

# Πλευρίωση και Βάδιση

Μυλωνάς Σπύρος, Φυσικοθεραπευτής Π.Α.Ε. ΗΡΑΚΛΗ Θεσσαλονίκης

*Η ανθρώπινη βάδιση αποτελείται από σειρά τμηματικών κινήσεων των άκρων που προκαλούν συνεχή προώθηση με σταθερή ταχύτητα και μικρή απώλεια ενέργειας. Πρόκειται για μεταφορά του κέντρου βάρους του ανθρώπινου σώματος δια μέσου του χώρου με ελάχιστη δαπάνη ενέργειας.*

*Η βάδιση είναι εξαιρετικά πολύπλοκη διεργασία για την εκτέλεση της οποίας επιστρατεύονται εξειδικευμένοι νευρομυϊκοί μηχανισμοί και συνεργικές κινήσεις πολλών συγχρόνως αρθρώσεων.*

*Παρόλο που πολλοί ερευνητές θεωρούν δεδομένη τη συμμετρία στην βάδιση, υπάρχουν έρευνες που αποκαλύπτουν την ύπαρξη λειτουργικών διαφορών στα κάτω άκρα κατά την εκτέλεσή της (Sadeghi H. et al. 2000). Το ερώτημα που προκύπτει είναι αν η βάδιση είναι απόλυτα αρμονική ή επηρεάζεται από την πλευρική επικράτηση των κάτω άκρων.*

**Λέξεις-κλειδιά:** Πλευρίωση, Βάδιση, Πλευρίωση κάτω άκρων, Επικρατές άκρο, Εγκεφαλική επικράτηση.  
**Key words:** Laterality, Gait, Footedness, Dominant limb, Cerebral dominance, Muscle strength.

## 1. ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Η κατανόηση της φύσης και της γένεσης της εγκεφαλικής πλευρίωσης και των λειτουργικών ασυμμετριών (π.χ. ομιλία, έλεγχος μέλους), αποτελεί έναν από τους διηνεκείς στόχους της εξελικτικής ψυχολογίας. Παρά το πολυπληθές των εργασιών που χρονολογούνται περισσότερο από έναν αιώνα (όπως Broca 1865, Jackson 1915), δεν έχει γίνει μέχρι και σήμερα ευρέως αποδεκτή καμία θεωρία, που να εξηγεί την φύση και τα εξελικτικά χαρακτηριστικά αυτού του φαινομένου. Πάντως, δύο από τις θεωρίες έχουν προκαλέσει έντονη συζήτηση στην επιστημονική κοινότητα (Hahn 1987).

Η πρώτη θεωρία, αναφέρεται ως «ισοδυναμική υπόθεση» (Lenneberg 1967) και επικεντρώνεται στις διαδικασίες ωρίμανσης μεταξύ βρεφικής ηλικίας και ενηλικίωσης. Κατ' αυτήν τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου δεν είναι «εξειδικευμένα» με τη γέννηση του ανθρώπου, αλλά η εξειδίκευση αυτή αναπτύσσεται με το πέρασμα του χρόνου.

Η δεύτερη θεωρία γωστική και ως «μοντέλο του αμετάβλητου» (Kinsbourne, 1975), υποστηρίζει ότι οι λειτουργικές ασυμμετρίες του εγκεφάλου έχουν καθοριστεί και προσδιορισθεί κατά την γέννηση και παραμένουν σταθερές σε όλη την διάρκεια της ζωής. Ουσιαστικά, η βασική διαφορά ανάμεσα στις δύο αυτές θέσεις βρίσκεται στο αν οι λειτουργικές ασυμμετρίες αναπτύσσονται ή μένουν σταθερές (αμετάβλητες) με το πέρασμα του χρόνου (Gabbard C. & Gentry V. 1995).

Αν και σχετικά με τη πλευρίωση των άνω άκρων υπάρχει μεγάλος αριθμός εργασιών από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα, ανάλογο επιστημονικό ενδιαφέρον για τα κάτω άκρα έχει εκδηλωθεί μόλις τις τελευταίες δύο δεκαετίες (Gabbard 1993, Gabbard, Dean & Haensly 1991, MacNeillage 1991, Peters 1988, 1990, Previc 1991).

