεγγίσεων της νευροδιευκόλυνσης, η θεραπεία των ασθενών με νευρολογική δυσλειτουργία κατευθυνόταν κυρίως στην αλλαγή της λειτουργίας σε επίπεδο μυών. Αυτό αναφέρθηκε ως προσέγγιση μυϊκής επανεκπαίδευσης για θεραπεία (Schmidt,1988).

Ενώ η προσέγγιση μυϊκής επανεκπαίδευσης ήταν αποτελεσματική κατά τη θεραπεία κινητικών διαταραχών που προβλήθηκαν από πολιομυελίτιδα, είχε μικρότερη επίδραση στην αλλαγή κινητικών προτύπων ασθενών με

βλάβη στους άνω κινητικούς νευρώνες. Έτσι, οι τεχνικές νευροδιευκόλυνσης αναπτύχθηκαν ως απάντηση στη δυσαρέσκεια των κλινικών για τα προηγούμενα μοντέλα θεραπείας και ως επιθυμία να βρεθούν προσεγγίσεις περισσότερο αποτελεσματικές στην επίλυση των κινητικών προβλημάτων των ασθενών με νευρολογική δυσλειτουργία. (Adams JA.1971)

Οι κλινικοί που δούλευαν με ασθενείς που είχαν βλάβη στον άνω κινητικό νευρώνα άρχισαν να κατευθύνουν τις προσπάθειες τους στην τροποποίηση του ίδιου του Κ.Ν.Σ. (Schmidt,1988). Οι προσεγγίσεις της νευροδιευκόλυνσης επικεντρώθηκαν στην επανεκπαίδευση του κινητικού ελέγχου μέσω τεχνικών που σχεδιάστηκαν για να διευκολύνουν και/ή να αναχαιτίσουν διαφορετικά πρότυπα. Η διευκόλυνση αναφέρεται στις τεχνικές της θεραπείας που αυξάνουν την ικανότητα του ασθενούς να κινείται με τρόπους που κρίνονται ως κατάλληλοι από τον κλινικό. Οι τεχνικές αναχαίτισης ελαττώνουν τη χρήση από τον ασθενή κινητικών προτύπων που θεωρούνται μη φυσιολογικά. (Adams JA.1971)

Μια άλλη εφαρμογή της αντανακλαστικής / ιεραρχικής θεωρίας εντοπίζεται σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση που σύμφωνα με τη Berta Bobath μια αγγλίδα φυσικοθεραπεύτρια, «η απελευθέρωση κινητικών ανταποκρίσεων που ολοκληρώνονται στα κατώτερα επίπεδα από περιοριστικές επιρροές των ανώτερων κέντρων, ιδιαίτερα αυτό του φλοιού, οδηγεί σε μη φυσιολογική στατική αντανακλαστική δραστηριότητα».

Μια ιεραρχική θεωρία υποστηρίζει ότι ένας στόχος της θεραπείας είναι να αποκτηθεί εκ νέου ο ανεξάρτητος έλεγχος της κίνησης από ανώτερα κέντρα του Κ.Ν.Σ. Έτσι η θεραπεία κατευθύνεται στο να βοηθήσει τον ασθενή να αποκτήσει ξανά φυσιολογικά κινητικά πρότυπα ως ένας τρόπος διευκόλυνσης της λειτουργικής ανάκτησης.

3.Θεωρία κινητικού προσανατολισμού

Οι θεωρίες κινητικού προγραμματισμού επέτρεψαν στους ερευνητές να κινηθούν πέρα από την αντανακλαστική επεξήγηση για το διαταραγμένο κινητικό έλεγχο. Οι εξηγήσεις για τη μη φυσιολογική κίνηση επεκτάθηκαν

προκειμένου να συμπεριληφθούν προβλήματα που απορρέουν από δυσλειτουργίες στα γενετήσια κεντρικά πρότυπα ή σε ανώτερα επίπεδα κινητικού προγραμματισμού.

Η κυρία Johnson, η ασθενής μας με το εγκεφαλικό, μπορεί όντως να έχει σπαστικότητα στους καμπτήρες των βραχιόνων της, που μπορεί να επηρεάζουν την ικανότητα της να κινείται. Παρόλα αυτά, θα ήταν σημαντικό να καθοριστεί ποια επίπεδα κινητικού προγραμματισμού έχουν προσβληθεί. Αν τα ανώτερα της επίπεδα κινητικού προγραμματισμού δεν επηρεάστηκαν, θα είναι ικανή να συνεχίσει να χρησιμοποιεί προγράμματα όπως το γράψιμο, αλλά θα βρει εναλλακτικούς τρόπους, όπως για παράδειγμα το μη προσβλημένο της χέρι, προκειμένου να εκτελεί τα καθήκοντα της. Φυσικά, αυτά τα λιγότερο χρησιμοποιημένα κατώτερου επιπέδου συστήματα συνέργειας και τα μυϊκά συστήματα θα πρέπει να εκπαιδευτούν προκειμένου να φέρουν σε πέρας τα προγράμματα αυτά των ανώτερων επιπέδων.

Σε ασθενείς των οποίων έχουν προσβληθεί τα ανώτερα επίπεδα κινητικού προγραμματισμού, η θεωρία του κινητικού προγραμματισμού επισημαίνει πόσο σημαντικό είναι να βοηθούνται οι ασθενείς αυτοί να ξαναμάθουν τους σωστούς κανόνες για δραστηριότητα. Επιπλέον, η θεραπεία θα πρέπει να εστιαστεί στην επανεκπαίδευση κινήσεων σημαντικών για μια λειτουργική δραστηριότητα και όχι μόνο στην επανεκπαίδευση συγκεκριμένων και μεμονωμένων μυών.

4.Η θεωρία των συστημάτων

Η θεωρία των συστημάτων έχει ένα μεγάλο αριθμό εφαρμογών για τους θεραπευτές. Κατά πρώτο λόγο, τονίζει τη σημασία της κατανόησης του σώματος ως μηχανικού συστήματος. Η κίνηση δεν καθορίζεται μόνο από την έξοδο του νευρικού συστήματος, αλλά η ίδια είναι η έξοδος του νευρικού συστήματος, όπως φιλτράρεται μέσω ενός μηχανικού συστήματος, του σώματος. Όταν ασχολείται με έναν ασθενή που έχει βλάβη του κεντρικού νευρικού συστήματος, ο θεραπευτής θα πρέπει να αξιολογήσει προσεκτικά τη συμβολή που έχουν βλάβες του μυοσκελετικού και του νευρικού

συστήματος στη συνολική απώλεια του κινητικού ελέγχου.

Στο παράδειγμα μας με την κυρία Johnson, η μακροπρόθεσμη έλλειψη κινητικότητας στο βραχίονα και στο πόδι της θα επηρεάσει πιθανώς το μυοσκελετικό σύστημα. Μπορεί να εμφανίσει βράχυνση των καμπτήρων του αγκώνα και μείωση/απώλεια του εύρους κίνησης της άρθρωσης της ποδοκνημικής. Αυτοί οι μυοσκελετικοί περιορισμοί θα έχουν σημαντική επίδραση στην ικανότητα της να επανακτήσει τον κινητικό έλεγχο.

Η θεωρία των συστημάτων υποστηρίζει ότι αξιολόγηση και θεραπεία πρέπει να επικεντρωθούν όχι μόνο στις βλάβες των μεμονωμένων συστημάτων που συμβάλλουν στον κινητικό έλεγχο, αλλά και στην επίδραση των αλληλεπιδρωσών βλαβών μεταξύ πολλαπλών συστημάτων. Ένα καλό παράδειγμα της άποψης αυτής στην περίπτωση της κυρίας Johnson είναι οι αλληλεπιδρώσες βλάβες στο μυοσκελετικό και νευρομυϊκό σύστημα που περιόρισαν την ικανότητα της να κινεί το χέρι της. (Adams JA.1971)

5. Θεωρία της δυναμικής δράσης

Μία από τις κυριότερες εφαρμογές της θεωρίας της δυναμικής δράσης είναι η άποψη ότι η κίνηση είναι μια αναπτυσσόμενη ιδιότητα. Αυτό σημαίνει ότι αναδύεται από την αλληλεπίδραση πολλαπλών στοιχείων, η οποία αυτοοργανώνεται βάσει συγκεκριμένων δυναμικών ιδιοτήτων των στοιχείων αυτών καθ'αυτών. Αυτό σημαίνει, με τη σειρά του, ότι οι μεταβολές ή οι αλλαγές στη συμπεριφορά της κίνησης μπορούν συχνά να εξηγηθούν με όρους σωματικών αρχών μάλλον παρά κατά ανάγκη με όρους νευρικών δομών.

Ποιες λοιπόν είναι οι εφαρμογές για τη θεραπεία ασθενών με διαταραγμένο κινητικό έλεγχο; Αν ως ερευνητές καταλαβαίναμε περισσότερα σχετικά με τις σωματικές ή δυναμικές ιδιότητες του ανθρώπινου σώματος, θα μπορούσαμε να κάνουμε χρήση αυτών των ιδιοτήτων βοηθώντας ασθενείς να επανακτήσουν κινητικό έλεγχο. Για παράδειγμα, η ταχύτητα μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας στη δυναμική της κίνησης. Συχνά ζητούμε από

τους ασθενείς να κινηθούν αργά, σε μια προσπάθεια να κινηθούν με ασφάλεια. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση της επανεκπαίδευσης των ατόμων αποτυγχάνει να λάβει υπόψη την αλληλεπίδραση μεταξύ ταχύτητας και φυσικών ιδιοτήτων του σώματος, η οποία παράγει κεκτημένη ταχύτητα και, συνεπώς, μπορεί να βοηθήσει έναν αδύναμο ασθενή να κινηθεί με μεγαλύτερη ευκολία.

Στο παράδειγμα μας της κυρίας Johnson, το να κινείται αργά μπορεί να μην είναι η καλύτερη στρατηγική για να έρθει από καθιστή θέση σε όρθια στάση, αν η κύρια βλάβη είναι η αδυναμία. Αντίθετα, εάν διδαχθεί να αυξάνει την ταχύτητα του κορμού, η κίνηση μπορεί να της επιτρέψει να έχει ικανοποιητική κεκτημένη ταχύτητα για να επιτύχει την ορθοστάτηση.

6. Θεωρία της παράλληλα διανεμημένης επεξεργασίας

Η θεωρία της ΠΔΕ είναι σχετικά καινούργια και γι' αυτό οι κλινικές εφαρμογές της είναι σχετικά άγνωστες. Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους τα μοντέλα της θεωρίας της ΠΔΕ θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στην κλινική πράξη.

Ένα μοντέλο της θεωρίας της ΠΔΕ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να προβλεφθεί πώς ένας τραυματισμός στο νευρικό σύστημα επηρεάζει τη λειτουργία. Η θεωρία προβλέπει ότι λόγω της διαθεσιμότητας των πολλαπλών παράλληλων οδών, η έλλειψη ορισμένων μόνο στοιχείων δεν θα επηρεάσει αναγκαία τη λειτουργία. Παρόλα αυτά, η θεωρία θα μπορούσε να προβλέψει ότι από τη στιγμή που θα έχει επιτευχθεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο ή ουδός, η έλλειψη πρόσθετων στοιχείων θα επηρεάσει την ικανότητα του συστήματος για λειτουργία. Το σκεπτικό αυτό της δυσλειτουργίας της ουδού μπορεί να το συναντήσει κανείς σε πολλές περιπτώσεις της παθολογίας. Για παράδειγμα, στη νόσο του Πάρκινσον υπάρχει μια βαθμιαία απώλεια κυττάρων στα βασικά γάγγλια. Τα κλινικά συμπτώματα μπορεί να μην είναι ξεχωριστά στην αρχή έως ότου ο αριθμός των νευρώνων που χάνονται, φτάσει σε μία κρίσιμη ουδό.

Άφθονες οδοί δίνουν τη δυνατότητα πολλαπλών δρόμων για ανάρρωση· έτσι, η θεωρία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να προτείνει προσεγγίσεις επανεκπαίδευσης διαταραγμένου κινητικού ελέγχου. Υποστηρίζει δε ότι η ανάρρωση θα μπορούσε να είναι η καλύτερη, όταν η επανεκπαίδευση εφαρμόζεται σε πολλαπλές οδούς. Για παράδειγμα, το πρόγραμμα επανεκπαίδευσης της κυρίας Johnson θα μπορούσε να συμπεριλάβει και εκούσια ενεργοποίηση του γαστρο-κνημίου μυός για να βοηθήσει τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος, αλλά και εξάσκηση, χρησιμοποιώντας αυτόν το μυ σε στατικές δραστηριότητες και δραστηριότητες μετακίνησης. (Adams JA.1971)

7.Θεωρίες προσανατολισμένες στη δραστηριότητα

Η πιο σημαντική εφαρμογή της προσανατολισμένης στη δραστηριότητα θεωρίας του κινητικού ελέγχου είναι η ιδέα ότι η κινητική επανεκπαίδευση είναι ανάγκη να επικεντρωθεί σε βασικά λειτουργικά καθήκοντα. Υποστηρίζει τη σπουδαιότητα της κατανόησης του ρόλου των συστημάτων αντίληψης, γνωστικότητας και δράσης προκειμένου να εκπληρωθούν αυτά τα καθήκοντα. Μία από τις προκλήσεις για τους ερευνητές είναι η ανάλυση των κύριων στοιχείων των καθημερινών δραστηριοτήτων που καλούμαστε να επανεκπαιδεύσουμε. Αυτό απαιτεί κάτι παραπάνω από την κατανόηση των βιομηχανικών χαρακτηριστικών της δραστηριότητας, δηλαδή των κινητικών μεθοδεύσεων που χρησιμοποιούνται για να ολοκληρωθεί μια δραστηριότητα. Απαιτεί ακόμη την κατανόηση της αντιληπτικής βάσης για δράση και τις γνωστικές συνεισφορές στη δράση.

Στο παράδειγμα μας, της κυρίας Johnson ποιες είναι οι βασικές δραστηριότητες που θα πρέπει να επανεκπαιδευτούν κατά τη διάρκεια της ανάρρωσης της; Πώς θα επανεκπαιδευτούν αυτές οι δραστηριότητες; Πόσο καιρό θα ξοδέψει ο θεραπευτής για την επανεκπαίδευση της λειτουργίας, αφού αντιτίθεται στο να δουλεύει πάνω σε μερικά από τα βασικά στοιχεία που συντελούν στη λειτουργία, όπως είναι η ισχύς και το εύρος κίνησης; Πώς

μπορεί να βεβαιωθεί ο θεραπευτής ότι οι δραστηριότητες τις οποίες έμαθε στο κλινικό της πρόγραμμα η κυρία Johnson έχουν όντως αποκτηθεί όταν τελικά γυρίσει στο σπίτι της; (Adams JA.1971)

8. Οικολογική θεωρία κλινική εφαρμογή

Μία μείζων συμβολή αυτής της άποψης είναι η περιγραφή του ατόμου ως ενεργητικού ερευνητή του περιβάλλοντος. Η ενεργητική εξερεύνηση της δραστηριότητας και του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο αυτή εκτελείται επιτρέπει στο άτομο να αναπτύσσει πολλαπλούς τρόπους για την εκπλήρωση της δραστηριότητας. Η προσαρμοστικότητα είναι σημαντική όχι μόνο σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούμε τις αισθήσεις μας κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας.

