

3

Ο κινητικός συντονισμός, ο κινητικός έλεγχος και η ανάπτυξη των κινητικών δεξιοτήτων

Karl M. Newell και Matheus M. Pacheco

Εισαγωγή

Οι θεμελιώδεις μορφές του κινητικού συντονισμού, του κινητικού ελέγχου και των κινητικών δεξιοτήτων, κατά κύριο λόγο, εμφανίζονται από την αναπτυξιακή βρεφική ηλικία (Bayley, 1936· Gesell, 1928· McGraw, 1943· Shirley, 1931· Thelen & Smith, 1994), έως το τέλος της παιδικής ηλικίας (Henderson, Sugden, & Barnett, 2007· Sugden & Wade, 2013· βλ. Haywood και Getchell, κεφάλαιο 1, σε αυτό το βιβλίο). Ωστόσο, πραγματοποιείται μια συνεχής προσαρμογή και γενίκευση των κινητικών δεξιοτήτων από την ηλικία της ωρίμανσης, η οποία μάλιστα συνεχίζει ως την ενήλικη φάση της ζωής ενός ατόμου. Από κοινού, αυτές οι αλλαγές στην κινητική συμπεριφορά οδηγούν στο μεγάλο εύρος των κινητικών μοτίβων και των κινητικών εκτελέσεων, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία και επιδεξιότητα, όταν τα άτομα συμμετέχουν σε κινήσεις. Το γήρας, οι ασθένειες και οι τραυματισμοί μπορούν να αναστείλουν τα επίπεδα απόκτησης και απόδοσης νέων και εδραιωμένων δεξιοτήτων και ακόμη να μειώσουν το εύρος των δραστηριοτήτων που μπορεί να εκτελέσει ένα άτομο. Επομένως, αν το αναλογιστούμε διαχρονικά, υπάρχει τόσο τελειοποίηση, αλλά και μείωση του πιθανού εύρους των κινητικών μορφών κατά την κίνηση (Newell & Morrison, 2016), που επηρεάζεται από το συνδυασμό των περιορισμών που προέρχονται από το άτομο, το περιβάλλον και τη δεξιότητα (Newell, 1986).

Το επίκεντρο αυτού του κεφαλαίου είναι στις δυναμικές προσεγγίσεις για την κατανόηση της κινητικής μάθησης και της κινητικής ανάπτυξης, από την γέννηση έως το τέλος της παιδικής ηλικίας. Το κεντρικό και γενικό χαρακτηριστικό της κινητικής μάθησης και της κινητικής ανάπτυξης είναι η αλλαγή στις θεμελιώδεις ιδιότητες της κινητικής συμπεριφοράς, με την πάροδο του χρόνου: ειδικότερα, στον κινητικό συντονισμό, στον κινητικό έλεγχο και στις κινητικές δεξιότητες (Newell,

1985). Αυτή η αλλαγή μέσω της μάθησης και της ανάπτυξης μέχρι τα τελευταία χρόνια της παιδικής ηλικίας φαίνεται σα να βρίσκεται σε μια συνεχή και μία ασυνεχή ροή της κινητικής συμπεριφοράς, η οποία εξελίσσεται δια βίου (Muchisky, Gershkoff-Stowe, Cole, & Thelen, 1996· Newell & Morrison, 2016· Savelsbergh, van der Maas, & van Geert, 1999).

Η θεωρητική προσέγγιση του κεφαλαίου εστιάζει στη θεωρία της δομής του κινητικού συντονισμού (Kugler, 1986· Kugler, Kelso, & Turvey, 1980, 1982) και στα σχετικά με αυτή πλαίσια, τόσο των δυναμικών συστημάτων, όσο και των οικολογικών εννοιολογικών πλαισίων, με στόχο την αυτο-οργάνωση στον κινητικό συντονισμό, τον κινητικό έλεγχο και τις κινητικές δεξιότητες (Kelso, 1995· Turvey, 1990· Newell, Liu, & Mayer-Kress, 2001). Αυτή η προσέγγιση υποστηρίζει ότι, η σειρά που παρατηρείται στην κινητική συμπεριφορά είναι ένα χαρακτηριστικό που αναδύεται εκ των υστέρων, από την αλληλεπίδραση των υποσυστημάτων που υπάρχουν στο ανθρώπινο κινητικό σύστημα και τα οποία επηρεάζονται από τους περιορισμούς που προέρχονται από το άτομο, τη δεξιότητα και το περιβάλλον. Η θεωρία των περιορισμών στα δυναμικά συστήματα παρέχει ένα εννοιολογικό πλαίσιο, το οποίο θέτει υπό αμφισβήτηση τη χρησιμότητα της διατήρησης της έμφασης στην ωρίμανση – κινητική μάθηση μαζί με το διαχωρισμό της δεξιότητας και της ηλικίας, τα οποία έχουν υποστηρίξει την για πολύ καιρό επικρατούσα θέση, ότι η κινητική μάθηση και η κινητική ανάπτυξη είναι δυο διαφορετικοί τομείς μελέτης. Συγκεκριμένα, επικεντρωνόμαστε σε κοινές αρχές για την απόκτηση του κινητικού συντονισμού στα κινητικά μοτίβα των παιδιών και στη συμβατότητα τους με εκείνα τα μοτίβα της απόκτησης του κινητικού συντονισμού, στο τέλος της παιδικής ηλικίας και της κινητικής μάθησης των ενηλίκων (Newell & van Emmerik, 1990· Newell & Liu, 2014).