Όσοι ερευνητές ασχολούνται ιδιαίτερα με τη πλευρίωση στα κάτω άκρα, συμπεραίνουν ότι αυτή σχετίζεται λιγότερο με τις «δεξιές κοινωνικές πιέσεις» από την αντίστοιχη στα άνω άκρα και για το λόγο αυτό η πλευρίωση στα κάτω άκρα αποτελεί καλύτερο δείκτη της εγκεφαλικής «εξειδίκευσης» (Peters 1988).

Επιπλέον, ο Peters (1988, 1990) ισχυρίστηκε ότι η πλευρίωση στα κάτω άκρα θα πρέπει να θεωρείται μέρος της νευροψυχολογικής εκτίμησης, διότι τα κάτω άκρα, μέσω της λειτουργικότητάς τους και των κινητικών προτύπων, έχουν την ιδιότητα να «οριοθετούν» τα διάφορα στάδια ωρίμανσης του κινητικού συστήματος.

Παρόλο που υπάρχει μεγάλο μυστήριο σχετικά με τους μηχανισμούς του λειτουργικού ελέγχου των άνω και κάτω άκρων, υπάρχει γενική συμφωνία, ότι ο πρωτογενής κινητικός φλοιός του εγκεφάλου κάθε ημισφαιρίου, ελέγχει τις περισσότερες εκούσιες κινήσεις. Αυτό συμβαίνει πρωταρχικά, στο αντίθετο ημιμόριο του σώματος (Hellige 1993). Απόψεις που αφορούν το φαινόμενο, σχετίζονται με τον λειτουργικό «προγραμματισμό» των άκρων, και δυστυχώς, παραμένουν διχασμένες. Παρόλο που ένα άτομο μπορεί να χρησιμοποιήσει και τις δύο πλευρές το ίδιο καλά, το ένα εγκεφαλικό ημισφαίριο, γενικά, υπερκαλύπτει το άλλο, με κανόνα την προτίμηση χρήσης και ικανοτήτων. Για την μεγάλη πλειοψηφία των ανθρώπων, αυτή η προτίμηση αντανakλάται με τον έλεγχο από το αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο, που προωθεί την επικρατούσα χρήση του δεξιού άκρου, για τις περισσότερες δραστηριότητες. Αυτή η παρατήρηση αναφέρθηκε τόσο για το άνω (Hugdahl, Satz, Mitrushina & Miller 1993) όσο και για το κάτω άκρο (Gabbard & Iteya, 1996).

Οι θεωρητικές εξηγήσεις του φαινομένου της προτίμησης του άνω άκρου είναι πολλές και σχετίζονται με βιολογικούς και

περιβαλλοντικούς παράγοντες (Annett M. 1985, Laland, Kumm, Van Horn & Feldman 1995, McManus 1985).

Παρόλο που έχουν γίνει ορισμένες προσπάθειες, να χρησιμοποιηθούν τα μοντέλα αυτά για να εξηγήσουν την πλευρίωση στα κάτω άκρα (όπως η θεωρία της «δεξιός ώθησης» της Annett M. 1985), αυτή η μορφή λειτουργικής ασυμμετρίας δεν έχει μελετηθεί επαρκώς (Gabbard, Carl, Hart & Susan, 1996).