Ένα σημαντικό μέρος της θεραπείας βοηθά την κυρία Johnson να εξερευνήσει τις δυνατότητες επίτευξης μιας λειτουργικής δραστηριότητας με πολλαπλούς τρόπους. Η ικανότητα να αναπτύσσει πολλαπλές προσαρμόσιμες λύσεις για την εκπλήρωση της δραστηριότητας απαιτεί ο ασθενής να ερευνά μεγάλο αριθμό πιθανών τρόπων για να εκπληρώσει μια δραστηριότητα του και να ανακαλύπτει την καλύτερη λύση για αυτές, δεδομένων των περιορισμών του. Στην περίπτωση της κυρίας Johnson, η ικανότητα αυτή ενεργητικής ανακάλυψης πολλαπλών λύσεων εμποδίζεται από τη μειωμένη ικανότητα της να κινείται, την ανακριβή αντίληψη και τους πιθανούς γνωστικούς περιορισμούς. (Adams JA.1971)

Ποια θεωρία κινητικού ελέγχου είναι η καλύτερη;

Ποια θεωρία λοιπόν του κινητικού ελέγχου ταιριάζει καλύτερα με τις θεωρητικές και πρακτικές ανάγκες του θεραπευτή; Ποια είναι η πιο ολοκληρωμένη θεωρία κινητικού ελέγχου, αυτή που πράγματι προβλέπει τη φύση και την αιτία της κίνησης και είναι σύμφωνη με τις σύγχρονες γνώσεις μας της ανατομίας και φυσιολογίας του εγκεφάλου;

Όπως αναμφίβολα μπορείτε να διαπιστώσετε, δεν υπάρχει θεωρία που να τα περιέχει όλα. Πιστεύουμε ότι η καλύτερη θεωρία για τον κινητικό έλεγχο είναι αυτή που συνδυάζει στοιχεία από όλες τις θεωρίες που παρουσιάστηκαν. Μια περιεκτική ή ολοκληρωμένη θεωρία αναγνωρίζει τα στοιχεία του κινητικού ελέγχου για τα οποία έχουμε πληροφορίες και αφήνει χώρο για όσα δεν γνωρίζουμε. Κάθε σύγχρονη θεωρία για τον κινητικό έλεγχο είναι κατά μία έννοια *ανολοκλήρωτη* από τη στιγμή που θα πρέπει πάντα να υπάρχει χώρος για αναθεώρηση και ενσωμάτωση νέων πληροφοριών. (Adams JA.1971)

Πολλοί άνθρωποι εργάστηκαν για να αναπτύξουν μια ολοκληρωμένη θεωρία για τον κινητικό έλεγχο (Gesell1954, Kandel, Schwartz, Jessel 1991). Για παράδειγμα ο Leonard (1992) προσπάθησε να συσχετίσει κινητικά πρότυπα κατά τη φυσιολογική ανάπτυξη και στη μη φυσιολογική με τις δομικές αλλαγές στο ΚΝΣ. Μια τέτοια προσπάθεια απαιτεί το συνυπολογισμό και μη ανθρώπινων πειραμάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων στα ανθρώπινα πλαίσια.

Έτσι περιέγραψε της εξελικτικές διαφορές μεταξύ ενός παιδικού και ενήλικου εγκεφάλου στη γάτα και τις συνέκρινε μελετώντας κινητικές δραστηριότητες σε ανθρώπους που έπασχαν είτε από εγκεφαλική παράλυση είτε από εγκεφαλικά. Σε μερικές περιπτώσεις, καθώς οι θεωρίες τροποποιούνται, εφαρμόζονται νέες μέθοδοι με καινούργιες επωνυμίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα δύσκολα να μπορεί να διακρίνει κανείς ανάμεσα στις εξελισσόμενες θεωρίες. Για παράδειγμα, οι όροι συστήματα, δυναμική, δυναμική δράση, και δυναμικά συστήματα δράσης χρησιμοποιούνται συχνά εναλλάξ. (Adams JA.1971)

Τα συστήματα δράσης εδώ καθορίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να συμπεριλαμβάνουν τόσο τις νευρομυϊκές απόψεις όσο και τις σωματικές ή δυναμικές ιδιότητες του μυοσκελετικού συστήματος αυτού καθεαυτού. Οι οργανωτικές ιδιότητες του συστήματος πηγάζουν ως λειτουργία της δραστηριότητας και του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο εκτελείται η δραστηριότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

1.Εισαγωγή

Συλλαμβάνετε ποτέ τον εαυτό σας να αναρωτιέται πως οι έμπειροι ασκούμενοι είναι ικανοί να ελέγχουν τις κινήσεις του σώματός τους χωρίς προσπάθεια; Είτε πηδούν κατά μήκος μίας σκηνής, είτε ντριμπλάρουν μια μπάλα καλαθοσφαίρισης σε όλο το γήπεδο, είτε στριφογυρίζουν και περιστρέφονται μέσα στις παράλληλες δοκούς φαίνεται να δίνουν πολύ λίγη προσοχή στη μηχανική της εκτέλεσης. Η φαινομενικά αυτόματη συμπεριφορά τους έχει μεγάλη αντίθεση με εκείνη των αρχάριων που μαθαίνουν την πρώτη χορευτική φιγούρα τους ή τις βασικές δεξιότητες χειρισμού της μπάλας που είναι απαραίτητες για να παίξουν μπάσκετ. Οι κινήσεις των αρχάριων απαιτούν συνήθως σε μεγάλο βαθμό ένα ποσό φυσικής και νοητικής προσπάθειας καθώς προσπαθούν να ανακαλύψουν πώς πρέπει να εκτελεστεί η δεξιότητα για να επιτύχουν ένα συγκεκριμένο κινητικό στόχο.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι αρκετές χιλιάδες ώρες διδασκαλίας και η ειδική με τη δεξιότητα εξάσκηση είναι στοιχεία που διαχωρίζουν τους αρχάριους από τους έμπειρους καθώς «λύνουν» τα κινητικά προβλήματα που παρουσιάζονται. Παρατηρώντας τη διαδικασία της μάθησης, ωστόσο, κάποιος βρίσκει συχνά μπροστά σε μία ποικιλία λύσεων που έχει αποδειχθεί ότι πετυχαίνουν ένα συγκεκριμένο κινητικό στόχο. Παρά το γεγονός ότι μία ομάδα ασκούμενων παρατηρούν συχνά το ίδιο μοντέλο να εκτελεί τη δεξιότητα, δέχονται τον ίδιο τύπο διδασκαλίας και τους παρέχονται ίδιες ευκαιρίες εξάσκησης, πολύ λίγα από αυτά τα άτομα φαίνεται ότι μαθαίνουν και εκτελούν τη δεξιότητα με τον ίδιο τρόπο. Αυτό, ωστόσο, δεν αποτελεί έκπληξη αν κάποιος αναλογιστεί πόσο διαφορετικοί είναι οι άνθρωποι μεταξύ τους. Όχι μόνο διαφέρουν σε φυσικές παραμέτρους όπως το ύψος, το βάρος, το μήκος των άκρων, τη μυϊκή δύναμη και την ευκαμψία αλλά επίσης διαφέρουν στις γνωστικές και αντιληπτικές ικανότητες. Η συνδυασμένη επίδραση των παραπάνω διαφορών μαζί με τις

εναλλασσόμενες ανάγκες του περιβάλλοντος στο οποίο μαθαίνεται αρχικά μια δεξιότητα, επιβεβαιώνει ότι η διαδικασία της μάθησης παραμένει μια πρόκληση και για τον ασκούμενο και για τον δάσκαλο.(Ayres J.1972)

2. Ορισμός κινητικής μάθησης

Ως μάθηση έχει περιγραφεί η διαδικασία απόκτησης γνώσεων για τον κόσμο· ως κινητική μάθηση έχει περιγραφεί μια δέσμη διαδικασιών που σχετίζεται με την πρακτική εξάσκηση ή εμπειρία, η οποία οδηγεί σε σχετικά μόνιμες αλλαγές στην ικανότητα παραγωγής επιδέξιων δραστηριοτήτων. Ο ορισμός αυτός της κινητικής μάθησης αντανακλά τέσσερις έννοιες:

- ☉ Μάθηση είναι η διαδικασία απόκτησης της ικανότητας για επιδέξια δραστηριότητα
- ☉ Η μάθηση είναι αποτέλεσμα της εμπειρίας ή της εξάσκησης
- ☉ Η μάθηση δεν μπορεί να μετρηθεί άμεσα , αντίθετα μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι βασίζεται στη συμπεριφορά
- ☉ Η μάθηση δημιουργεί σχετικά μόνιμες αλλαγές στη συμπεριφορά, ώστε οι βραχυπρόθεσμες αλλαγές να μην κρίνονται ως μάθηση. (Kurfemann 1991)

Η μάθηση είναι αποτέλεσμα της εμπειρίας ή της εξάσκησης

Οι δυο πιο σημαντικοί παράγοντες που προάγουν τη μάθηση είναι η εξάσκηση και η εμπειρία. Στις αλλαγές της δεξιοτεχνικής εκτέλεσης συμβάλλουν επίσης αναπτυξιακοί, παρακινητικοί και προπονητικοί παράγοντες αλλά κανένας από αυτούς δεν παρέχει απόδειξη της μάθησης. Επίσης, η παρακίνηση και οι αλλαγές που σχετίζονται με την προπόνηση είναι συχνά παροδικά στοιχεία της απόδοσης. Για παράδειγμα, εάν ένα άτομο συμπληρώσει ένα δίμηνο πρόγραμμα υγείας που σχεδιάστηκε για να βελτιώσει την καρδιαγγειακή του αντοχή, τη μυϊκή δύναμη και τη γενική

ευκαμψία, περιμένουμε να δούμε ορατές αλλαγές στην απόδοση. Ωστόσο, αν αυτό το άτομο δεν συνεχίσει να διατηρεί ή να αυξάνει το επίπεδο προπόνησής του τότε η απόδοση αναμένεται να μειωθεί. Αυτή η χειροτέρευση δε συμβαίνει όταν μια δεξιότητα έχει μαθευτεί.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι δεν είναι μόνο το ποσό της εξάσκησης που καθορίζει πόσο καλά έχει μαθευτεί μια δεξιότητα αλλά επίσης και το πώς αυτή η εξάσκηση αλλάζει από το διδάσκοντα ή το φυσικοθεραπευτή. Γενικά, η εξάσκηση επηρεάζει τέτοιου είδους πράγματα όπως τον τύπο και την ποιότητα των αποφάσεων του ασκούμενου, τη δυναμική της αναπτυσσόμενης μορφής συντονισμού και το πόσο πολύ είναι ικανός ο ασκούμενος να εκμεταλλευτεί το περιβάλλον εκτέλεσης. (Ayres J.1972)

Η μάθηση πρέπει να συμπεραίνεται

Παρ' όλο που συμβαίνουν πολλές αλλαγές στην υποδομή του νευρικού συστήματος, σαν άμεσο αποτέλεσμα της μάθησης, δεν μπορούμε να δούμε πραγματικά τη διαδικασία της μάθησης να επέρχεται. Αντ' αυτού, το γεγονός ότι η μάθηση έχει επέλθει πρέπει να συμπεραίνεται από επαναλαμβανόμενες παρατηρήσεις της απόδοσης ενός ατόμου. Αυτή είναι η στρατηγική που χρησιμοποιούν πολύ συχνά ο δάσκαλος των κινητικών δεξιοτήτων και ο φυσικοθεραπευτής για να αποφασίσουν αν ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα διδασκαλίας ή αποκατάστασης έχει επιτύχει. (Ayres J.1972) Αυτές οι παρατηρούμενες αλλαγές στη απόδοση που μπορούν να αποδειχθούν με το χρόνο και να χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν πόσο πολύ έχει προοδεύσει ένας ασκούμενος στην πορεία της μάθησης επιτυγχάνονται μέσω μιας σειράς διαδικασιών που μπορούν να είναι:

α) αυξημένη χρήση των αυτόματων μεθοδεύσεων για την ανάλυση των αισθητήριων ερεθισμάτων (αναγνώριση ερεθίσματος), αναγνωρίζοντας προς τα πού κατευθύνεται μια μπάλα του τένις

β) βελτιώσεις στους τρόπους που επιλέγεται η ενέργεια (επιλογή απάντησης), π.χ. πριν από ένα σουτ στο χόκεϊ στον πάγο

γ) χτίζοντας πιο αποτελεσματικά κινητικά προγράμματα ρίψης και μεθοδεύσεων του αποτελέσματος στη σπονδυλική στήλη

δ) καθιερώνοντας πιο ακριβείς αναφορές διόρθωσης για να βοηθηθεί η ισορροπία. (Lee1978)

Η μάθηση δημιουργεί σχετικά μόνιμες αλλαγές

Για να θεωρηθεί μια αλλαγή στη δεξιολογική απόδοση σαν μάθηση, η αλλαγή πρέπει να είναι σχετικά μόνιμη. (Lee1978) Πολλοί νευρολογικοί μηχανισμοί μεταβάλλονται σε κάποιο βαθμό κάθε φορά που μαθαίνουμε καινούριες δεξιότητες. Η έρευνα έχει επιδείξει έναν αριθμό μορφολογικών αλλαγών στο κεντρικό νευρικό σύστημα που σχετίζονται με τη μάθηση. Επιπρόσθετα σ' αυτές τις μορφολογικές αλλαγές μπορεί επίσης να παρατηρηθεί ένας αριθμός λειτουργικών αλλαγών μέσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Αυτές ενδέχεται να οδηγούν σε αλλαγές της φύσης ή της σημαντικότητας των ρόλων που έχουν συγκεκριμένα νευρολογικά υποσυστήματα καθώς μεταβάλλονται οι στρατηγικές ελέγχου που χρησιμοποιούνται για να συντονίσουν την κίνηση (Brooks 1986). Η έρευνα υποστηρίζει επίσης ότι και συγκεκριμένα αντανεκλαστικά μονοπάτια μεταβάλλονται σαν λειτουργία της μάθησης. (Ayres J.1972)

Εκτός από αυτές τις μόνιμες αλλαγές, μπορούν και να παρατηρηθούν και κάποιες παροδικές οι οποίες οφείλονται στην επίδραση πολλών παραγόντων που επηρεάζουν το στιγμιαίο επίπεδο της δεξιολογικής απόδοσης. Για παράδειγμα οι δεξιότητες μπορεί να επηρεαστούν από λήψη φαρμάκων, από έλλειψη ύπνου ή διάθεσης, άγχος και από πλήθος άλλων παραγόντων. Οι περισσότερες από αυτές τις μεταβλητές αλλάζουν τις δεξιότητες μόνο στιγμιαία και σύντομα εξαφανίζονται τα αποτελέσματά τους. Για παράδειγμα, το οινόπνευμα ελαττώνει την ομιλία και την κινητική απόδοση όταν το επίπεδό του στο αίμα είναι υψηλό, αλλά η απόδοση επανέρχεται στα αρχικά επίπεδα όταν το οινόπνευμα ελαττωθεί ξανά. Έτσι το

κέρδος της απόδοσης από τη φάση της ύπαρξης οιοπνεύματος, δεν οφείλεται στη μάθηση, επειδή η αλλαγή είναι τόσο παροδική και αναστρέψιμη.