Η απόκτηση του κινητικού συντονισμού, του κινητικού ελέγχου και των κινητικών δεξιοτήτων στα παιδιά αναφέρεται σε αυτό το βιβλίο στα πλαίσια της πρότασης του Bernstein (1967) που ισχυρίζεται ότι η απόκτηση των δεξιοτήτων αντικατοπτρίζει την επιδέξια διαχείριση των εφεδρικών βαθμών ελευθερίας. Το εννοιολογικό πλαίσιο του Bernstein (1967, 1996) έχει καθοδηγήσει τη δυτική βιβλιογραφία για περίπου 50 χρόνια (συμπεριλαμβανομένης της θεωρίας της δομής του κινητικού συντονισμού) και είναι διδακτικό να αναλογιστούμε τη συνεισφορά του και την τωρινή του σύνδεση με την κινητική μάθηση και την κινητική ανάπτυξη. Το κεφάλαιο επικεντρώνεται στους τρεις τομείς του προβληματισμού του Bernstein, και πιο συγκεκριμένα: α) τον αριθμό και την φύση των βαθμών ελευθερίας που ελέγχονται β) την τροχιά αλλαγής των μοτίβων που εμφανίζονται στον κινητικό συντονισμό και γ) την εφεδρεία και τη μεταβλητότητα για την επίλυση του κινητικού συντονισμού και του κινητικού ελέγχου – όλα εκ των οποίων αλλάζουν διαχρονικά, ως λειτουργία των περιορισμών που προέρχονται από τη δεξιότητα, μέσα στις συνθήκες της κινητικής μάθησης και της κινητικής ανάπτυξης. Το θεωρητικό πλαίσιο παρέχει μια βάση για να προχωρήσουμε πέρα από τις κλασικές περιγραφές της εμφάνισης της αλληλουχίας και της γενίκευσης της θεμελιώδους κίνησης.

Η αλληλουχία και η γενίκευση της θεμελιώδους κίνησης

Τα μονοπάτια της αλλαγής στην κινητική μάθηση και την κινητική ανάπτυξη είναι μη γραμμικά και ασυνεχή και όχι γραμμικά και συνεχή (Kugler και συν., 1980, 1982· Savelsbergh και συν., 1999). Υπάρχουν αναπτυξιακές αλλαγές σε όλα τα υποσυστήματα του ατόμου που ωριμάζει, οι οποίες μπορούν να συνεισφέρουν στην εξελισσόμενη κινητική συμπεριφορά που εκδηλώνεται κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα και μια όχι τόσο καλά μελετημένη πλευρά αυτής της συμπεριφοράς είναι η περίοδος της εφηβείας, κατά την οποία το άτομο περνάει από γρήγορες αλλαγές σε πολλά επίπεδα του συστήματος και πιο εμφανώς στις φυσικές εκφράσεις της σωματικής κλίμακας με την μορφή του ύψους, του βάρους και της δύναμης (Newell, 1984).

Αυτές οι αλλαγές στη μορφή και τη λειτουργία του σώματος δημιουργούν προκλήσεις για το σύστημα αντίληψη-κίνηση που αναπτύσσεται και για την κινητική ανάπτυξη, δια βίου. Συνεπώς, ένα κεντρικό χαρακτηριστικό της κινητικής ανάπτυξης είναι η ικανότητα του συστήματος (αναπτυξιακή κατάσταση) να εμπλακεί επιτυχώς σε ένα μεγάλο εύρος κινητικών μορφών και στόχων των δεξιοτήτων. Η κινητική ανάπτυξη υλοποιεί ένα αυξανόμενο εύρος κινητικών μοτίβων και δεξιοτήτων που μπορούν να οργανωθούν, ώστε να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος και της δεξιότητας (βλ. κεφάλαιο 1).

Η εμφάνιση της θεωρίας της δομής του κινητικού συντονισμού έδωσε έμφαση στην δομή της αυτο-οργάνωσης για τη διαμόρφωση και την εμφάνιση των κινητικών μοτίβων (Kugler και συν., 1980, 1982). Αυτό, με τη σειρά του, έδωσε ανανεωμένη ώθηση στην μελέτη της κινητικής ανάπτυξης (Kugler, 1986· Newell, 1986· Savelsberg και συν., 1999· Thelen, 1986· Thelen & Smith, 1994) και έναν τρόπο να μελετήσουμε τους περιορισμούς στην κίνηση και να κινηθούμε πέρα από τους περιορισμούς του παραδοσιακού διαχωρισμού που προκύπτει από την αντιπαράθεση για την ωρίμανση έναντι της κινητικής μάθησης (βλ. Sugden & Wade, 2013 για μια πρόσφατη ανασκόπηση αυτών των ζητημάτων).