Πάντως, στην αναζήτηση της κατανόησης των μοναδικών διαδικασιών και των χαρακτηριστικών που σχετίζονται με την πλευρίωση στα κάτω άκρα, ενδεχομένως να απαιτείται διαφορετική προσέγγιση, ειδικότερα σε σχέση με τη διευκρίνιση των ανατομικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων συμπεριφοράς, τα οποία είναι σχετικά μοναδικά για αυτήν την μορφή λειτουργικής ασυμμετρίας. Εξετάζοντας την πλευρίωση των κάτω άκρων σε αμφίπλευρο πλαίσιο αναφοράς, είναι ίσως ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να κατανοήσουμε αυτό το φαινόμενο, αφού οι περισσότερες δραστηριότητες των κάτω άκρων πραγματοποιούνται σε αμφίπλευρη βάση. Σε αυτό το κινηματικό πρίσμα, συνυπάρχει απαίτηση κινητοποίησης και σταθεροποίησης των μελών του σώματος (π.χ. το κλώτσημα μιας μπάλας, το ψάξιμο φακέλων που βρίσκονται στο πάτωμα από όρθια θέση). Παρόλο που υπάρχουν ενδείξεις ότι ο έλεγχος της στάσης είναι σημαντικός στην ικανότητα των χεριών (όπως η στάση κατά το γράψιμο), η προτίμηση καθορίζεται κυρίως από το φάσμα των ικανοτήτων του ενός χεριού. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι υπαρκτές θεωρητικές εξηγήσεις αναφέρουν λίγα σχετικά με τον έλεγχο της στάσης και την προέλευση της πλευρίωσης στα άνω άκρα.

Μέχρι σήμερα, μόνο λίγες συστηματικές προσπάθειες έχουν γίνει για να τεκμηριώσουν τις κατασκευαστικές (ανατομικές) και λειτουργικές διαφοροποιήσεις των άνω και κάτω άκρων από το πεδίο της εγκεφαλικής πλευρίωσης (Peters 1988, 1990, Previc 1991). Πιο πρόσφατο και πιθανόν πιο ενδιαφέρον είναι το συμπέρασμα των Day και McNeilage (1996) οι οποίοι σχετίζουν τη πλευρίωση στα κάτω άκρα με αυτή της ομιλίας. Πρόκειται για έναν από τους πιο κοινούς συσχετισμούς που αφορούν το συγκεκριμένο ζήτημα. Έτσι, σύμφωνα με τους Day και McNeilage (1996): «Αυτό που είναι σημαντικό, είναι ότι σε καμία περίπτωση, η ασυμμετρία των ικανοτήτων των χεριών δεν έχει δείξει να σχετίζεται ιδιαίτερα με την εγκεφαλική πλευρίωση που αφορά την ομιλία» (από ότι η πλευρίωση στα πόδια) (σελ. 94). Φυσικά, ένα τόσο σημαντικό συμπέρασμα καθιστά αναγκαία την επιπρόσθετη διερεύνηση. Πάντως, όπως προτείνεται από τους Gabbard, Carl, Hart & Susan (1996), φαίνεται λογικό ότι οποιαδήποτε περαιτέρω έρευνα που κινείται σε αυτά τα πλαίσια, θα είχε μεγαλύτερη βαρύτητα και σημασία αν η επικράτηση ποδιού ήταν καλύτερα κατανοητή.

Ίσως στην πιο σαφή ανασκόπηση της εμφάνισης της επικράτησης σε κινητικό επίπεδο, ο Peters (1988) διέτυψε έναν λειτουργικό ορισμό που περιγράφει την πλευρίωση στα κάτω άκρα, όπως χρησιμοποιείται σε πολλά ερωτηματολόγια προσδιορισμού (π.χ. Coren 1993). Συνήθως, η προτίμηση του ποδιού για μία συγκεκριμένη δραστηριότητα χαρακτηρίζεται από τις ιδιότητες σταθεροποίησης ή κινητοποίησης (ή χαρακτηριστικά επιδέξιου χειρισμού). Αυτό σημαίνει, ότι το ένα πόδι χρησιμοποιείται για να χειριστεί ένα αντικείμενο ή να οδηγήσει την κίνηση (όπως το κλώτσημα μιας μπάλας, το ανέβασμα σε καρέκλα, η αναζήτηση κάποιων γραμμάτων που είναι τοποθετημένα στο πάτωμα με τα πόδια, από όρθια θέση, η λήψη ενός βότσαλου από το έδαφος με το πόδι), ενώ ρόλος του άλλου ποδιού είναι να προσφέρει υποστήριξη της στάσης (σταθεροποίηση). Σε ένα τέτοιο αμφίπλευρο πρίσμα, που παρέχει ένα σχετικά καθαρό διαχωρισμό της λειτουργικότητας των άκρων, η γενική αποδοχή είναι ότι το μέλος κινητοποίησης είναι το πόδι που προτιμάται (επικρατούν), ενώ το πόδι που χρησιμοποιείται για να στηρίξει τις δραστηριότητες του επικρατούντος ορίζεται ως το μη επικρατούν. Σε αυτό το πλαίσιο, δραστηριότητες που είναι περισσότερο μονόπλευρες, όπως η ισορροπία στο ένα πόδι και τα επαναλαμβανόμενα άλματα με το ένα πόδι, είναι αμφισβητήσιμες, γιατί δεν προσφέρουν ξεκάθαρη διαφοροποίηση στο αμφίπλευρο πεδίο (αμφίπλευρες δραστηριότητες όπως βόδιση).