Για τη μελέτη της μάθησης, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε αυτές τις πρακτικές μεταβλητές που επηρεάζουν την απόδοση με σχετικά μόνιμο τρόπο. Αυτή η αλλαγή της δυνατότητας αποτελεί ένα μόνιμο μέρος της παρουσίας του ατόμου και είναι διαθέσιμη σε κάποια μελλοντική στιγμή όταν θα ζητηθεί αυτή η δεξιότητα.

Ίσως μια αναλογία εδώ να φανεί χρήσιμη, όταν το νερό ζεσταίνεται σε μια κατσαρόλα υπάρχουν αλλαγές στη συμπεριφορά του (απόδοση) φυσικά, αυτές οι αλλαγές δεν είναι μόνιμες επειδή το νερό επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση μόλις διασκορπιστούν τα αποτελέσματα της μεταβλητής (ζέσταμα). Έτσι λοιπόν, αυτές οι αλλαγές δεν θα είναι παράλληλες με τις αλλαγές μάθησης. Ωστόσο, όταν βράζει ένα αυγό, η κατάσταση του αλλάζει. Αυτή η αλλαγή είναι σχετικά μόνιμη επειδή, όταν κρυώσει το αυγό δεν ξαναγυρνά στην αρχική του κατάσταση. Οι αλλαγές του αυγού είναι παράλληλες με τις σχετικά μόνιμες αλλαγές εξ' αιτίας της μάθησης. Όταν οι άνθρωποι μαθαίνουν, συμβαίνουν σχετικά μόνιμες αλλαγές που με τον καιρό μεταφέρονται και σε άλλες καταστάσεις. Μετά τη μάθηση δεν είστε το ίδιο άτομο που ήσασταν πριν, όπως και η κατάσταση του αυγού δεν είναι η ίδια με προηγουμένως.

Η συνειδητοποίηση ότι οι μεταβολές της απόδοσης σαν απόρροια της μάθησης είναι σχετικά μόνιμες, έχει οδηγήσει σε ειδικές μεθόδους για μέτρηση της μάθησης και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των διαφόρων μεταβολών στην προπόνηση. Ουσιαστικά, αυτές οι μέθοδοι ξεχωρίζουν τις σχετικά μόνιμες αλλαγές (εξ' αιτίας της μάθησης) από τις παροδικές αλλαγές (εξ' αιτίας των παροδικών παραγόντων). (Lee1978)

3. Η κινητική μάθηση σε σχέση με την ανάκτηση της λειτουργίας

Το πεδίο της κινητικής μάθησης παραδοσιακά αναφέρεται κατά κανόνα στη μελέτη της απόκτησης ή τροποποίησης της κίνησης σε κανονικά άτομα. Σε αντίθεση, η **ανάκτηση της λειτουργίας** αναφέρεται στην επανάκτηση των κινητικών δεξιοτήτων που χάθηκαν λόγω τραυματισμού.

Από τη στιγμή που στο όρο κινητική μάθηση δεν υπάρχει τίποτα αυτούσιο που να τον διακρίνει από τις διαδικασίες που σχετίζονται με την ανάκτηση της κινητικής λειτουργίας, τα δύο αυτά συχνά τα μελετάμε σαν ξεχωριστές οντότητες. Ο διαχωρισμός αυτός μεταξύ της ανάκτησης της λειτουργίας και της κινητικής μάθησης μπορεί να είναι παραπλανητικός. Οι περιπτώσεις που αντιμετωπίζουν οι κλινικοί, σχετικά με τη βοήθεια που παρέχουν σε ασθενείς προκειμένου να επανακτήσουν δεξιότητες που χάθηκαν ως αποτέλεσμα τραυματισμού, είναι παρόμοιες με αυτές που αντιμετωπίζουν άτομα στο πεδίο της κινητικής μάθησης. Εδώ θα χρησιμοποιούμε τον όρο κινητική μάθηση συμπεριλαμβάνοντας τόσο την απόκτηση όσο και την επανάκτηση της κίνησης. (Adams JA. 1971)

4. Μορφές μάθησης

Η ανάκτηση της λειτουργίας που ακολουθεί έναν τραυματισμό περιλαμβάνει την επανάκτηση πολύπλοκων δραστηριοτήτων. Παρόλα αυτά, είναι δύσκολο να γίνουν κατανοητές οι διαδικασίες που εμπλέκονται στη μάθηση με τη χρήση της μελέτης πολύπλοκων δραστηριοτήτων. Για το λόγω αυτό, πολλοί ερευνητές έχουν αρχίσει με την έρευνα απλών μορφών μάθησης, και την κατανόηση ότι αυτές είναι η βάση για την απόκτηση επιδέξιας συμπεριφοράς. Πάντως, είναι λίγες οι πληροφορίες για το πώς αυτές οι απλές μορφές μάθησης συμβάλουν στην απόκτηση πιο πολύπλοκων δεξιοτήτων.

Αρχίζουμε εξετάζοντας αυτές τις απλές μορφές μάθησης και συζητώντας μερικές από τις κλινικές εφαρμογές τους. Έπειτα, εξετάζουμε τις θεωρίες για την κινητική μάθηση που έχουν αναπτυχθεί για να περιγράψουν την απόκτηση επιδέξιας συμπεριφοράς και προτείνουμε τρόπους με τους οποίους θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η κάθε μια για να εξηγηθεί η απόκτηση μιας δεξιότητας όπως, π.χ το να φτάσει κανείς ένα ποτήρι νερό. Στην αρχή προτάσσουμε μια ανασκόπηση απλών μη συνδεδεμένων μορφών μάθησης, όπως, π.χ, η συνήθεια και η ευερεθιστότητα. (Adams JA.1971)

α.Μη συσχετιζόμενες μορφές μάθησης

Η μη συσχετιζόμενη μάθηση συμβαίνει όταν επανειλημμένως δίνεται στα ζώα ένα απλό ερέθισμα. Η συνήθεια και η ευερεθιστότητα είναι δυο πολύ απλές μορφές μη συσχετιζόμενης μάθησης. (Rosenbaum1991)

Η **συνήθεια** είναι η μείωση της δυνατότητας ανταπόκρισης, η οποία συμβαίνει ως αποτέλεσμα επαναλαμβανόμενης έκθεσης σε ένα μη επώδυνο ερέθισμα. Η συνήθεια χρησιμοποιείται κλινικώς με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Για παράδειγμα, οι ασκήσεις συνήθειας χρησιμοποιούνται για να θεραπεύσουν τη ζαλάδα σε ασθενείς που πάσχουν από συγκεκριμένο τύπο αιθουσαίας δυσλειτουργίας. Οι ασθενείς ζητείται να κινηθούν επαναλαμβανόμενα σε κατευθύνσεις και με τρόπους που προκαλούν τη ζαλάδα τους. Αυτή η επανάληψη έχει ως αποτέλεσμα τη συνήθεια της αντίδρασης της ζαλάδας. Η συνήθεια αποτελεί τη βάση της θεραπείας για παιδιά που καλείται «οπτική άμυνα», η οποία δείχνει υπερβολική ανταπόκριση σε συνεχή ερεθισμό. Τα παιδιά εκτίθενται επανειλημμένως σε σταδιακά αυξανόμενα επίπεδα συνεχών ερεθισμών, σε μια προσπάθεια που γίνεται για να ελαττωθεί η ευαισθησία τους στο ερέθισμα αυτό.

Η **ευερεθιστότητα** είναι μια αυξανόμενη δυνατότητα ανταπόκρισης που ακολουθεί ένα απειλητικό ή βλαπτικό ερέθισμα. (Rosenbaum1991) Για παράδειγμα, αν δεχτώ ένα επώδυνο ερέθισμα στο δέρμα και μετά ένα απαλό άγγιγμα, θα αντιδράσω εντονότερα απ' ότι θα αντιδρούσα φυσιολογικά στο απαλό άγγιγμα. Όταν λοιπόν ένα άτομο έχει συνηθίσει σε ένα ερέθισμα, ένα

άλλο επώδυνο ερέθισμα μπορεί να τον κάνει να ξεσυνηθίσει το πρώτο. Αυτό σημαίνει ότι η ευερεθιστότητα αντισταθμίζει τις επιδράσεις της συνήθειας.

Υπάρχουν φορές που η αύξηση της ευερεθιστότητας ενός ασθενούς σε ένα απειλητικό ερέθισμα είναι σημαντική. Για παράδειγμα, η αύξηση της ετοιμότητας ενός ασθενούς απέναντι σε ερεθίσματα που υποδηλώνουν την πιθανότητα επικείμενων πτώσεων θα μπορούσε να είναι ένας σημαντικός προσανατολισμός για την επανεκπαίδευση της ισορροπίας. (Adams JA.1972)

Δεν είναι όλες οι μη συσχετιζόμενες μορφές μάθησης απλές. Η αισθητηριακή μάθηση με την οποία διαμορφώνει κανείς την αισθητική του εμπειρία, είναι ένα παράδειγμα μη συσχετιζόμενης μάθησης. Είναι η μάθηση που συσχετίζεται με την κατανόηση ενός ερεθίσματος, στη προκειμένη περίπτωση με τα αισθητικά ερεθίσματα. Η βοήθεια που προσφέρεται στους ασθενείς για την εξερεύνηση του αντιληπτικού τους χώρου, βοήθεια που έχει σχέση με τη μάθηση μιας συγκεκριμένης επιδεξιότητας-όπως της προσέγγισης ή της μεταφοράς- θα μπορούσε να είναι ένα παράδειγμα μη συσχετιζόμενης μάθησης. (Adams JA.1972)

β.Συσχετιζόμενες μορφές μάθησης

Μια πιθανή απάντηση στο τι κάνει η συσχετιζόμενη μάθηση είναι ότι εμπλέκει τη συσχέτιση ιδεών. Για παράδειγμα, αν πείτε στους ασθενείς σας που έχουν προβλήματα με τη βάρδια να προσπαθήσουν να συνδυάσουν τη μεταφορά του κέντρου βάρους τους με την ανύψωση του ποδιού, τους βοηθάτε να συνδέσουν δυο πλευρές μιας κίνησης σε μια ολοκληρωμένη κίνηση. Μέσω της συσχετιζόμενης μάθησης μπορεί ένα άτομο να μάθει να προβλέπει σχέσεις, είτε πρόκειται για τις σχέσεις ενός ερεθίσματος με κάποιο άλλο (κλασσική ρύθμιση) είτε για τη σχέση της συμπεριφοράς κάποιου με μια συνέπεια (λειτουργική ρύθμιση). (Adams JA.1971)

Έχει υποστηριχθεί ότι η συσχετιζόμενη μάθηση βοηθά τα ζώα να μάθουν να ερευνούν σχέσεις αιτίου-αιτιατού μέσα στο περιβάλλον. Η θεμελίωση

λογικών και άρα προβλέψιμων συσχετισμών μεταξύ γεγονότων είναι μέρος της διαδικασίας δημιουργίας αίσθησης τάξης στον κόσμο μας. Η αναγνώριση κομβικών σχέσεων ανάμεσα στα γεγονότα είναι ένα ουσιαστικό μέρος της ικανότητας προσαρμογής της συμπεριφοράς σε νέες καταστάσεις. (Rosenbaum1991)

Ασθενείς που έχουν υποφέρει από κάποιο τραυματισμό που έχει αλλάξει την ικανότητά τους να αισθάνονται και να κινούνται στον κόσμο τους έχουν καθήκον να εξερευνήσουν εκ νέου το σώμα τους σε σχέση με τον κόσμο τους, προκειμένου να καθορίσουν ποιες νέες σχέσεις υπάρχουν μεταξύ των δύο. (Adams JA.1971)

5.Κινητική μάθηση και ανατροφοδότηση

Κάποιες μορφές ανατροφοδότησης είναι ουσιαστικές για να επιτευχθεί η κινητική μάθηση. Παρακάτω περιγράφουμε τους τύπους της ανατροφοδότησης που είναι διαθέσιμοι στο να εκτελεστεί και την προσφορά των τύπων αυτών ανατροφοδότησης στην κινητική μάθηση. (Adams JA.1971) Ο ευρύτετος ορισμός της ανατροφοδότησης περιλαμβάνει όλες τις αισθητηριακές πληροφορίες που διατίθενται ως αποτέλεσμα μιας κίνησης που παρήγαγε ένα άτομο. Αυτό καλείται τυπικά ανταπόκριση που προκάλεσε ανατροφοδότηση. (Kupfermann1991) Η ανατροφοδότηση αυτή διαιρείται συνήθως σε δύο υποσύνολα, **την ενδογενή ανατροφοδότηση** και την **εξωγενή ανατροφοδότηση**.

α.Ενδογενής ανατροφοδότηση

Η ενδογενής ανατροφοδότηση είναι ανατροφοδότηση που έρχεται στον ασθενή απλά μέσω των διάφορων αισθητηριακών συστημάτων, ως αποτέλεσμα της φυσιολογικής πρόκλησης κίνησης. Αυτό περιλαμβάνει

πράγματα όπως οπτική πληροφόρηση που αφορά το αν η κίνηση ήταν ακριβής, όπως και σωματοαισθητηριακή πληροφόρηση που αφορά τη θέση των μελών ενώ κάποιος κινείται. (Kupfermann1991)

β.Εξωγενής ανατροφοδότηση

Η εξωγενής ανατροφοδότηση είναι πληροφόρηση που συμπληρώνει την ενδογενή ανατροφοδότηση. Για παράδειγμα, όταν λέμε σε έναν ασθενή ότι χρειάζεται να σηκώσει το πόδι του ψηλότερα, για να αποφύγει ένα αντικείμενο ενώ περπατάει, του προσφέρουμε εξωγενή ανατροφοδότηση.

Η εξωγενής ανατροφοδότηση μπορεί να δίνεται ταυτόχρονα με τη δραστηριότητα ενώ αυτή εκτελείται και επιπρόσθετα, στο τέλος της δραστηριότητας, που στην περίπτωση αυτή καλείται τελική ανατροφοδότηση. Ένα παράδειγμα ταυτόχρονης ανατροφοδότησης είναι η προφορική ή χειρονακτική καθοδήγηση του χεριού ενός ασθενούς που μαθαίνει να πιάνει αντικείμενα. (Adams JA.1971)

Ένα παράδειγμα τελικής ανατροφοδότησης θα ήταν το να πούμε στον ασθενή, μετά την πρώτη του ανεπιτυχή προσπάθεια να σηκωθεί από μία καρέκλα, να σπρώξει περισσότερο την επόμενη φορά, χρησιμοποιώντας τα χέρια για να βάλει μεγαλύτερη δύναμη προκειμένου να σταθεί όρθιος. (Kupfermann1991)

Η γνώση των αποτελεσμάτων (KR: Knowledge of Results) είναι μια σημαντική μορφή εξωγενούς ανατροφοδότησης. Έχει καθοριστεί ως τελική ανατροφοδότηση, όσον αφορά το αποτέλεσμα της κίνησης, με όρους που αναφέρονται στο στόχο της κίνησης. (Kupfermann1991) Αυτό βρίσκεται σε αντίθεση με τη γνώση της εκτέλεσης (KP: Knowledge of Performance), η οποία είναι ανατροφοδότηση που σχετίζεται με το πρότυπο της κίνησης που χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί ο στόχος.