Ο κινητικός συντονισμός, ο κινητικός έλεγχος και η κινητική δεξιότητα ως ενσωματωμένες δομές

Ο Bernstein (1967, 1996) μελέτησε τον κινητικό συντονισμό ως αντανάκλαση μιας δραστηριότητας, η οποία εγγυάται ότι μια κίνηση έχει ομοιογένεια, συνοχή και δομική ενότητα. Ήταν με βάση αυτό το υπόβαθρο που ο Kugler και οι συνεργάτες του (1980) έθεσαν τη βάση για μια ενσωματωμένη ένθετη περιγραφή των δομών του κινητικού συντονισμού, του κινητικού ελέγχου και της κινητικής δεξιότητας (Newell, 1985). Ο κινητικός συντονισμός είναι η λειτουργία που περιορίζει τις πιθανές ελεύθερες μεταβλητές σε μια μονάδα συμπεριφοράς. Ο κινητικός έλεγχος είναι η διαδικασία με την οποία οι τιμές των παραμέτρων απεικονίζονται στη λειτουργία. Η κινητική δεξιότητα αντικατοπτρίζει το βαθμό στον οποίο οι βέλτιστες τιμές σχετίζονται με τις ελεγχόμενες μεταβλητές.

Με βάση αυτή την άποψη, ο κινητικός συντονισμός αντικατοπτρίζεται λειτουργικά στις μεταβλητές που σχετίζονται με την κίνηση στην οποία παρατηρείται (Turvey, 1990), ενώ ο κινητικός έλεγχος αντικατοπτρίζεται στις αλλαγές των κλιμακωτών τιμών της λειτουργίας της κίνησης. Ας σκεφτούμε το παράδειγμα του βαδίσματος. Το βάδισμα μπορεί να οριστεί ως μια όρθια μετακίνηση, η οποία παρουσιάζει μία αντίθεση στην κίνηση των ποδιών, μία ετερόπλευρη ομοιότητα και μια αντίθεση στην ίδια πλευρά του σώματος όταν αναφερόμαστε στη σχέση της κίνησης ανάμεσα στα χέρια και τα πόδια. Επίσης, το ένα πέλμα έχει πάντα επαφή με το έδαφος. Αυτή η περιγραφή αφορά στην ταυτόχρονη εκτέλεση στο χώρο και τον χρόνο των κινήσεων όλων των μελών του σώματος – δηλαδή, τον κινητικό συντονισμό ολόκληρου του σώματος. Σαφώς, τα άτομα μπορούν να βαδίσουν πιο γρήγορα, ή πιο αργά, αλλά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της κινηματικής ανάλυσης της κίνησης διατηρούνται στον κινητικό συντονισμό του βαδίσματος. Το χαρακτηριστικό της γρήγορης/αργής κλιμάκωσης της ταχύτητας της κίνησης θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι, επηρεάζει τον κινητικό συντονισμό του βαδίσματος. Σε κάποιες περιπτώσεις, ίσως είναι απαραίτητη η προσαρμογή του ρυθμού του βαδίσματος στα πλαίσια της αποτελεσματικότητας και της ροής και της μετατροπής της ενέργειας – αυτή η ρύθμιση των παραμέτρων του κινητικού συντονισμού και του ελέγχου που αποκτάται, αντανακλά, επομένως, μια έκφραση της κινητικής δεξιότητας.

Από την θεωρία της δομής του κινητικού συντονισμού, η σειρά που παρατηρείται στις σχετιζόμενες μεταβλητές (δηλ. στον κινητικό συντονισμό) θεωρείται ότι είναι μία εκ των υστέρων συνέπεια και δεν υπαγορεύεται από τις δομές που βρίσκονται ψηλότερα στην ιεραρχία. Συνεπώς, οι ενσωματωμένες δομές του κινητικού συντονισμού, του κινητικού ελέγχου και των κινητικών δεξιοτήτων είναι οι ιδιότητες, οι οποίες εμφανίζονται. Αυτό δε σημαίνει ότι κάθε μια από τις έννοιες του κινητικού συντονισμού, του κινητικού ελέγχου και των κινητικών δεξιοτήτων εκφράζουν ανεξάρτητες διαδικασίες, αντιθέτως οι αντίστοιχοι περιορισμοί που προέρχονται από τη δεξιότητα, το άτομο και το περιβάλλον άμεσα, ή έμμεσα τονίζουν τον ένα, ή τον άλλο τομέα της κίνησης. Αυτό το θεωρητικό υπόβαθρο σχετίζεται με τα ζητήματα αυτού του κεφαλαίου επειδή το πρόσφατο επιστημονικό μας έργο παρουσίασε σε θεωρητικό και πειραματικό επίπεδο ότι, η λειτουργία της μάθησης είναι *διαφορετική* για τις δεξιότητες που εξελίσσονται κοντά στο σταθερό σημείο, παρά τις όποιες συνθήκες δημιουργίας έστω και μικρής αστάθειας κατά την κλιμάκωση της κίνησης (Mayer-Kress, Liu, & Newell, 2006 Newell και συν., 2001, 2009) σε σχέση με εκείνες τις δεξιότητες που προκαλούν μετάβαση(-εις) (Liu, Mayer-Kress, & Newell, 2006, 2010), κατά την υλοποίηση της εκμάθησης ενός νέου μοτίβου κινητικού συντονισμού. Για παράδειγμα, οι Langendorfer και Roberton (2002) για την απόκτηση της δεξιότητας της ρίψης μια μπάλας πάνω από τον ώμο με στόχο την απόσταση, σε παιδιά, έδειξαν ότι το κινητικό μοτίβο του βραχίονα έχει ποιοτικές διαφορές πριν και μετά την απόκτηση της δεξιότητας της περιστροφής του κορμού: η περιστροφή του κορμού φαίνεται να προσθέτει την προς τα εμπρός κίνηση του βραχίονα και την επιβράδυνση του πήχη, κάτι που παρατηρείται συχνά – μια μετάβαση ανάμεσα

σε δυο μοτίβα. Αυτό το μοτίβο αλλαγής διαφέρει από το μοτίβο ενός ατόμου, το οποίο ήδη παρουσιάζει το «ώριμο» μοτίβο ρίψης και βελτιώνει την απόδοση αργά και συνεχόμενα.