Έχει γίνει έρευνα προκειμένου να καθοριστούν οι καλύτεροι τύποι ανατροφοδότησης για να δοθούν στους ασθενείς. Σχεδόν όλες οι έρευνες που έχουν γίνει αφορούν τη μελέτη της αποτελεσματικότητας των διαφόρων

τύπων γνώσης του αποτελέσματος. (Adams JA.1971) Τυπικά, η έρευνα έχει δείξει ότι η γνώση του αποτελέσματος είναι μια σημαντική μεταβλητή μάθησης, υπό την έννοια ότι είναι σημαντική για τη μάθηση κινητικών δραστηριοτήτων. Ωστόσο, υπάρχουν συγκεκριμένα είδη δραστηριοτήτων, κατά τις οποίες η ενδογενής ανατροφοδότηση (για παράδειγμα οπτική ή κιναισθητική) είναι αρκετή για να παρέχει εξαιρετικά λανθασμένη πληροφόρηση και η γνώση του αποτελέσματος έχει μόνο ελάχιστα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, στη μάθηση δραστηριοτήτων βήμα προς βήμα, η γνώση των αποτελεσμάτων βελτιώνει ελάχιστα μόνο την εκτέλεση και τη μάθηση του ασθενούς. (Kupfermann1991)

Έχει επίσης αποδειχθεί ότι η γνώση των αποτελεσμάτων είναι μια μεταβλητή της εκτέλεσης, υπό την έννοια ότι έχει παροδικές επιδράσεις στην ικανότητα του ατόμου να εκτελεί μια δραστηριότητα. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε κίνητρα ή εναλλασσόμενες επιδράσεις στο άτομο που την εκτελεί, καθώς επίσης και σε καθοδηγητικές επιδράσεις (δηλαδή δείχνει στο άτομο πώς να εκτελέσει τη δραστηριότητα καλύτερα την επόμενη φορά). (Adams JA.1971)

6.Θεωρίες κινητικής μάθησης

Όπως υπάρχουν θεωρίες για τον κινητικό έλεγχο, υπάρχουν και θεωρίες για την κινητική μάθηση, δηλαδή μια ομάδα αφηρημένων ιδεών για τη φύση και την αιτία της απόκτησης ή της τροποποίησης της κίνησης. Όπως και οι θεωρίες του κινητικού ελέγχου, οι θεωρίες της κινητικής μάθησης πρέπει να βασίζονται σε πρόσφατες γνώσεις σχετικά με τη δομή και τη λειτουργία του νευρικού συστήματος. Οι θεωρίες κινητικής μάθησης είναι οι εξής:

α.Η θεωρία της κλειστής αλυσίδας το Adams

Ο Adams (Magnus1925), ένας ερευνητής της σωματικής εκπαίδευσης, ήταν το πρώτο άτομο που επιχείρησε να δημιουργήσει μια κατανοητή θεωρία για την κινητική μελέτη. Η θεωρία αυτή βασίστηκε ισχυρά στη συμμετοχή της

ανατροφοδότησης για την καθοδήγηση της μάθησης μιας κινητικής δεξιότητας σε μια προσπάθεια του Adams να ξεπεράσει ότι αντιλήφθηκε ως ατέλεια από την προηγούμενη συμβολή του ανοιχτού κυκλώματος στην κινητική συμπεριφορά. (Ayres J.1972) Η θεωρία του κλειστού κυκλώματος του Adams προκάλεσε μεγάλο ενδιαφέρον κατά τη δεκαετία του 1970, καθώς οι ερευνητές προσπάθησαν να καθορίσουν τη δυνατότητα εφαρμογής της στην απόκτηση κινητικής δεξιότητας. (Adams JA.1971)

Η πιο σημαντική πλευρά της θεωρίας είναι ότι βασίζεται στην ιδέα των διαδικασιών κλειστής αλυσίδας του κινητικού ελέγχου. (Adams JA.1971) Σε μια διαδικασία κλειστής αλυσίδας η αισθητηριακή ανατροφοδότηση είναι απαραίτητη για την καθοδήγηση κάθε προσπάθειας, κατά τη διάρκεια των αρχικών σταδίων μάθησης, και επίσης χρησιμεύει σαν μια σημαντική πηγή για τον εντοπισμό και τη διόρθωση των λαθών στην εκτέλεση ώστε να επιτευχθεί μια συνεχιζόμενη παραγωγή επιδέξιας κίνησης. (Ayres J.1972) Στο μοντέλο κλειστού κυκλώματος ο κύριος χειριστής είναι αναγκαίο να λαμβάνει το αποτέλεσμα της αντίδρασης. Οι νευρώνες είναι διατεταγμένοι σε κυκλική διάταξη παρέχοντας την ανατροφοδότηση για την ανίχνευση λάθους και τη διόρθωση. Σε ένα κλειστό κύκλωμα ελέγχου ο ενδιαφερόμενος πρέπει να συμμετέχει ενεργά στον έλεγχο, το χειρισμό και την παραγωγή της κινητικής συμπεριφοράς. Έτσι, όταν έχουμε κλειστό κύκλωμα, ο θεραπευτής περιμένει από τον ασθενή να γίνει ένας ενεργός παράγων που θα βιώνει και θα ανακαλύπτει το περιβάλλον. Αυτή η άποψη είναι εξαιρετικά σημαντική στη θεραπευτική φροντίδα. (Bernstein1967)

Η θεωρία αυτή υποθέτει ότι στην κινητική μάθηση η αισθητηριακή ανατροφοδότηση από τη συνεχιζόμενη κίνηση συγκρίνεται μέσα στο νευρικό σύστημα με την αποθηκευμένη μνήμη της σκοπούμενης κίνησης (Magnus1926). Αυτή η εσωτερική αναφορά διόρθωσης, την οποία ο Adams καλεί αντιληπτικό ίχνος, σχηματίζεται ύστερα από μια περίοδο εξάσκησης.

Ο Adams προέβλεψε ότι το αντιληπτικό ίχνος από μόνο του δεν θα μπορούσε να οδηγήσει στην ακριβή παραγωγή επιδέξιας κίνησης. Υπέθεσε ότι ένα δεύτερο ίχνος, το μνημονικό ίχνος, χρησιμοποιείται για να επιλεγεί και να ξεκινήσει η κίνηση (Kurferrmann1991). Αφού η κίνηση ξεκινήσει από το μνημονικό ίχνος, υπέθεσε ότι το αντιληπτικό ίχνος αναλαμβάνει στο εξής τη διεκπεραίωση της κίνησης και ερευνά για την ύπαρξη λαθών.

Σύμφωνα με τη θεωρία του Adams, όταν μαθαίνει κανείς να σηκώνει ένα ποτήρι, σταδιακά αναπτύσσει ένα αντιληπτικό ίχνος για κίνηση, το οποίο χρησιμεύει ως οδηγός για το τέρμα. Όσο πιο πολύ εξασκείται για τη συγκεκριμένη κίνηση, τόσο πιο δυνατό θα γίνεται το αντιληπτικό ίχνος. Η ακρίβεια της κίνησης θα είναι ευθέως ανάλογη με την ισχύ του αντιληπτικού ίχνους. (Adams JA.1971)

Η θεωρία του Adams, παρακίνησε έναν αριθμό ερευνών που σχεδιάστηκαν για να εξετάσουν το σύστημα των δυο καταστάσεων μνήμης. Παρ' όλο που ένας αριθμός αυτών των μελετών παρείχε υποστήριξη για τη θεωρία, η αξία της σαν αντιληπτική θεωρία μάθησης θεωρήθηκε περιορισμένη. Αυτό συνέβη επειδή βασίστηκαν στην υπέρχρηση αργών, ευθυγραμμισμένης θέσης κινήσεων για την εξέταση ποικίλων προβλέψεων που συνδέονται με τη θεωρία. Αυτές οι αργές κινήσεις δεν θεωρήθηκαν αρκετά αντιπροσωπευτικές μιας πλήρους σειράς πιθανών κινήσεων. Τα αποτελέσματα ενός αριθμού μελετών με έμφαση στην αισθητηριακή αποκοπή αποδείχθηκαν επίσης δύσκολο να ερμηνευθούν χρησιμοποιώντας τη θεωρία του Adams. Τα ζώα και οι άνθρωποι που στερούνται όλες τις αισθητήριες ανατροφοδοτήσεις είναι ακόμη ικανοί να εκτελούν μια ποικιλία κινήσεων. Με δεδομένο τον κεντρικό ρόλο που παίζει η ανατροφοδότηση στη θεωρία του κλειστού κυκλώματος του Adams, αυτή η θεωρία δεν μπορεί να ερμηνεύσει την ικανότητα εκτέλεσης κινήσεων ενώ απουσιάζει η ανατροφοδότηση. (Ayres J.1972)

β.Θεωρία του σχήματος

Ο Schmidt αναγνώρισε δυο περαιτέρω θεωρητικά προβλήματα που συνδέονται με τη θεωρία του κλειστού κυκλώματος του Adams για την κινητική μάθηση. Το πρώτο από αυτά τα προβλήματα είχε σχέση με την αποθήκευση. *Δηλαδή, πως είναι δυνατό να αποθηκεύεται μια νοητική αναπαράστασή για κάθε κίνηση που έχει εκτελεστεί;* Σίγουρα μετά από κάποιο σημείο θα υπερβαίναμε τη χωρητικότητα της ανθρώπινης μνήμης. Το δεύτερο πρόβλημα είχε σχέση με την ικανότητα ενός ατόμου να εκτελεί με αρκετή ακρίβεια καινούργιες δεξιότητες: κινήσεις που δεν παρατηρήθηκαν ή

επιτεύχθηκαν σε προηγούμενες προσπάθειες. Η θεωρία του Adams δεν παρέχει κανένα μηχανισμό που να εξηγεί πως οι δεξιότητες που δεν εξασκήθηκαν προηγουμένως μπορούν να εκτελεστούν. Αυτές οι εμφανείς ατέλειες της θεωρίας του Adams ενέπνευσαν τον Schmidt να αναπτύξει μια εναλλακτική θεωρία μάθησης. Αυτή η καινούργια θεωρία της κινητικής μάθησης έγινε γνωστή ως η θεωρία του σχήματος. (Ayres J.1972)

Η θεωρία αυτή έδωσε έμφαση στις διαδικασίες ελέγχου της ανοιχτής αλυσίδας και στην ιδέα του κινητικού προγράμματος (Mayston1992). Αν και η ιδέα των κινητικών προγραμμάτων κρινόταν βασική για να γίνει κατανοητός ο κινητικός έλεγχος, κανένας ακόμη δεν είχε θέσει το ερώτημα σχετικά με το πώς μπορούν να γίνουν διδακτά τα κινητικά προγράμματα. Όπως και άλλοι ερευνητές πριν από αυτόν, ο Schmidt υπέθεσε ότι τα κινητικά προγράμματα δεν περιέχουν τις ιδιαιτερότητες των κινήσεων, αλλά, αντιθέτως, ότι περιέχουν γενικευμένους κανόνες για μια συγκεκριμένη τάξη κινήσεων. Προέβλεψε ότι, όταν διδάσκεται ένα νέο κινητικό πρόγραμμα, το άτομο μαθαίνει μια γενικευμένη δέσμη κανόνων που μπορεί να εφαρμοστεί σε πλήθος περιστάσεων.

Στο επίκεντρο αυτής της θεωρίας για την κινητική μάθηση βρίσκεται η έννοια του σχήματος, η οποία υπήρξε σημαντική στην ψυχολογία για πολλά χρόνια. Ο όρος σχήμα αναφέρεται σε μια αφηρημένη αναπαράσταση που είναι αποθηκευμένη στη μνήμη και ακολουθεί πολλαπλές παραστάσεις μιας τάξης αντικειμένων. Για παράδειγμα, αφού δούμε πολλές διαφορετικές ράτσες σκυλιών, υποτίθεται ότι αρχίζουμε να αποθηκεύουμε στον εγκέφαλο μας ένα αφηρημένο σύνολο κανόνων για τα γενικά χαρακτηριστικά του σκύλου, ώστε οποτεδήποτε δούμε ένα νέο είδος σκύλου να μπορούμε να αναγνωρίσουμε, ανεξάρτητα από το μέγεθος, το χρώμα ή το σχήμα, ότι είναι σκύλος.

Ο Schmidt επέκτεινε την ιδέα του σχήματος και την εφάρμοσε στον κινητικό έλεγχο. Υπέθεσε ότι, αφότου ένα άτομο κάνει μία κίνηση, τέσσερα πράγματα αποθηκεύονται στη μνήμη: (α) οι αρχικές συνθήκες της κίνησης, όπως η θέση του σώματος και το βάρος του αντικειμένου που χειρίζεται (β) οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται στο γενικευμένο κινητικό πρόγραμμα (γ) το αποτέλεσμα της κίνησης με όρους της γνώσης των αποτελεσμάτων (KR: Knowledge of Results) και (δ) οι αισθητηριακές συνέπειες της κίνησης, δηλαδή το πώς ήταν, πώς φάνηκε, πώς ακούστηκε. Η πληροφορία αυτή είναι

αφηρημένη και αποθηκεύεται με τη μορφή ενός ανακαλούμενου (κινητικού) σχήματος και ενός αναγνωριστικού (αισθητικού) σχήματος.

Το ανακαλούμενο σχήμα χρησιμοποιείται για την επιλογή συγκεκριμένης ανταπόκρισης. Όταν γίνεται μια δεδομένη κίνηση, οι αρχικές συνθήκες και ο επιθυμητός στόχος της κίνησης είναι εισερχόμενα ερεθίσματα για το ανακαλούμενο σχήμα. Άλλα εισερχόμενα ερεθίσματα είναι η αφηρημένη ανάμνηση χαρακτηριστικών προηγούμενης ανταπόκρισης σε παρόμοιες δραστηριότητες.

Το αναγνωριστικό σχήμα χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ανταπόκρισης. Στην περίπτωση αυτή οι αισθητηριακές συνέπειες και τα αποτελέσματα προηγούμενων κινήσεων, συνδυάζονται με τις τρέχουσες αρχικές συνθήκες για να δημιουργήσουν μια αναπαράσταση των αναμενόμενων αισθητικών συνεπειών. Αυτό στη συνέχεια συγκρίνεται με την αισθητηριακή πληροφόρηση από τη συνεχιζόμενη κίνηση, προκειμένου να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της ανταπόκρισης. Το αναγνωριστικό σχήμα χρησιμοποιείται κυρίως για τη μάθηση παρά για τον έλεγχο που γίνεται τη στιγμή που εκτελείται η κίνηση.

Όταν ολοκληρωθεί η κίνηση, το μήνυμα για το λάθος επανέρχεται στο σχήμα και το σχήμα τροποποιείται ως αποτέλεσμα της αισθητηριακής ανατροφοδότησης και της γνώσης του αποτελέσματος (KR). Έτσι, σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η μάθηση συνίσταται από τη συνεχιζόμενη διαδικασία συντόμευσης του αναγνωριστικού και του ανακαλούμενου σχήματος με κάθε κίνηση που γίνεται.

Σύμφωνα με τη θεωρία του σχήματος, όταν μαθαίνεις να πιάνεις ένα ποτήρι, εξασκείσαι τέλεια σε πολλές παραλλαγές της δραστηριότητας. Αυτό θα σου επιτρέψει να αναπτύξεις ένα σύνολο κανόνων για το πώς θα πρέπει να πιάνεις και να μεταφέρεις το ποτήρι μπροστά σου. Όσο καλύτεροι είναι οι κανόνες για να πιάσεις ένα αντικείμενο τόσο πιο καλή θα είναι και η στρατηγική σου, όταν προσπαθείς να πιάνεις ποτήρια με τα οποία δεν είσαι εξοικειωμένος χωρίς να πέσουν ή να χυθεί το νερό που περιέχεται σε αυτά. (Adams JA.1971)

Παρόλο που το ενδιαφέρον για τη θεωρία του σχήματος σαν μια ολοκληρωμένη περιγραφή της απόκτησης της κινητικής δεξιότητας έχει μειωθεί αρκετά, κάποιες θεωρητικές δομές που παρουσιάστηκαν από τη

θεωρία έχουν διαρκέσει. Αυτές οι δομές συνεχίζουν να μελετώνται εκτεταμένα από έναν αριθμό ερευνητών της κινητικής μάθησης. Δύο από τις πιο συχνά ερευνηθείσες απόψεις της θεωρίας του σχήματος είναι το γενικευμένο κινητικό πρόγραμμα και η υπόθεση της μεταβλητότητας της εξάσκησης. Ο Schmidt συμφώνησε ότι η μάθηση δεν εξαρτάται μόνο από το πόσο έχει εξασκηθεί κάποιος σε μια δεξιότητα αλλά επίσης και από το πόσο αυτή η δεξιότητα διαφοροποιείται κατά την εξάσκηση. Η υπόθεση της μεταβλητότητας της εξάσκησης έχει λάβει ένα αξιοσημείωτο ποσό ερευνητικής προσοχής στα τελευταία 20 χρόνια. Σ' αυτό το διάστημα, ωστόσο, οι προβλέψεις που συνδέονται με την υπόθεση δεν έχουν ακόμη επιβεβαιωθεί. (Ayres J.1972)

Περιορισμοί

Μια από τις προβλέψεις της θεωρίας του σχήματος είναι ότι, όταν εξασκείς μια δεξιότητα, ποικίλες μορφές εξάσκησης θα δώσουν το αποτελεσματικότερο σχήμα ή κινητικό πρόγραμμα. Η έρευνα που έγινε για να ελέγξει την πρόβλεψη αυτή χρησιμοποίησε τα παρακάτω παραδείγματα. Δύο ομάδες από εθελοντές εκπαιδεύονται σε μια νέα δραστηριότητα, η πρώτη υπό δεδομένες σταθερές συνθήκες εξάσκησης και η δεύτερη υπό μεταβαλλόμενες συνθήκες εξάσκησης. Έπειτα και οι δυο ομάδες εξετάζονται σε μια καινούργια, αλλά παρόμοια κίνηση. Σύμφωνα με τη θεωρία του σχήματος, η δεύτερη ομάδα θα πρέπει να δείξει υψηλότερο επίπεδο εκτέλεσης της κίνησης από ότι η πρώτη, επειδή οι εθελοντές που μετέχουν σε αυτή έχουν αναπτύξει ένα ευρύ σύνολο κανόνων σχετικών με τη δραστηριότητα η οποία θα τους επιτρέψει να εφαρμόσουν τους κανόνες σε μια νέα κατάσταση. Από την άλλη, η πρώτη ομάδα θα πρέπει να έχει αναπτύξει ένα πολύ περιορισμένο σχήμα με περιοριστικούς κανόνες που δεν θα ήταν εύκολα εφαρμόσιμοι σε νέες καταστάσεις. (Adams J.A.1971)

Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε φυσιολογικούς ενήλικους η στήριξη της θεωρίας αυτής είναι περίπλοκη. Πολλές μελέτες έδειξαν σημαντικά αποτελέσματα της ποικίλης εξάσκησης, ενώ άλλες μελέτες έδειξαν ασήμαντα ή και μηδαμινά αποτελέσματα. Πάντως, μελέτες που έγιναν σε παιδιά στηρίζουν τη θεωρία αυτή. Για παράδειγμα, παιδιά ηλικίας 7 και 9 ετών εκπαιδεύτηκαν να πετάνε φασόλια σε σακούλες από διάφορες αποστάσεις ή από σταθερή απόσταση. Όταν τους ζητήθηκε να τα πετάξουν από καινούργια

απόσταση, η ομάδα που εκπαιδεύτηκε να τα πετάει από διάφορες αποστάσεις είχε σημαντικά καλύτερη βαθμολόγηση από ό,τι η ομάδα που τα πετούσε από σταθερή απόσταση (Mc Graw1945). *Γιατί θα μπορούσαν να υπάρχουν διαφορές μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων σε αυτά τα πειράματα;* Υποθέσαμε ότι είναι δύσκολο να πειραματιστεί κανείς σε δραστηριότητα στην οποία οι ενήλικοι δεν έχουν ήδη σημαντική ποικίλη εξάσκηση κατά τις φυσιολογικές τους δραστηριότητες, ενώ τα παιδιά, από τη στιγμή που έχουν πολύ λιγότερες εμπειρίες, είναι περισσότερο αυθόρμητα υποκείμενα (Minor1992). Για το λόγο αυτό, τα πειράματα μπορεί να είναι πιο έγκυρα όταν γίνονται με παιδιά.

Ένας άλλος περιορισμός της θεωρίας είναι ότι παρουσιάζει έλλειψη εξειδίκευσης. Λόγω της γενικευμένης φύσης της, υπάρχουν πολύ λίγοι αναγνωρίσιμοι μηχανισμοί που μπορούν να εξεταστούν. Έτσι δεν είναι ξεκάθαρο το πώς η διαδικασία του σχήματος αλληλεπιδρά με άλλα συστήματα για τη μάθηση της κίνησης και ο τρόπος με τον οποίο βοηθά για να ελέγχει την κίνηση. Μια άλλη πρόκληση για τη θεωρία του σχήματος είναι η ανικανότητα της να λογοδοτήσει για την άμεση απόκτηση νέων μορφών συντονισμού ή νέων ειδών κίνησης. Για παράδειγμα, ερευνητές έχουν δείξει ότι αν όλα τα πόδια μιας σαρανταποδαρούσας -εκτός από ένα ζευγάρι- μετακινηθούν, η σαρανταποδαρούσα αμέσως θα μετακινηθεί με τετραποδική βάδιση (Montgomery1991). Έτσι, λοιπόν, τα πορίσματα αυτά δεν εξηγούνται μέσω της θεωρίας του σχήματος (Newell1991)

γ.Η θεωρία της μάθησης ως εξερεύνησης του Newell (Οικολογική θεωρία αντίληψης και κίνησης)

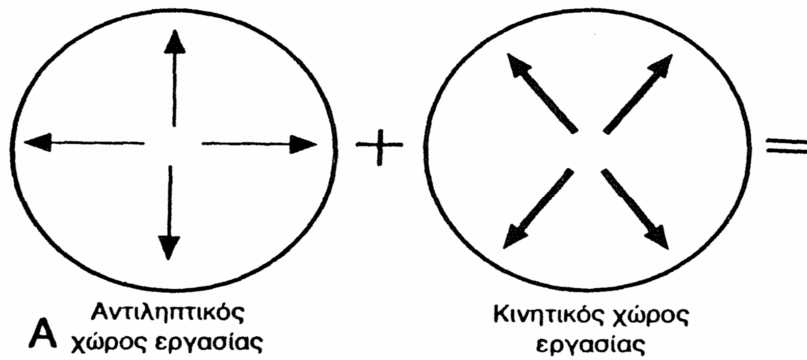
Ο Karl Newell κινήθηκε μέσω της θεωρίας των συστημάτων και της οικολογικής θεωρίας του κινητικού ελέγχου για να δημιουργήσει μια θεωρία απόκτησης κινητικών δεξιοτήτων βασισμένη σε στρατηγικές έρευνες (Newell1991). Στις προηγούμενες θεωρίες που προτάθηκαν από τους Adams και Schmidt η εξάσκηση προκάλεσε συσσώρευση συνεχών αλλαγών στη συμπεριφορά που οφειλόταν σε μία σταδιακή ανάπτυξη της δύναμης των κινητικών προγραμμάτων. Υπέθεσαν ότι με την εξάσκηση αναπτύσσεται μια

καταλληλότερη αναπαράσταση της δραστηριότητας.

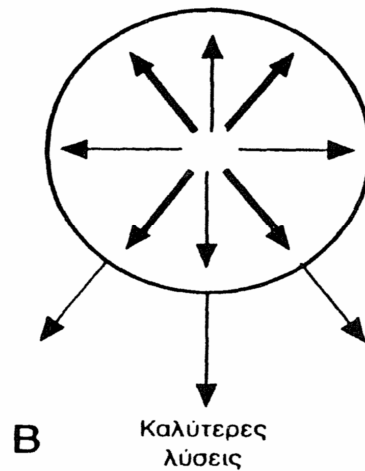
Ο Newell, αντίθετα, υποθέτει ότι η κινητική μάθηση είναι μια διαδικασία που αυξάνει το συντονισμό μεταξύ αντίληψης και δράσης κατά τρόπο συνεπή με τη δραστηριότητα και τους περιβαλλοντικούς εξαναγκασμούς. *Τι εννοούσε με αυτό;* Υποθέτει ότι κατά τη διάρκεια της εξάσκησης γίνεται μια έρευνα για την αναζήτηση των προσφορότερων στρατηγικών επίλυσης της δραστηριότητας, δεδομένων των εξαναγκασμών. Μέρος της έρευνας για τις καλύτερες στρατηγικές αφορά την εύρεση των καταλληλότερων αντιληπτικών ρόλων και κινητικών ανταποκρίσεων για τη δραστηριότητα. Έτσι, τα συστήματα αντίληψης και δράσης μπορούν να θεωρηθούν ως ενσωματωμένα ή χαρτογραφημένα μέσα στην καλύτερη επίλυση της δραστηριότητας.

Κρίσιμη για την έρευνα των προσφορότερων στρατηγικών είναι η εξερεύνηση του αντιληπτικοκινητικού χώρου εργασίας. Ο Newell πιστεύει ότι ένα χρήσιμο αποτέλεσμα της θεωρίας του θα είναι η ώθηση προκειμένου να αναγνωριστούν κρίσιμες αντιληπτικές μεταβολές, ουσιαστικές για τις λύσεις που ανταποκρίνονται καλύτερα σε κάθε εγκεκριμένη δραστηριότητα. Οι κρίσιμες αυτές μεταβολές θα είναι χρήσιμες για το σχεδιασμό στρατηγικών έρευνας που προκαλούν αποτελεσματική χαρτογράφηση αντιληπτικών πληροφοριών και κινητικών παραμέτρων. Ο Newell πιστεύει επίσης ότι η αντιληπτική πληροφόρηση έχει πολλούς ρόλους στην κινητική μάθηση. Σε ένα εντεταλμένο ρόλο η αντιληπτική πληροφόρηση σχετίζεται με την κατανόηση του στόχου της δραστηριότητας και τις κινήσεις που πρέπει να μαθευτούν. Η πληροφόρηση αυτή δίνεται τυπικά στους μαθητευόμενους με επιδείξεις.

Εξερεύνηση του αντιληπτικού και κινητικού χώρου εργασίας



Καταγραφή των αντιληπτικοκινητικών χώρων εργασίας προκειμένου να δημιουργηθούν οι καλύτερες λύσεις



Εικόνα 21. Διάγραμμα που δείχνει τη διαδικασία που προτάθηκε από το Newell για την εξερεύνηση του αισθητηριακού και κινητικού χώρου εργασίας (Α) προκειμένου να βρεθούν οι καλύτερες λύσεις για τις κινητικές δραστηριότητες (Β).

Ένας άλλος ρόλος της αντιληπτικής πληροφόρησης είναι αυτός του ανατροφοδότη τόσο κατά τη διάρκεια της κίνησης (συντρέχουσα ανατροφοδότηση, η οποία κάποτε καλείται και γνώση της εκτέλεσης) όσο και κατά τη διάρκεια της ολοκλήρωσης της κίνησης (γνώση των αποτελεσμάτων). Τελικά, υποθέτει ότι η αντιληπτική πληροφόρηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δομήσει την έρευνα για μια αντιληπτικοκινητική λύση κατάλληλη για τις απαιτήσεις της δραστηριότητας. Έτσι, στην προσέγγιση αυτή η κινητική μάθηση χαρακτηρίζεται από την καλύτερη χαρτογράφηση της αντίληψης και της

δράσης που σχετίζονται με τη δραστηριότητα κι όχι από μια αναπαράσταση της δράσης βασισμένη σε κανόνες με βάση την προσέγγιση του Newell, κατά την προσπάθεια για να μάθει κανείς να πιάνει ένα ποτήρι -προσπάθεια που γίνεται με επαναλαμβανόμενη εξάσκηση για να πιάσει μια ποικιλία ποτηριών που περιέχουν ποικίλες ουσίες- καταλήγει στο να μάθει να συντονίζει τις κατάλληλες δυναμικές κίνησης για τη δραστηριότητα της προσέγγισης· επιπλέον, όμως, μαθαίνουμε να ξεχωρίζουμε τα χαρακτηριστικά της δραστηριότητας που θα πρέπει να ξέρουμε για να οργανώσουμε τις δράσεις μας. Χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος του ποτηριού, το πόσο γλιστράει η επιφάνεια του, το πόσο γεμάτο είναι, αποτελούν βασικά αντιληπτικά στοιχεία που μας βοηθούν στην ανάπτυξη των καταλληλότερων στρατηγικών κίνησης για να πιάνουμε κάθε είδους ποτήρια.

Διάφορα αισθητηριακά στοιχεία μας βοηθούν να δημιουργήσουμε τις καλύτερες στρατηγικές κίνησης. Αν το αντιληπτικό συμπέρασμα είναι ότι το ποτήρι είναι βαρύ, το πιάνουμε με περισσότερη δύναμη. Αν το ποτήρι είναι γεμάτο, τροποποιούμε την ταχύτητα μας και τον τρόπο μεταφοράς προκειμένου να τα καταφέρουμε. Αν έχουμε έλλειψη ακρίβειας στα αισθητηριακά αυτά στοιχεία, και πάλι μπορούμε να δημιουργήσουμε μια κινητική στρατηγική, η οποία όμως δεν θα είναι η καλύτερη. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να χυθεί το υγρό ή να γλιστρήσει το ποτήρι. Η γνώση των κρίσιμων αντιληπτικών στοιχείων που συνδέονται με μια δραστηριότητα είναι βασική για την ενασχόληση με μια νέα ποικιλία δραστηριοτήτων. Όταν βρισκόμαστε αντιμέτωποι με μια νέα παραλλαγή, εξερευνούμε ενεργά τα αντιληπτικά στοιχεία για να βρούμε την πληροφόρηση που χρειαζόμαστε προκειμένου να λύσουμε το πρόβλημα της δραστηριότητας με τον καλύτερο τρόπο.

(Adams J.A 1971)

Η ιδέα αυτή μιας έρευνας του χώρου εργασίας είναι παρόμοια με την ιδέα ανακάλυψης της μάθησης, όμως οι ιδέες ανακάλυψης της μάθησης δεν κατευθύνουν το μαθητευόμενο στους καλύτερους τρόπους καθοδήγησης της έρευνας μέσω του χώρου εργασίας.