Τα συμπεριφορικά πλαίσια της ανάλυσης

Οι κινήσεις επηρεάζονται εν μέρει από το στόχο, στον οποίο κατευθύνεται η αλληλουχία της κίνησης. Αυτή η ερμηνεία έχει οδηγήσει στο να είναι το αποτέλεσμα της βαθμολόγησης της κίνησης, το πρωταρχικό ενδιαφέρον της αλλαγής στην κινητική μάθηση. Στην απόκτηση των οντογενετικών κινητικών δεξιοτήτων δίνεται έμφαση στην σταδιακά αυξανόμενη και συνεχή αλλαγή στο αποτέλεσμα της απόδοσης, όπως αντικατοπτρίζεται, μέσω της εξάσκησης, στις καμπύλες μάθησης (Newell & Rosenbloom, 1981). Στις φυλογενετικές δεξιότητες, οι μετρήσεις ασυνεχών αλλαγών και η εμφάνιση νέων κινητικών μορφών είναι πρωταρχικής σημασίας με λιγότερη, ή λίγη έμφαση στην αλλαγή ενός βαθμολογικού αποτελέσματος στην κινητική ανάπτυξη. Η διάκριση των δεικτών του αποτελέσματος και της κίνησης στη μέτρηση της αλλαγής στην κινητική μάθηση και την κινητική ανάπτυξη γίνεται, ωστόσο, ολοένα και λιγότερο σαφής μέσα από προσπάθειες της ενσωμάτωσής τους σε σύγχρονες μελέτες που αφορούν την κίνηση και τη δραστηριότητα. Επιπλέον, η σχέση τους είναι μια πηγή εφεδρείας του συστήματος και υπάρχει αυξανόμενη εμπειρική έρευνα σχετικά με το ότι, το ανθρώπινο κινητικό σύστημα κατά την κίνηση εκμεταλλεύεται την πληθώρα των δυνατοτήτων του για παραγωγή κινητικών μοτίβων (π.χ., τις διαφορετικές κινήσεις των αρθρώσεων), ώστε να πετύχει ένα δεδομένο αποτέλεσμα.

Υπάρχει μια αυξανόμενη θεωρητική επιρροή από την προσέγγιση των δυναμικών συστημάτων στην κινητική μάθηση και την κινητική ανάπτυξη και των τεχνικών οφελών από την καταγραφή και την ανάλυση της δυναμικής της κίνησης, συμπεριλαμβανομένων των κινητικών μορφών. Από την άλλη, αυτές οι εξελίξεις στην ανάλυση της κίνησης κατά την εκτέλεση, έχουν επιφέρει τη νέα πρόκληση της αιτιολόγησης, αναφορικά με το ποιες ιδιότητες της κίνησης σχετίζονται με τη θεωρία της αλλαγής στην κινητική μάθηση και την κινητική ανάπτυξη. Επικεντρώνουμε την ανάλυσή μας, για την αλλαγή στην κινητική μάθηση και την κινητική ανάπτυξη, στη συμπεριφορική μακροσκοπική κίνηση και στις ιδιότητες των αποτελεσμάτων, κατά την εκτέλεση της κίνησης και της σχέσης τους με την κίνηση, αν και υπάρχει στις μέρες μας εκτεταμένη έρευνα άλλων επιπέδων ανάλυσης (εγκεφαλική δραστηριότητα – π.χ., ηλεκτροεγκεφαλογράφημα-EEG, λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού-fMRI)· μυϊκή δραστηριότητα – ηλεκτρομυογράφημα-EMG κλπ.)

Ο πίν. 3.1 παρουσιάζει την πρωταρχική σημασία των τριών συμπεριφορικών εννοιολογικών πλαισίων, που δίνουν έμφαση στην ανάλυση της αλλαγής στην κινητική μάθηση και την κινητική ανάπτυξη (Saltzman & Kelso, 1987). Το ένα είναι το αποτέλεσμα της εκτέλεσης της κίνησης, στο οποίο έχει δοθεί έμφαση ειδικότερα, μέσα από τις πρακτικές της ψυχολογίας και της θεωρίας της μάθησης (Newell &

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 Κατηγορίες της δυναμικής των δεξιοτήτων

<i>Η δυναμική των αλλαγών κατά την εκτέλεση της κίνησης</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Το αποτέλεσμα από την εκτέλεση της δεξιότητας (ψυχολογία) ▪ Οι βαθμοί ελευθερίας ενός ατόμου (εμβιομηχανική) ▪ Ο κινητικός συντονισμός των βαθμών ελευθερίας (η δυναμική του κινητικού συντονισμού)

Rosenbloom, 1981). Το άλλο είναι η κινηματική και η δυναμική ανάλυση των κινητικών τροχιών των βαθμών ελευθερίας των αρθρώσεων και των μελών του σώματος ενός ατόμου, στα οποία έχει δοθεί έμφαση από τις πρακτικές της εμβιομηχανικής της κίνησης (Winter, 2009). Τέλος, υπάρχουν τα πιο σύγχρονα διεπιστημονικά παραδείγματα της θεωρίας των δυναμικών συστημάτων για τον κινητικό συντονισμό και η οικολογική προσέγγιση της αντίληψης και της κίνησης, τα οποία τονίζουν τη σημασία της κινητικής μάθησης και της κινητικής ανάπτυξης στην αλλαγή των σχέσεων της κίνησης των μελών του σώματος μεταξύ τους και τη σχέση τους με το περιβάλλον (Jirsa & Kelso, 2004· Kelso, 1995· Turvey, 1990).

Η ενσωμάτωση των τριών αυτών κατηγοριών που δίνουν έμφαση στην κίνηση και στην εκτέλεσή της είναι πολύ σημαντική για την προηγμένη κατανόηση της κινητικής μάθησης και της κινητικής ανάπτυξης. Αυτή η ερμηνεία είναι σημαντική, επειδή δεν υπάρχει άμεση χαρτογράφηση ανάμεσα στους βαθμούς ελευθερίας στην κίνηση ενός ατόμου, στον κινητικό του συντονισμό και στο αποτέλεσμα από την εκτέλεση της κίνησης. Συνεπώς, υπάρχει πιθανότητα να παραχθεί μία ποικιλία κινήσεων για την ολοκλήρωση μιας δραστηριότητας και, κατά τον ίδιο τρόπο, μία ποικιλία κινήσεων μπορεί να ερμηνευτεί ως μια συγκεκριμένη δραστηριότητα (Mischel, 1969).

Ο Bernstein (1967) διατύπωσε πρώτη φορά το πρόβλημα ευθέως, με την αναφορά του στην απόκτηση των κινητικών δεξιοτήτων ως την επιδίωξη διαχείριση των εφεδρικών βαθμών ελευθερίας. Η εφεδρεία του κινητικού συστήματος κατά την εκτέλεση μιας κίνησης είναι ένα (για κάποιους, το) βασικό πρόβλημα στον κινητικό έλεγχο και ένας τρόπος κατανόησης γιατί συμβαίνουν αλλαγές στην κινητική μάθηση και την κινητική ανάπτυξη. Η έννοια των βαθμών ελευθερίας συνήθως ερμηνεύεται ως τα στοιχεία ενός συστήματος, τα οποία είναι ελεύθερα να διαφοροποιούνται. Είναι η εφεδρεία¹ του συστήματος, η οποία παρέχει την ευελιξία και την προσαρ-

1. Ο όρος εφεδρεία εδώ, στον κινητικό έλεγχο, γενικότερα χρησιμοποιείται με τον ίδιο τρόπο που οι Edelman και Gally (2001) και Mason (2010) αναφέρονται στον όρο εκφυλισμός. Στην δική τους ερμηνεία, εφεδρεία θεωρείται όταν μια υποδομή ΒΕ έχει ένα αντίγραφο, το οποίο επίσης μπορεί να εκτελέσει την ίδια λειτουργία, ενώ ο εκφυλισμός αναφέρεται σε διαφορετικές δομές, οι οποίες μπορούν να εκτελέσουν την ίδια λειτουργία. Ο εκφυλισμός επιτρέπει σε αυτές τις δομές να μπορούν να εκτελέσουν νέες λειτουργίες και είναι πιο ισχυρός σε μια κατάσταση πρόκλησης συνθηκών αστάθειας. Στα βιολογικά συστήματα, ο εκφυλισμός φαίνεται να είναι ο προτιμώμενος όρος, αλλά ο όρος εφεδρεία επικρατεί στις καθοδηγούμενες από τη μηχανική απόψεις, για τον κινητικό έλεγχο.

μοστικότητα της λειτουργικής ισοδυναμίας στην κίνηση και την εκτέλεσή της, διαχρονικά. Αυτό, με μια ευρύτερη έννοια, αντικατοπτρίζεται στην ικανότητα των ατόμων να υλοποιούν τον ίδιο στόχο κίνησης, χρησιμοποιώντας λύσεις με διαφορετικές ποιοτικές και/ή ποσοτικές ιδιότητες των κινητικών μοτίβων. Ο καθεαυτού μεγάλος αριθμός των βαθμών ελευθερίας των πολύπλοκων συστημάτων δεν είναι, ωστόσο, απαραίτητα το αρνητικό πρόβλημα, όπως έχει γενικότερα ερμηνευτεί στις μελέτες του Bernstein (1967, 1996) διότι συμβάλλει στην εφεδρεία του συστήματος και στην προσαρμοστικότητα και τη σταθερότητα των συνθηκών του περιβάλλοντος, κατά την εκτέλεση της κίνησης (Latash, 2012· Lipsitz & Goldberger, 1992· Mayer-Kress και συν., 2006).