Ο Newell συζητά τρόπους αύξησης της μάθησης δεξιοτήτων. Ο πρώτος είναι η αρωγή προς το μαθητευόμενο προκειμένου να καταλάβει τη φύση του αντιληπτικοκινητικού χώρου εργασίας. Ο δεύτερος έγκειται στην κατανόηση των φυσικών στρατηγικών έρευνας που χρησιμοποιούνται από

τους εκτελεστές στην εξερεύνηση του χώρου. Ο τρίτος είναι η παροχή επιπλέον πληροφοριών για τη διευκόλυνση της έρευνας.

Μια κεντρική πρόβλεψη αυτής της θεωρίας είναι ότι η μεταφορά των κινητικών δραστηριοτήτων θα εξαρτάται από την ομοιότητα ανάμεσα σε δύο δραστηριότητες των καλύτερων αντιληπτικοκινητικών στρατηγικών και θα είναι σχετικά ανεξάρτητη των μυών που χρησιμοποιούνται ή των αντικειμένων που χειρίζονται στη δραστηριότητα.

Περιληπτικά, αυτή η νέα προσέγγιση της κινητικής μάθησης δίνει έμφαση στη δεξιότητα ως αντανάκλαση μιας δυναμικής εξερευνητικής δραστηριότητας που σχετίζεται με την καταγραφή του αντιληπτικο-κινητικού χώρου εργασίας, προκειμένου να δημιουργηθούν οι καλύτερες στρατηγικές για την εκτέλεση της δραστηριότητας. (Adams J.A 1971)

περιορισμοί

Οι παραδοσιακοί θεωρητικοί της κινητικής μάθησης έχουν φυσικά εναντιωθεί στους ισχυρισμούς των οικολογικών θεωρητικών επισημαίνοντας βασικές αντιληπτικές αδυναμίες. Ο Schmidt (1988), ο πρωτοπόρος της θεωρίας του σχήματος και της ιδέας του γενικευμένου κινητικού προγράμματος, υποστηρίζει ότι ο ρόλος του GMP (Generalized Motor Pattern) έχει παρεξηγηθεί από υποστηρικτές της οικολογικής θεωρίας και ότι αυτό είναι περισσότερο ευέλικτο και γενικό στη λειτουργία του από ό,τι υπαινίσσονται οι οικολόγοι θεωρητικοί. Μια δεύτερη κριτική για την οικολογική προσέγγιση είναι ότι δίνει σχετικά μικρή σημασία στο ρόλο της γνώσης κατά τη μάθηση. (Ayres J.1972)

Επιπλέον, αυτή είναι μια πολύ νέα θεωρία. Ένας από τους μείζονες περιορισμούς της είναι ότι θα πρέπει να εφαρμοστεί σε συγκεκριμένα παραδείγματα απόκτησης κινητικής δεξιότητας με συστηματικό τρόπο. Άρα είναι μια θεωρία που δεν έχει δοκιμαστεί. (Ayres J.1972)

δ.Θεωρία Fitts και Posner **(Στάδια της κινητικής μάθησης)**

Οι Fitts και Posner (Reed1982), δύο ερευνητές στο πεδίο της ψυχολογίας, περιέγραψαν μια θεωρία για την κινητική μάθηση που σχετίζεται με τα στάδια από τα οποία διέρχονται οι ασθενείς, όταν μαθαίνουν μία νέα δεξιότητα. Διατείνονται ότι υπάρχουν τρεις βασικές φάσεις που σχετίζονται με τη μάθηση της δεξιότητας.

Το πρώτο στάδιο χαρακτηρίζεται από την προσπάθεια του ασκούμενου να κατανοήσει τη φύση μιας συγκεκριμένης κινητικής δεξιότητας χρησιμοποιώντας πληροφορίες από μια ποικιλία διαφορετικών πηγών. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να εξαχθούν από την παρατήρηση ενός συνασκούμενου ή ενός δασκάλου που παρατηρεί τη δεξιότητα, από τη λήψη προφορικής ανατροφοδότησης από έναν προπονητή που παρατηρεί τον ασκούμενο να εξασκείται στη δεξιότητα ή από την αισθητήρια ανατροφοδότηση του ασκούμενου που παράγεται μέσω της φυσικής εξάσκησης. (Ayres J.1972)

Μερικοί ασκούμενοι επιχειρούν πολύ την αυτό-ομιλία, καθοδηγώντας προφορικά τον εαυτό τους κατά τη διάρκεια της άσκησης. Αυτή η δραστηριότητα απαιτεί πολύ προσοχή και εμποδίζει τη μεθόδευση των ταυτόχρονων δραστηριοτήτων όπως είναι η στρατηγική για ολόκληρο το παιχνίδι και στοιχεία διαφόρων σχηματισμών. Αυτή όμως η προφορική δραστηριότητα είναι αποτελεσματική γι' αυτό το αρχικό στάδιο και διευκολύνει τη γρήγορη, αδρή προσέγγιση της δεξιότητας, θα πρέπει όμως αργότερα να σταματάει. (Lee1978)

Στο πρώτο στάδιο ο μαθητευόμενος ενδιαφέρεται να καταλάβει τη φύση της δραστηριότητας αναπτύσσοντας στρατηγικές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη διεξαγωγή της δραστηριότητας και καθορίζοντας τον τρόπο με τον οποίο αυτή θα μπορούσε να αξιολογηθεί. Οι προσπάθειες αυτές απαιτούν υψηλό βαθμό γνωστικότητας και προσοχής. Κατ' αυτόν τον τρόπο, το στάδιο αυτό αναφέρεται ως **γνωστικό στάδιο** της μάθησης. (Adams J.A 1971)

Όπως λέει και το ίδιο το όνομα του σταδίου, το πρώτο πρόβλημα του μαθητευόμενου είναι προφορικό και γνωστικό όπου οι κυρίαρχες ερωτήσεις

αφορούν την αναγνώριση του σκοπού, την αξιολόγηση της απόδοσης, το τι να κάνεις (και το τι να μην κάνεις), πότε να το κάνεις, πώς να πιάσεις ένα όργανο ή να σταθείς σ' αυτό, τι να κοιτάς και πολλά άλλα. (Lee1978) Στο στάδιο αυτό το άτομο πειραματίζεται με πλήθος στρατηγικών, εγκαταλείποντας αυτές που δεν έχουν αποτέλεσμα και διατηρώντας αυτές που έχουν. Η εκτέλεση τείνει να διαφοροποιείται γιατί πολλές στρατηγικές δοκιμάζονται για την εκτέλεση της δραστηριότητας. Παρόλα αυτά, σε αυτό το πρώτο στάδιο οι βελτιώσεις στην εκτέλεση είναι επίσης μεγάλες, μάλλον ως αποτέλεσμα επιλογής της πιο αποδοτικής στρατηγικής για τη δραστηριότητα. (Adams J.A1971)

Το δεύτερο στάδιο για την απόκτηση δεξιότητας περιγράφεται από τους Fitts και Posner ως **συσχετιζόμενο στάδιο**. Ως τώρα το άτομο έχει επιλέξει την καλύτερη στρατηγική για τη δραστηριότητα και τώρα αρχίζει να τη βελτιώνει. Έτσι, σε αυτό το στάδιο υπάρχει μικρότερη ποικιλομορφία στην εκτέλεση και η βελτίωση της μάθησης δεν είναι τόσο σημαντική, γιατί το άτομο επικεντρώνεται στη βελτίωση ενός συγκεκριμένου προτύπου, παρά στην επιλογή μεταξύ εναλλακτικών στρατηγικών. (Kurferrmann1991)

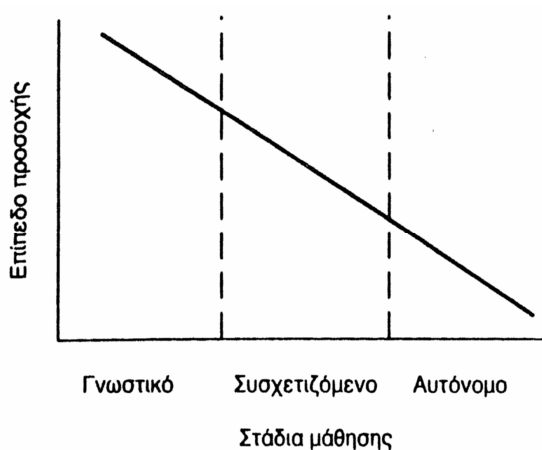
Αρκετοί παράγοντες που σχετίζονται με πιο αποτελεσματικά σχέδια κίνησης, αλλάζουν σημαντικά κατά τη διάρκεια της κινητικής φάσης. Η απόδοση βελτιώνεται γρήγορα. Υπάρχει κάποια αστάθεια από προσπάθεια σε προσπάθεια, όταν ο ασκούμενος επιχειρεί νέες λύσεις στα κινητικά προβλήματα. Όμως γενικά η σταθερότητα αυξάνεται σταδιακά και η κίνηση αρχίζει να ομαλοποιείται και να σταθεροποιείται. Η βελτιωμένη αποτελεσματικότητα των κινήσεων ελαττώνει το ενεργειακό κόστος και η αυτό-ομιλία γίνεται λιγότερο σημαντική για την απόδοση. Ο ασκούμενος ανακαλύπτει σημεία του περιβάλλοντος που του χρησιμεύουν σαν αποτελεσματικές οδηγίες για το συγχρονισμό. Η πρόβλεψη αναπτύσσεται γρήγορα, κάνοντας τις κινήσεις πιο μαλακές και λιγότερο βεβιασμένες. Επίσης ο μαθητευόμενος αρχίζει να χρησιμοποιεί τη δική του ανατροφοδότηση και να καθορίζει τα λάθη του. Αυτή η φάση γενικά διαρκεί κάπως περισσότερο από την προφορική-γνωστική φάση. Για πολλές δεξιότητες διαρκεί για εβδομάδες ή μήνες ή ακόμα περισσότερο αν έχει δυσκολία ο ασκούμενος. (Lee1978)

Ο ασκούμενος που έχει εισέλθει στο συσχετιζόμενο στάδιο αρχίζει να τροποποιεί ή να προσαρμόζει το κινητικό πρότυπο στις απαιτήσεις της κίνησης. Αυτό για παράδειγμα μπορεί να παρατηρηθεί σε μια νεαρή αθλήτρια

του τένις που είναι ικανή να κατευθύνει τα χτυπήματά της σε διαφορετικές περιοχές του γηπέδου επειδή καταλαβαίνει καλύτερα πως η θέση του σώματός της και η κίνηση των ποδιών πριν την επαφή της μπάλας μπορούν να αλλάξουν και έτσι να παραχθεί ένα διαφορετικό αποτέλεσμα. Παρόμοια, ένας ασθενής που εισέρχεται σ' αυτή τη φάση, είναι ικανός να ανακαλύπτει τα λάθη του και να λύνει προβλήματα ανεξάρτητα από το φυσικοθεραπευτή κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης. Έτσι η χρησιμοποίηση τεχνικών διευκόλυνσης και σωματικής καθοδήγησης είναι αντιπαραγωγική αφού ο ασθενής εισέλθει στο δεύτερο στάδιο μάθησης. (Ayres J.1972)

Το τρίτο στάδιο απόκτησης δεξιότητας έχει περιγραφεί ως **αυτόνομο στάδιο**. Οι Fitts και Posner καθόρισαν το στάδιο αυτό από την αυτοματοποίηση της δεξιότητας και του χαμηλού βαθμού προσοχής που απαιτείται για την εκτέλεση της, Έτσι, σε αυτό το στάδιο το άτομο μπορεί να επικεντρώνει την προσοχή του σε άλλες πλευρές της δεξιότητας του, όπως το να εξερευνά το περιβάλλον για εμπόδια που μπορεί να δυσχεράνουν την εκτέλεση, ή μπορεί να διαλέξει να επικεντρώσει την προσοχή του σε μια δευτερεύουσα πράξη (όπως το να μιλάει σε ένα φίλο ενώ εκτελεί τη δραστηριότητα), ή να εξοικονομεί ενέργεια, έτσι ώστε να μην κουραστεί. (Adams J.A 1971)

Οι ασκούμενοι σ' αυτό το στάδιο είναι ικανοί να εκτελέσουν σταθερά τον αναγκαίο αριθμό κινήσεων σε μια ποικιλία διαφορετικών κινητικών συνθηκών. Τα λάθη κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης γίνονται πολύ λιγότερα και η μάθηση κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου γίνεται πιο αργή καθώς οι λεπτές αλλαγές που είναι απαραίτητες για να βελτιωθεί η απόδοση ελέγχονται με μεγαλύτερη δυσκολία.



Εικόνα 22.
Οι μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της προσοχής συσχετιζόμενης με τα τρία στάδια της απόκτησης κινητικής δεξιότητας, όπως περιγράφονται από τους Fitts και Posner.

Έχει επίσης υποστηριχθεί ότι τα γνωστικά στοιχεία της εκτέλεσης δεν είναι πια προσιτά στον ασκούμενο ο οποίος έχει αφήσει σε μεγάλο βαθμό τον έλεγχο της κίνησης σε άλλα υποσυστήματα χαμηλότερων επιπέδων μέσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Ο ιατρός μπορεί να εισάγει δυσκολότερες συνθήκες κατά τη διάρκεια αυτής της θεραπευτικής περιόδου. Είναι δυνατές και οι συζητήσεις εφόσον ο ασθενής εκτελεί καλά τη δεξιότητα. Η εισαγωγή πολλαπλών δεξιοτήτων είναι επίσης δυνατή αν ο ασθενής έχει φτάσει σ' αυτό το επίπεδο μάθησης.