Το πρόβλημα των βαθμών ελευθερίας (BE) του Bernstein (1967)

Οι φυσικοί BE στην κινητική μάθηση και στην κινητική ανάπτυξη

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, ο Bernstein (1967) θεώρησε την απόκτηση των κινητικών δεξιοτήτων ως την επιδέξια διαχείριση των εφεδρικών BE. Μολονότι οι BE μπορούν να αναφερθούν σε πολλά επίπεδα ανάλυσης του κινητικού συστήματος (αρθρώσεις, μύες, κινητικές μονάδες, νευρώνες και άλλα), ο Bernstein τόνισε την εμβιομηχανική ανάλυση των BE της κίνησης των αρθρώσεων, στη λειτουργία του κινητικού συντονισμού. Αυτός ο συμπεριφορικός χαρακτηρισμός συνάδει με τις πιο περιγραφικές πρώιμες αναφορές από τους ερευνητές του επιστημονικού πεδίου της ανάπτυξης για την εμφάνιση της αλληλουχίας στην κινητική ανάπτυξη.

Πρόσφατα, έχει δοθεί έμφαση στη χαρτογράφηση των πληροφοριών και της δυναμικής του αντιληπτικο-κινητικού τομέα (Shaw & Alley, 1985· Turvey, 1990) και των πιο θεωρητικών σκέψεων για τους λειτουργικούς, ή τους δυναμικούς BE (Haken, 1996· Mitra, Amazeen, & Turvey, 1998). Οι λειτουργικοί, ή οι δυναμικοί BE είναι ο αριθμός των ανεξάρτητων μεταβλητών που απαιτούνται για την περιγραφή της δυναμικής του κινητικού συστήματος. Αυτό το εννοιολογικό πλαίσιο αναφέρει ότι οι αρθρώσεις, οι μύες, κλπ. του κινητικού συστήματος περιορίζονται όταν εκτελούν μία κίνηση μαζί. Ο αριθμός των φυσικών BE, για παράδειγμα, που αναφέρεται στις αρθρώσεις είναι συνήθως μεγαλύτερος σε σχέση με τους δυναμικούς BE σύμφωνα με τον δυναμικό τους χαρακτηρισμό (Newell & Vaillancourt, 2001· Turvey, Fitch, & Tuller, 1982). Αναφερόμενοι στο παράδειγμα της ρίψης μια μπάλας πάνω από τον ώμο, όταν χαρακτηρίζουμε το μοτίβο αναφορικά με τις κινήσεις των αρθρώσεων, σχεδόν όλες οι κινήσεις των αρθρώσεων θα πρέπει να περιγραφούν (φυσικοί BE). Παρόλα αυτά, όταν παρατηρούμε την ταυτόχρονη διαφοροποίηση κατά τη διάρκεια της κίνησης των αρθρώσεων, παρατηρείται ότι απαιτούνται λιγότερες μεταβλητές για να περιγραφεί το κινητικό μοτίβο (δυναμικοί BE).

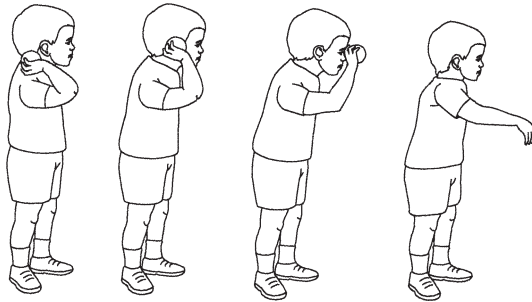
Ο Bernstein (1967) πρότεινε μια περιγραφή τριών σταδίων της κινητικής μάθησης και της αλλαγής στην οργάνωση των BE μέσω της εξάσκησης. Στο αρχικό στάδιο, ο αρχάριος παγώνει τους εμβιομηχανικούς BE (τα άκρα και τον κορμό) στην εκτέλεση της κίνησης – αυτό, ως αποτέλεσμα, μειώνει τον αριθμό των δυναμικών BE

στο ελάχιστο, ώστε να παρέχει μια εφικτή λύση ανάλογα με τις απαιτήσεις της δεξιότητας. Στη δεξιότητα της ρίψης, για παράδειγμα, ο αρχάριος συνήθως διακρίνεται από το ότι βασίζεται σε μεγάλο βαθμό μόνο στην κίνηση της άρθρωσης του αγκώνα του χεριού που εκτελεί τη ρίψη, με τις αρθρώσεις του κορμού και του ώμου να διατηρούν τον αρχικό τους σχηματισμό – να λειτουργούν σε μια βάση του ενός βαθμού ελευθερίας (βλ. σχ. 3.1 – μοτίβο ενός αρχαρίου). Στο δεύτερο στάδιο, αυτός που βρίσκεται στη διαδικασία μάθησης επιτρέπει την απελευθέρωση των βαθμών ελευθερίας, ώστε να ενσωματώσει τελικά όλους τους ΒΕ στη λειτουργία του κινητικού συστημάτος. Στην δεξιότητα της ρίψης, αυτό συμβαίνει όταν το άτομο αρχίζει να εκτελεί τη δεξιότητα με επιπλέον κίνηση στις αρθρώσεις των ώμων και του κορμού σταδιακά, έχοντας την ικανότητα να αυξήσει την ταχύτητα της απελευθέρωσης, και τελικά προσθέτοντας τη συμμετοχή των ποδιών (σχ. 3.1 – βασικό/θεμελιώδες μοτίβο). Στο στάδιο 3, αυτός που βρίσκεται στη διαδικασία μάθησης χρησιμοποιεί τα φαινόμενα αντίδρασης (δυνάμεις), τα οποία προκύπτουν από την απελευθέρωση των ΒΕ. Αυτό το προχωρημένο στάδιο της χρήσης και της εκμετάλλευσης των φαινομένων αντίδρασης είναι απαραίτητο για την αποδοτική και την αποτελεσματική (επιδέξια) παραγωγή της κίνησης. Ακολουθώντας το παράδειγμά μας, το επιδέξιο άτομο, που έχει κατακτήσει την δεξιότητα της ρίψης, μπορεί να αυξήσει την ταχύτητα κατά την απελευθέρωση της μπάλας, εκτελώντας την κίνηση με μία επιβράδυνση των αρθρώσεων που είναι μακριά από το κέντρο του σώματος, σε σχέση με αυτές που είναι κοντά στο κέντρο του σώματος (πρβ. Robertson & Halverson, 1984). Το επιδέξιο άτομο που έχει κατακτήσει τη δεξιότητα της ρίψης εκμεταλλεύεται τις ροπές αλληλεπίδρασης μεταξύ των αρθρώσεων (Putnam, 1993) και την αρχή της άθροισης, ώστε να έχει μια πιο γρήγορη ταχύτητα απελευθέρωσης στον καρπό (σχ. 3.1 – ώριμο μοτίβο) – το άτομο που εκτελεί την κίνηση τότε, εκμεταλλεύεται τις μημιακές δυνάμεις και τα φαινόμενα αντίδρασης του περιβάλλοντος.

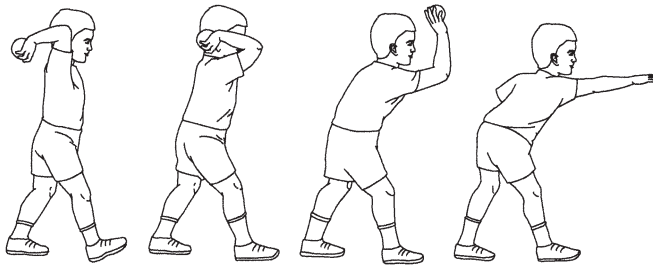
Έχουν υπάρξει πολλές παρουσιάσεις των ατομικών χαρακτηριστικών αυτών των σταδίων της απόκτησης των κινητικών δεξιοτήτων, τόσο στην απόκτηση των φυλογενετικών κινητικών μοτίβων των βρεφών, όσο και πολλών οντογενετικών κινητικών δεξιοτήτων (Newell & McDonald, 1994· Vereijken, Whiting, & Beek, 1992). Ωστόσο, αν δούμε συλλογικά τα ευρήματα των μελετών δείχνουν ότι, η γενίκευση των σταδίων της κινητικής μάθησης του Bernstein (1967) δεν ισχύει για όλες τις δεξιότητες και όλες τις αναπτυξιακές ηλικίες (Newell & Vaillancourt, 2001). Το πάγωμα των ΒΕ των αρθρώσεων εξαρτάται σημαντικά από την προηγούμενη εμπειρία του κάθε ατόμου που βρίσκεται στη διαδικασία μάθησης και τη σχέση της (εμπειρίας) με τους περιορισμούς που προέρχονται από τη δεξιότητα που πρόκειται να μάθει. Με τον ίδιο τρόπο, η προτεραιότητα και η σειρά στην απελευθέρωση των κινήσεων των αρθρώσεων ενός ατόμου σχετίζεται με τους περιορισμούς που προέρχονται από τη δεξιότητα. Με λίγα λόγια, η συμβολή των περιορισμών στην εκτέλεση της κίνησης (περιβάλλον, άτομο και δεξιότητα – Newell, 1986) παίζει σημαντικό ρόλο στην οργάνωση του κινητικού συστήματος με έναν τρόπο, ο οποίος ακόμη δεν είναι κατανοητός.

Η εμφάνιση των εμβρυικών (Prechtel, 1986) και των βρεφικών (Gesell, 1928,

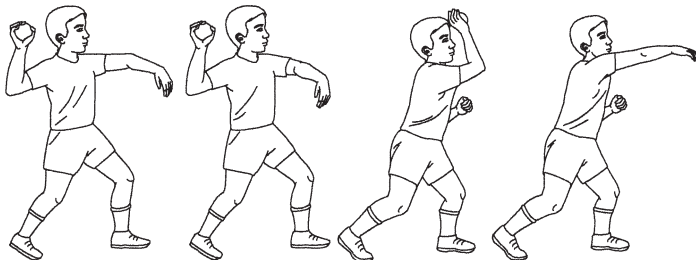
ΣΤΑΔΙΟ ΑΡΧΑΡΙΩΝ



ΒΑΣΙΚΟ/ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΣ ΣΤΑΔΙΟ



ΩΡΙΜΟ ΣΤΑΔΙΟ



Σχήμα 3.1 Τα τρία στάδια των μοτίβων της ρίψης ενός αντικειμένου πάνω από τον ώμο.

Πηγή: Ανατύπωση με την άδεια των Gallahue & Ozmun, 2006.