Ωστόσο, ο O'Sullivan (1994) προειδοποιεί ότι πολλοί ασθενείς που έχουν βιώσει τραυματικές κακώσεις στο κεφάλι οι οποίες επηρεάζουν τον κινητικό έλεγχο δε θα φτάσουν ποτέ σ' αυτό το επίπεδο εκτέλεσης. Ίσως αυτοί να εκτελούν σταθερά σε πολύ δομημένο ή σταθερό περιβάλλον αλλά οποιαδήποτε αλλαγή που καθιστά το περιβάλλον περισσότερο ασταθές ή απρόβλεπτο, καταλήγει συχνά σε μια δραματική χειροτέρευση της εκτέλεσης. (Ayres J.1972)

Χρησιμοποιώντας τη θεωρία αυτή για την κινητική μελέτη θα μάθουμε να πιάνουμε ένα ποτήρι με τον ακόλουθο τρόπο. Η πρώτη εμπειρία για να χρησιμοποιήσουμε το ποτήρι απαιτεί μεγάλη προσοχή και συνειδητή σκέψη. Μπορεί να κάνουμε πολλά λάθη και να ρίξουμε πολύ νερό, ενώ θα πειραματιζόμασταν με διάφορες στρατηγικές κίνησης για να ολοκληρώσουμε τη δραστηριότητα αυτή. Καθώς θα πηγαίναμε στο δεύτερο στάδιο, παρόλα αυτά, η κίνηση προς το ποτήρι θα βελτιωνόταν και θα χρησιμοποιούσαμε την πλέον ευνοϊκότερη στρατηγική. Σε αυτό το στάδιο η δραστηριότητα δεν θα απαιτούσε όλη την προσοχή μας. Στο τρίτο αυτόνομο στάδιο, θα ήμασταν ικανοί να φτάσουμε το ποτήρι, ενώ θα συζητάμε συγχρόνως ή θ' αρχίζουμε να απασχολούμαστε με άλλες δραστηριότητες. (Adams J.A 1971)

Αν και παραμένει δύσκολο να γνωρίζουμε πότε ακριβώς ο ασκούμενος εισέρχεται σε καθένα από αυτά τα στάδια, η περιγραφή του Fitts διευκρινίζει ωραία το πώς η κινητική συμπεριφορά αλλάζει σαν αποτέλεσμα της διδασκαλίας και της εξάσκησης. Έτσι παρέχει στο δάσκαλο των κινητικών δεξιοτήτων πολύτιμα συμπεράσματα από τα οποία θα αναπτύξει τις κατάλληλες στρατηγικές διδασκαλίας. Αυτή η περιγραφή της μάθησης συνεχίζει να κυριαρχεί σε διάφορα βιβλία διδασκαλίας και στη βιβλιογραφία που χρησιμοποιείται από δασκάλους και από θεραπευτές. (Ayres J.1972)

Περιορισμοί

Ο Schmidt σημειώνει ότι πολύ μικρό μέρος της έρευνας έχει εστιαστεί στο αυτόνομο στάδιο μάθησης, μερικώς γιατί θα έπαιρνε μήνες ή χρόνια για να φέρουμε πολλά άτομα σε αυτό το επίπεδο εργαστηριακής δεξιότητας. Για το λόγο αυτό δηλώνει ότι οι θεμελιώδεις αρχές που διέπουν την κινητική μάθηση στο στάδιο αυτό είναι τελείως άγνωστες. (Kupfermann 1991)

ε.Μια νέα προοπτική από τον Bernstein

Μια διαφορετική θεωρία για τη μαθησιακή διαδικασία έχει εμφανιστεί πρόσφατα στα συγγράμματα των οικολογικών θεωρητικών. Για τις ανάγκες μιας καλύτερης ονομασίας θα την ονομάσουμε νέα προοπτική του Bernstein. Αυτή η προοπτική μπορεί να ανιχνευτεί στα συγγράμματα του Bernstein (1967) στα οποία περιέγραψε τη μαθησιακή διαδικασία σε σχέση με τον «έλεγχο των επιπλέον βαθμών ελευθερίας». Σύμφωνα με τον Bernstein, η μάθηση μιας κινητικής δεξιότητας μπορεί να παρομοιαστεί με την επίλυση ενός προβλήματος, με το πρόβλημα να είναι το πώς θα τιθασευτούν οι πολλοί βαθμοί ελευθερίας που είναι διαθέσιμοι στο ανθρώπινο κινητικό σύστημα.

Συνδυάζοντας την ενστικτώδη λογική των αρχικών συγγραμμάτων του Bernstein και τις ιδέες που ενσωματώθηκαν σε μια οικολογική άποψη, η Vereijken (1991) προτείνει πρόσφατα ένα μοντέλο μάθησης τριών σταδίων που περιγράφει πως ο ασκούμενος προσπαθεί να χειριστεί τη δυναμική κίνησης ώστε να λύσει ένα δεδομένο κινητικό πρόβλημα. Κατά τη διάρκεια του **αρχάριου σταδίου**, ο ασκούμενος απλοποιεί το πρόβλημα αποκλείοντας ένα μέρος από τους βαθμούς ελευθερίας.

Αυτή η μείωση στον αριθμό των βαθμών ελευθερίας θεωρείται ότι επιτυγχάνεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος περιλαμβάνει την διατήρηση όλων των γωνιών των αρθρώσεων του σώματος σταθερών σε όλη τη διάρκεια της κίνησης και ο δεύτερος περιλαμβάνει τη δέσμευση ή σύζευξη πολλαπλών αρθρώσεων πρόσκαιρα έτσι ώστε να εξαναγκάζονται να κινούνται σχεδόν σε πλήρη συμφωνία. Δυστυχώς κάθε λύση οδηγεί σε μια άκαμπτη εκτέλεση που δεν ανταποκρίνεται στις αλλαγές του κινητικού περιβάλλοντος. Αρκεί η

παρατήρηση της άκαμπτης , αναγκαστικής αιώρησης της ράβδου από έναν αρχάριο παίχτη του μπέιζμπολ, που προσπαθεί να χτυπήσει μια μπαλιά, για να δει πόσο αντιπαραγωγικοί είναι αυτοί οι τύποι στρατηγικών «αποκλεισμού».

Ωστόσο, καθώς οι ασκούμενοι εισέρχονται στο **προχωρημένο στάδιο** αρχίζουν να επαναθέτουν βαθμούς ελευθερίας και να απελευθερώνουν πρόσθετους βαθμούς ελευθερίας. Αυτές οι ελευθερωμένες αρθρώσεις ενσωματώνονται τώρα σε μεγαλύτερες λειτουργικές μονάδες κίνησης ή, για να χρησιμοποιήσουμε την ορολογία των δυναμικών συστημάτων, σε συντονιστικές δομές. Στη διάρκεια αυτού του προχωρημένου σταδίου μάθησης, η δυναμική της κίνησης γίνεται πιο εμφανής στους ασκούμενους καθώς αρχίζει να αλλάζει την κινηματική που συνδέεται με την κίνηση. Η σχέση μεταξύ των αρθρώσεων και των συνδεόμενων μυϊκών συνεργιών αλλάζει, επιτρέποντας μερικές αρθρώσεις να συνεχίσουν να κινούνται με συγχρονισμό καθώς άλλες κινούνται ανεξάρτητα η μία από την άλλη. Το αποτέλεσμα είναι μια πιο σωστή εκτέλεση που μπορεί να προσαρμοστεί πιο εύκολα στις αλλαγές που συμβαίνουν στο κινητικό περιβάλλον.

Τελικά, η Vereijken υποθέτει ότι στη διάρκεια του **σταδίου εξειδίκευσης** της μάθησης, ο ασκούμενος συνεχίζει να ελευθερώνει επιπρόσθετους βαθμούς ελευθερίας και να αναδιοργανώνει άλλους, ώσπου όλοι οι βαθμοί ελευθερίας που χρειάζονται για να επιτευχθεί ο στόχος της δεξιότητας να χρησιμοποιηθούν με τον πιο οικονομικό τρόπο. Αυτό που διαφοροποιεί αυτό το στάδιο της μάθησης από το προηγούμενο είναι η ικανότητα του ασκούμενου όχι μόνο να χειρίζεται τους βαθμούς ελευθερίας του αλλά επίσης να εκμεταλλεύεται τις πρόσθετες παθητικές δυνάμεις (όπως αδράνεια και τριβή) που είναι εξωτερικές αλλά υπάρχουν στη συνθήκη της κίνησης. Έτσι, η σχέση μεταξύ της αντίληψης του ασκούμενου για το τι απαιτείται για να λύσει το κινητικό πρόβλημα και των εμφανιζόμενων δυναμικών της τελικής κίνησης αναπροσαρμόζεται μονίμως.(Ayres J.1972)

στ.Μοντέλο δύο σταδίων της Gentile

Μια άλλη διαδικασία μάθησης που απαιτεί συζήτηση αναπτύχθηκε από την Gentile (1972). Η περιγραφή της προσπάθησε να παρέχει αρχικά στους δασκάλους των κινητικών δεξιοτήτων μια πιο κατανοητή εξήγηση της απόκτησης κινητικών δεξιοτήτων σε σχέση με τις απόψεις που υπήρχαν σε πολλά διαθέσιμα βιβλία κινητικής μάθησης εκείνον τον καιρό. Η Gentile όχι μόνο μελετά πως η φύση του κινητικού περιβάλλοντος στο οποίο πρόκειται να εκτελεστεί η δεξιότητα επηρεάζει τη φύση της πληροφορίας που πρέπει να αποκτήσει ο ασκούμενος, αλλά επίσης παρέχει έναν αριθμό στρατηγικών διδασκαλίας που πρέπει να εφαρμόσει ο δάσκαλος για να διευκολύνει την πρόοδο ενός ασκούμενου μέσα σε κάθε στάδιο.

Σύμφωνα με το μοντέλο της Gentile, ο στόχος του ασκούμενου κατά τη διάρκεια του πρώτου από τα δύο στάδια μάθησης **είναι να αποκτήσει την ιδέα της κίνησης**-δηλαδή να ανακαλύψει πως πρέπει να οργανωθεί η κίνηση για να επιτευχθεί ένας συγκεκριμένος στόχος μέσα στις ανάγκες του κινητικού περιβάλλοντος. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, ο ασκούμενος πρέπει να αναγνωρίζει και να προσέχει επιλεκτικά εκείνα τα στοιχεία της δεξιότητας και του περιβάλλοντος που σχετίζονται άμεσα με την εκτέλεση. Η Gentile αναφέρθηκε σε αυτά τα σχετικά στοιχεία ως τις **ρυθμιστικές συνθήκες** που συνδέονται με το μαθησιακό περιβάλλον. Στην περίπτωση που ένα παιδί προσπαθεί, για παράδειγμα, να πιάσει μια μπάλα, οι ρυθμιστικές συνθήκες περιλαμβάνουν την μπάλα και την τροχιά της καθώς κινείται μέσα στο χώρο. Αυτά τα δύο χαρακτηριστικά καθορίζουν πως ο ασκούμενος οργανώνει το κινητικό πρότυπο του ώστε να φθάσει στην επιθυμητή θέση στο χώρο για να αλληλεπιδράσει επιτυχημένα με την μπάλα την κατάλληλη στιγμή. Το πώς μετά ο ασκούμενος προσανατολίζει στο χώρο το άκρο υποδοχής για να το τοποθετήσει και να υποδεχθεί την μπάλα, αποτελεί ένα δεύτερο σύνολο ρυθμιστικών συνθηκών τις οποίες πρέπει να επιλέξει προσεκτικά.

Η σύλληψη της ιδέας της κίνησης γίνεται συχνά περισσότερο δύσκολη για τον ασκούμενο από το γεγονός ότι άσχετα στοιχεία του περιβάλλοντος τον αποσπούν συχνά από την εκάστοτε δεξιότητα. Για να επιτευχθεί ο στόχος της κίνησης, πρέπει να αγνοήσει αυτές τις άσχετες ή **μη ρυθμιστικές συνθήκες**.

Όπως, ωστόσο, γνωρίζουμε από τη σχετική βιβλιογραφία για την ανάπτυξη των παιδιών, αυτό δεν είναι εύκολο για νεαρά παιδιά.

Καθώς ο ασκούμενος φτάνει στο δεύτερο στάδιο μάθησης, που περιγράφηκε από την Gentile (1972) σαν το στάδιο **σταθεροποίησης / προσαρμογής**, σκοπός του είναι να ταιριάξει το νέο αποκτημένο κινητικό πρότυπο στο περιβάλλον που πρόκειται να εκτελεστεί. Αν το περιβάλλον είναι γενικά σταθερό η έμφαση δίνεται στο να φτιάξει το κινητικό πρότυπο όσο το δυνατόν πιο σταθερό σε κάθε διαδοχική προσπάθεια. Για παράδειγμα, ένας αθλητής που προσπαθεί να μάθει μια καινούρια κατάδυση από βατήρα και ένας αθλητής της γυμναστικής που προσπαθεί να μάθει μια καινούρια άσκηση εδάφους, λειτουργούν σε ένα σταθερό περιβάλλον και γι' αυτό ενδιαφέρονται περισσότερο για την ανάπτυξη ενός κινητικού προτύπου που μπορεί να εκτελεστεί σταθερά σε κάθε προσπάθεια.

Από την άλλη μεριά, αν η δεξιότητα που μαθαίνεται πρόκειται να εκτελεστεί σε ένα μεταβαλλόμενο και συχνά απρόβλεπτο περιβάλλον, ο πρωταρχικός στόχος του αθλητή είναι να μάθει να διαφοροποιεί το κινητικό πρότυπο ώστε να επιτρέπει ευελιξία στην κίνηση. Αυτός είναι σίγουρα ο στόχος για έναν παίχτη του ποδοσφαίρου ο οποίος πρέπει να είναι ικανός να πασάρει την μπάλα σε άλλα μέλη της ομάδας από διάφορες θέσεις στάσης και κίνησης και σε μια ποικιλία διαφορετικών γωνιών. Η ανάπτυξη ενός ευέλικτου κινητικού προτύπου είναι επίσης ο στόχος ενός ασθενούς που μαθαίνει να περπατά ξανά. Μετά την ολοκλήρωση του αρχικού σταδίου εξάσκησης στο βάδισμα με τη χρησιμοποίηση παράλληλων ράβδων ή βοηθητικών μηχανημάτων, οι ασθενείς θα πρέπει να μάθουν να αλλάζουν το πρότυπο του βαδίσματος για να προσαρμόσουν τις αλλαγές στο έδαφος, την επιφάνεια και έναν αριθμό εμποδίων ή ανθρώπων που κινούνται κατά μήκος ενός συνωστισμένου διαδρόμου ή δρόμου. Παρόλο που το λειτουργικό μοντέλο της Gentile αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε αρχικά στον τομέα της φυσικής αγωγής για τη διδασκαλία των κινητικών δεξιοτήτων, η συγγραφέας έχει επεκτείνει πρόσφατα πολλές από τις ιδέες αυτού του μοντέλου στον τομέα της φυσικοθεραπείας.

Οι τρεις περιγραφές μάθησης που μόλις συζητήθηκαν αυξάνουν τη γνώση μας για τη μαθησιακή διαδικασία με έναν αριθμό διαφορετικών απόψεων. Ενώ ο Fitts μας βοηθά να κατανοήσουμε καλύτερα τη φύση των

γνωστικών και συμπεριφοριστικών διαδικασιών που χαρακτηρίζουν την πρόοδο του ασκούμενου μέσα στα διάφορα στάδια μάθησης, η Vereijken εξερευνά την εναλλασσόμενη σχέση μεταξύ της αντίληψης του ασκούμενου με το περιβάλλον στο οποίο πραγματοποιείται η μάθηση.

Η Gentile υιοθετεί στο λειτουργικό μοντέλο της μια όμοια προσέγγιση για την απόδειξη των δεξιοτήτων, λαμβάνοντας επίσης υπόψη πως η φύση του περιβάλλοντος στο οποίο θα εκτελεστεί τελικά μια δεξιότητα επηρεάζει τους στόχους που θα επιτευχθούν από τον ασκούμενο. Αυτό είναι εμφανές στην περιγραφή της για το δεύτερο στάδιο μάθησης. Η εφαρμογή των θεωρητικών κατασκευαστικών του μοντέλου της Gentile στην ανάπτυξη στρατηγικών διδασκαλίας που θα χρησιμοποιηθούν σε εφαρμοσμένες συνθήκες, διαχωρίζει το μοντέλο της από εκείνα που αναπτύχθηκαν από τον Fitts και την Vereijken.

Επιπλέον γνώση για τη διαδικασία μάθησης από θεωρητική πλευρά, είναι ότι οι τρεις αυτές διαφορετικές περιγραφές παρέχουν στον διδάσκοντα μια πολύπλευρη άποψη για τη μαθησιακή διαδικασία. Τονίζουν την εναλλασσόμενη φύση των γνωστικών διαδικασιών που χρησιμοποιούνται από τον ασκούμενο και εξηγούν την κίνηση που πρόκειται να δούμε σε διαφορετικά σημεία της μαθησιακής διαδικασίας. Η Vereijken και η Gentile τονίζουν στην ουσία, το σημαντικό ρόλο που παίζει το περιβάλλον στο οποίο πρόκειται να μαθευτεί μια δεξιότητα. Μόνο μελετώντας το άτομο σε συνάφεια με το περιβάλλον μάθησης, μπορούμε να καταλάβουμε πραγματικά όλες τις μεταβλητές που συμβάλλουν στη μάθηση. Οπλισμένος με αυτή τη γνώση ο διδάσκων ή ο φυσιοθεραπευτής μπορούν να συνεχίσουν να διαμορφώνουν το μαθησιακό περιβάλλον με τρόπο που να ενισχύει την ανάπτυξη ευνοϊκότερης μάθησης. (Ayres J.1972)

ζ.Επίδραση της κινητικής μάθησης στην ανάκτηση της λειτουργίας

Σύμφωνα με το Held, η εκπαίδευση είναι μια διαφορετική μορφή έκθεσης σε εμπλουτισμένο περιβάλλον στην οποία οι χρησιμοποιούμενες δραστηριότητες είναι μάλλον εξειδικευμένες παρά γενικευμένες. Οι Ojden και Franz έκαναν μια ενδιαφέρουσα μελέτη στο πλαίσιο της οποίας προκάλεσαν

ημιπληγία σε πιθήκους επιφέροντας βλάβες στον κινητικό φλοιό. Έπειτα διατύπωσαν τέσσερις τύπους μετεγχειρητικής εκπαίδευσης : (α) καθόλου θεραπεία, (β) γενική μάλαξη του ημιπληγικού χεριού, (γ) περιορισμός του υγιούς μέλους, και (δ) περιορισμός του υγιούς μέλους σε συνδυασμό με ερεθισμό του ημιπληγικού μέλους προκειμένου να κινηθεί με δυνατή ενεργητική κίνηση του ζώου. Ο τελευταίος τύπος ήταν ο μοναδικός που εμφάνισε ανάρρωση, η οποία συνέβη σε τρεις εβδομάδες.

Μια δεύτερη μελέτη του Black και των συνεργατών του, εξέτασε την ανάκτηση έπειτα από βλάβη στο πρόσθιο τμήμα του κινητικού φλοιού. Άρχισαν την εκπαίδευση αμέσως μετά την εγχείρηση ή σε τέσσερις μήνες, και αυτή διήρκεσε έξι μήνες. Ανακάλυψαν ότι η εκπαίδευση μόνο του προσβεβλημένου χεριού ή η εκπαίδευση και των δυο χεριών ήταν πιο αποτελεσματική από την εκπαίδευση μόνο του φυσιολογικού χεριού. Όταν η εκπαίδευση καθυστερούσε, η ανάκτηση ήταν χειρότερη από ότι όταν άρχιζε αμέσως μετά τη βλάβη.

Ο Held συμπέρανε ότι η ανάκτηση επηρεάζεται από την κατάσταση του συστήματος την ώρα της βλάβης και ότι η εκπαίδευση μετά τη βλάβη βελτιώνει σημαντικά την ανάκτηση, όταν παρέχεται αμέσως μετά τη βλάβη και είναι συγκεκριμένη για το μέλος που προσβλήθηκε. (Shumway- Cook, Woolacott. Motor Control Theory and Practical Application)

Επίλογος-συμπεράσματα

Τι είναι ο κινητικός έλεγχος ; Τι είναι κινητική μάθηση; Είναι ερωτήματα τα οποία είναι απαραίτητο να απαντηθούν για την αποτελεσματικότερη αποκατάσταση όχι μόνο προβλημάτων σε παιδιά αλλά και σε ενήλικες.

Ορίστηκε ως κινητικός έλεγχος η μελέτη των θέσεων και κινήσεων του ανθρωπίνου σώματος καθώς και οι λειτουργίες του εγκεφάλου που διέπουν τις θέσεις και τις κινήσεις (V. Brooks 1986).Επιπλέον οι θεωρίες του κινητικού ελέγχου και κατ' επέκταση της κινητικής μάθησης παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην θεραπευτική παρέμβαση γι' αυτόν ακριβώς τον λόγω κάναμε μια λεπτομερή περιγραφή των θεωριών αυτών. Πιο συγκεκριμένα οι θεωρίες του κινητικού ελέγχου έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη κλινικών εφαρμογών, με τον θεραπευτή να εφαρμόζει υποθέσεις από αυτές τις θεωρίες για να βελτιώσει τον έλεγχο της κίνησης.

Έτσι, η προσέγγιση που διαλέγει ο θεραπευτής όταν αξιολογεί και αναλαμβάνει την αποκατάσταση ενός ασθενή με κινητικές διαταραχές βασίζεται τόσο σε σαφείς όσο και σε ασαφείς υποθέσεις που σχετίζονται με κάποια υποκείμενη θεωρία του κινητικού ελέγχου. Η επιστημονική θεωρία παρέχει ένα πλαίσιο που επιτρέπει την ολοκλήρωση των πρακτικών ιδεών σε μια γενικότερη φιλοσοφία θεραπείας.

Όπως έχουμε αναφέρει στη εργασία μας μια θεωρία δεν είναι απόλυτα σωστή ή λανθασμένη, αλλά κρίνεται από το αν είναι περισσότερο ή λιγότερο χρήσιμη για την επίλυση των προβλημάτων που παρουσιάζονται σε ασθενείς με κινητική δυσλειτουργία. Όπως αλλάζουν οι επιστημονικές υποθέσεις σε σχέση με τα βασικά στοιχεία που ελέγχουν την κίνηση, έτσι αλλάζουν και οι κλινικές εφαρμογές που σχετίζονται με την αξιολόγηση και τη θεραπεία του ασθενούς με κινητικό πρόβλημα.

Αυτό που απαιτείται τέλος από τους θεραπευτές είναι λοιπόν βαθιά γνώση και ουσιαστική μόρφωση για να αποδείξουν την εγκυρότητα των μεθόδων που ακολουθούν. Πρέπει να αναφέρουμε ότι η θεραπευτική παρέμβαση δεν πρέπει να βασίζεται σε μια μόνο θεωρία αλλά σε ένα συνδυασμό αυτών ανάλογα με το πρόβλημα του κάθε ασθενούς .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Adams JA. A closed-loop theory of motor learning. J Motor Behave 1971. 3:111-150
2. Ayres J. Sensory intergration and learning disorders. Los Angeles: Western Psychological Services. 1972.
3. Bernstein N. The coordination and regulation of movement. London: Pergamont Press, 1967.
4. Bilodeau EA, Bilodeau IM, Schumsky DA. Some effects of introducing and with drawing knowledge of results early and late in practice. J Exper Psych 1959. 58:142-144.
5. Bobath B. Abnormal postural reflex activity caused by brain lesions. London: Heinemann, 1965:8.
6. Bobath B, Bobath K. Motor development in different types of cerebral palsy. London : Heinemann, 1976.
7. Bobath K, Bobath B. The neurodevelopmental treatment. In: Serutton D, ed. Management of the motor disorders of cerebral palsy. Clin Dev Med No 90. London: Heinemann, 1984: 6-18.
8. Brooks VB. The neural basis of motor control. New York: Oxford University Press, 1990.
9. Brunnstrom S. Movement therapy in hemiplegia. New York: Harper & Row. 1970.
10. Carpenter RHS. Neurophysiology (third edition).

11. Connolly K. Neurophysiology and Neurophysiology of Motor Development. University of Sheffield, England, Forssberg H, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden.

12. Crutchfield C, Barnes M. Motor Control and Motor Learning in rehabilitation.

13. Crutchfield CA, Heriza CB, Herdman S. Motor control. Morgantown, WV: Stokesville Publishers, στον τύπο

14. Debra J.R. Κινητική Μάθηση και Κινητικός Έλεγχος. Μετάφραση: Δέσπη Β, Κουρτέσης Θ, Μιχαλοπούλου Μ, Τζέτζης Γ.

15. Fisher A, Bundy AC. Sensory integration theory. In: Forssberg H, Hirschfeld H, eds. Movement disorders in children. Basel: Karger, 1992:16-20.

16. Fitts PM, Posner MI. Human performance. Belmont, CA: Brooks/Cole, 1967.

17. Foerster O. The motor cortex in man in the light of Hughlings Jackson's doctrines. Στο: Payton OD, Hirt S, Newman R, eds. Scientific bases for neurophysiologic approaches to therapeutic Exercise. Philadelphia: FA Davis, 1977: 13-18.

18. Forssberg H, Grillner S, Rossignol S. Phase dependent reflex reversal during walking in chronic spinal cats. Brain Res 1975; 85:103-107.

19. Gallister, CR. The organization of action: a new synthesis. Hillsdale, NJ.: Lawrence Erlbrann, 1980.

20. Gesell A, Amatruda CS. Developmental diagnosis. 2nd ed. New York:Paul B. Hoeber, 1947.

21. Gesell A. Behavior patterns of fetal infant and child. Genetics proceedings of the association for research in nervous and mental disease 1954: 33: 114.

22. Gibson JJ. The senses considered as perceptual systems. Boston: Houghton Mifflin, 1966.

23. Gordon J. Assumptions underlying physical therapy intervention: theoretic and historical perspectives. Στο: CJH, Shepherd RB, Gordon J, et al, Movement sciences: foundations for physical therapy in rehabilitation. Rockville, Md: Aspen publishers, 1987:1-30.

24. Green PH. Problems of organization of motor systems. Στο: Rosen R, Snell FM, eds. Progress in theoretical biology. San Diego: Academic Press, 1972: 304-338.

25. Grillner S. Control of locomotion in bipeds, tetrapods and fish. Στο: Geiger SR, ed Handbook of physiology, vol 2 Bethesda, MD: American Physiological Society, 1981: 1179-1236.

26. Horak F. Assumptions underlying motor control of neurologic rehabilitation. In: Contemporary management of motor control problems. Proceedings of the 2 Step Conference. Alexandria, VA: APTA, 1991: 11-27.

27. Horak F. Assumptions underlying motor control for neurologic Rehabilitation. Στο: Contemporary management of motor control Problems. Proceedings of the II Step Conference. Alexandria, VA: APTA, 1992: 11-28.

28. Horak F, Shumway –Cook A. Clinical implications of postural control research. In : P Duncan, ed. Balance. Alexandria, VA: APTA, 1990: 105-111.

29. Ivoss D, Ionta M, Myers B. Proprioceptive neuromuscular facilitation: patterns and techniques. 3rd ed. New York: Harper & Row.1985.
30. Ivry.R. Representational issues in motor learning: phenomena and theory. Στο: Keele S, Heuer H, eds. Handbook of perception and action: motor skills. New York: Academic Press, in press.
31. Kamm K, Thelen E, Jensen J. A dynamical systems approach to Motor Development. Movement science/ APTA.
32. Kandel E, Schwartz JH, Jessel TM, eds. Principles of Neuroscience. 3rd ed. New York: Elsevier, 1991: 420-439.
33. Kelso JAS, Tuller B. A dynamical basis for action systems. Στο: Gazzaniga MS, ed Handbook of cognitive neuroscience. NY: Plenum Press, 1984: 321-356.
34. Kerv R, Booth B. Skill acquisition in elementary school children and schema theory. Στο: Landers DM, Christina RW, eds. Psychology of motor behavior and sport, vol 2. Champaign, IL: Human kinetics, 1977.
35. Kugler PN, Turvey MT. Information, natural law and self assembly of rhythmic movement. Hillsade, NJ: Erlbaum, 1987.
36. Kupfermann I. Learning and memory. Στο: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, eds. Princes of neuroscience. 3rd ed. New York:Elsevier, 1991:997-1008.
37. Lee DN. The functions of vision. Στο: Pick H, Saltzman E, eds. Modes of perceiving and processing information. Hillsdale, NJ. Erlbaum, 1978.

38. Magnus R. Animal Posture (Croonian lecture). Proc Roy Soc London 1925· 98: 339.
39. Magnus R. Some results of studies in the physiology of posture. Lancet 1926· 2: 531-585.
40. Mayston M. The Bobath concept: evolution and application. In: Forsberg H, Hirschfeld H, eds. Movement disorders in children. Med Sport Sci Basel: Karger, 1992.
41. Mc Graw M. Neuromuscular maturation of the human infant. New York:Hafner Press, 1945.
42. Minor MA. Proprioceptive neuromuscular facilitation and the approach of Rood. In: Contemporary management of motor control problems. Proceedings from the 2 Step Conference. Alexandria, VA:APTA, 1992:137-139.
43. Montgomery P. Neurodevelopmental treatment and sensory integrative theory. Contemporary management of motor control problems. Proceedings from 2 Step. Alexandria VA: APTA, 1991.
44. Newell KM. Motor skill acquisition. Annu Rev Psychol 1991. 42 :213-237
45. Reed ES. An outline of a theory of action systems. Journal of Motor behavior. 1982· 14: 98-134.
46. Rosenbaum D. Human motor control. New York: Academic Press, 1991.
47. Rothstein JM, Echtertnach JL. Hypothesis oriented algorithm for clinicians: a method for evaluation and treatment planning. Phys Ther 1986. 66:1388-1394.

48. Rummelhart DE, Mc Celland JL, eds. Parallel distributed Processing, exploration in the microstructure of cognition, Vol 1: foundations. Cambridge Mass: MIT Press, 1968.

49. Schaltenbrand G. The development of human motility and motor disturbances. Arch Neurol Pysiatr 1928: 20: 720-730.

50. Schmidt R.A. A schema theory of discrete motor skill learning. Psychol Rev 1975. 82:225-260.

51. Schmidt R.A. Κινητική μάθηση και απόδοση. Μετάφραση; Ελιζάνα Πολλάτου.

52. Schmidt R. Motor and action perspectives on motor behaviour. Στο: Meijer OG, Roth K, eds. Complex movement behavior: The motor action controversy. Amsterdam: Elsevier, 1988: 3-44.

53. Schmidt R.A. Motor control and learning. 2nd edition Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.

54. Schmidt RA. Motor Learning principles for physical therapy. Στο: Contemporary management of motor control problems. Proceedings of the II Step Conference. Alexandria, VA: APTA, 1992: 49-62.

55. Scholz J. Dynamical Pattern Theory- Some Implications for Therapeutics. Movement Science/ APTA.

56. Shapiro DC, Schmidt R.A. The schema theory: recent evidence and developmental implications. Στο: Kelso FAS, Clark JE, eds. The development of movement control and coordination. New York: John Wiley & Sons, 1982:113-173.

57. Shepard K. Theory: criteria, importance and impact. Στο: Contemporary management of motor control problems: proceeding of the 2 Step Conference. Alexandria, VA: APTA, 1991:5-10
58. Shumway-Cook A, Horak FB. Balance rehabilitation in the neurological patient. Seattle: NERA, 1992.
59. Shumway- Cook A, Woolacott M. Motor Control Theory and Practical Application.
60. Stockmyer S. An interpretation of the approach of Rood to the treatment of neuromuscular dysfunction. Am J Phys Med. 46: 950-955.
61. Thelen E, Kelso JAS, Fogel A. Self organizing systems and infant Motor development. Developmental review 1987;7: 39-65.
62. Tuldesley Barbara, Gvieve I. Jane. Μύες Νεύρα και Κίνηση.
63. Weisz S. Studies in equilibrium reaction. J. Nerv Ment Dis 1938· 88: 150-162.
64. Wilson DM. The central nervous control of flight in a locust. J.Ex.p Biol. 1961·38: 471-490.