1946) κινητικών μοτίβων δείχνει μια κατευθυντήρια τάση στη σταδιακή απελευθέρωση των ΒΕ. Ο Gesell παρατήρησε ότι, τα βρέφη είχαν την τάση να αλλάζουν την οργάνωση των κινητικών μοτίβων των θεμελιωδών κινητικών δεξιοτήτων σε κεφαλο-ουραίες, κοντινές-μακρινές, και ωλένιες-κερκιδικές κατευθύνσεις. Επίσης, κάποια υποσύνολα κατευθυντήριων τάσεων έχουν παρατηρηθεί και σε ενήλικες που μαθαίνουν νέα κινητικά μοτίβα (Newell & McDonald, 1994).

Η υπόθεση της κατεύθυνσης με βάση την ανατομία του Gesell (1929) για την εμφάνιση της απελευθέρωσης των ΒΕ ήταν μια από τις βασικές αναπτυξιακές αρχές του. Ο Gesell έκανε μια ανατομική βιολογική περιγραφή της αναπτυξιακής επίδρασης

της κατεύθυνσης στα κινητικά μοτίβα, η οποία ερμηνεύτηκε στα πλαίσια του πιο αργού ρυθμού της ανάπτυξης της δυναμικής των νεύρων στους πιο απομακρυσμένους από το κέντρο του σώματος μύες. Ωστόσο, εμπειρικές μελέτες αυτής της βιολογικής υπόθεσης της αλλαγής της κατεύθυνσης στα κινητικά μοτίβα, δεν είναι ακόμη διαθέσιμες.

Η εναλλακτική σημαντική υπόθεση οφείλεται στον Bernstein (1967) – μια μηχανική αιτιολόγηση των μοτίβων της κατεύθυνσης στην εμφάνιση των κινητικών μοτίβων, τόσο στην βρεφική, όσο και στην παιδική ηλικία. Το σύνολο των μελών του σώματος, που ρυθμίζονται από τους μύες που είναι πιο κοντά στο κέντρο του σώματος είναι μεγαλύτερο από το σύνολο των μελών που ρυθμίζονται από τους μύες που είναι πιο μακριά από το κέντρο του σώματος. Το αποτέλεσμα είναι ότι, οι κοντινοί μύες μπορούν πιο εύκολα να ξεπεράσουν τη γενικότερη αντίσταση του μέλους και, επίσης, παρέχουν μεγαλύτερο εύρος κινήσεων. Υπάρχει μια σταδιακή αύξηση της ορμής στα άκρα μέλη του σώματος και οι σχετικές ταχύτητες κατά κανόνα είναι υψηλότερες για τα μέλη που είναι πιο μακριά από το κέντρο του σώματος, σε αντίθεση με τα πιο κοντινά. Ο Bernstein δεν απέρριψε την πιθανή επίδραση της μετάδοσης πληροφοριών της δυναμικής των νεύρων, στην κεφαλο-ουραία και στην κοντινή-μακρινή κατεύθυνση, αλλά κράτησε τη σημασία των μηχανικών ΒΕ.

Οι ανατομικές-φυσιολογικές και μηχανικές υποθέσεις αντικατοπτρίζουν λειτουργικούς και δομικούς περιορισμούς στην εκτέλεση της κίνησης, οι οποίοι εξελίσσονται σε όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης και της μάθησης. Θα λέγαμε ότι αυτές δεν είναι αλληλοαναιρούμενες υποθέσεις, δεδομένου ότι και οι δυο συνεισφέρουν στην σταθεροποίηση και την αλλαγή της εκτέλεσης της κίνησης. Ένα αποτέλεσμα της προσέγγισης του Bernstein (1967) στα εννοιολογικά πλαίσια των δυναμικών συστημάτων είναι η μελέτη των πιο αφηρημένων δυναμικών ΒΕ στον αντιληπτικο-κινητικό τομέα (Mira και συν., 1998· Newell & Vaillancourt, 2011· Shaw & Alley, 1985).

Οι δυναμικοί ΒΕ στην κινητική μάθηση και την κινητική ανάπτυξη

Η δομή του κινητικού συντονισμού (Turvey, 1990) απαιτεί ρητά ότι, οι σχέσεις ανάμεσα στους ΒΕ ενός ατόμου, είναι προκαθορισμένες να παρέχουν έναν δείκτη σύζευξης ή κινητικού συντονισμού. Στην οικολογική περιγραφή της αντίληψης και της κίνησης (Kugler & Turvey, 1987· Shaw & Alley, 1985), οι λειτουργίες του κινητικού συντονισμού είναι οι ιδιότητες των περιορισμών που εμφανίζονται κατά την κίνηση και είναι αποτέλεσμα της χαρτογράφησης της αντίληψης και της κίνησης. Οι λειτουργίες του συντονισμού, τότε, υποστηρίζονται από δυναμικές καταστάσεις οι οποίες έλκουν το σύστημα, το οποίο βρίσκεται σε κίνηση γύρω από αυτές. Αυτή η άποψη αναφέρει ότι, η λειτουργία ορίζεται τόσο από το σύστημα πληροφοριών που προκύπτει από την αντίληψη, όσο και από το κινητικό σύστημα, το οποίο προκύπτει από την κίνηση (δηλ., ο αντιληπτικο-κινητικός τομέας). Η μάθηση αντικατοπτρίζεται στον αυξημένο κινητικό συντονισμό της χαρτογράφησης των πεδίων της αντίληψης και της κίνησης (Shaw & Alley, 1985).