## **2. ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΚΡΑΤΗΣΗ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ ΣΤΗΝ ΒΑΔΙΣΗ ΥΠΩΝ ΑΤΟΜΩΝ**

Καθώς η βόδιση αποτελεί μια από τις πιο κοινές δραστηριότητες του ανθρώπου, έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην πιο κοινή αλλά και πολύπλοκη δραστηριότητα των κάτω άκρων. Βέβαια υπάρχουν σημεία που πρέπει να αποσαφηνιστούν. Η συμμετρία ή η ασυμμετρία στις κινήσεις των κάτω άκρων και η πιθανή πλευρίωση στην βόδιση, είναι δύο κυρίαρχα και αμφιλεγόμενα θέματα.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση δείχνει ότι πολλοί ερευνητές έλαβαν ως δεδομένη την συμμετρία στην βόδιση προκειμένου να απλοποιήσουν την συλλογή και ανάλυση των δεδομένων. Αντιθέτως, η ασυμμετρία στην βόδιση, σε πολλές έρευνες εκφράστηκε με φυσιολογικές λειτουργικές διαφορές μεταξύ των κάτω άκρων. Αυτές οι λειτουργικές διαφορές πιθανότατα σχετίστηκαν με την συμμετοχή του κάθε ποδιού στην διεξαγωγή των δραστηριοτήτων «προώθησης» και «ελέγχου», κατά την διάρκεια της βόδισης από υγιή άτομα.

Σε πρόσφατες συζητήσεις για την συμμετρία της βάρδισης σε υγιή άτομα, η πλευρίωση παρατέθηκε ως μία εξήγηση για την ύπαρξη λειτουργικών διαφορών μεταξύ των κάτω άκρων, αν και αρκετές έρευνες δεν υποστηρίζουν την υπόθεση της σχέσης μεταξύ συμμετρίας και πλευρίωσης. Περαιτέρω έρευνα απαιτείται για να επιδείξει την λειτουργική ασυμμετρία στην βάρδιση και τη σχέση της με την πλευρίωση, λαμβάνοντας υπόψη την βιομηχανική θεώρηση της βάρδισης. (Sadeghi H. et al. 2000)

Η βάρδιση είναι βασικό στοιχείο των καθημερινών δραστηριοτήτων (Pratt D.J. 1994) και θεωρείται η πιο κοινή και πολύπλοκη ανθρώπινη δραστηριότητα. Είναι μία πολύπλοκη κινητική δεξιότητα που ελέγχεται από πολλές αλληλοσυνδεδεμένες νευρικές οδούς που εκτείνονται από τον εγκεφαλικό φλοιό μέχρι τους μύες (Joffeir J. 1992). Η σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα και τους πολυάριθμους μύες επιτρέπει στον άνθρωπο να κινείται φυσιολογικά και σταθερά, ενώ παράλληλα διατηρεί το σώμα σε όρθια θέση. Το ενδιαφέρον στην ασύμμετρη βάρδιση προκύπτει από τα ερωτήματα που αφορούν τον συγχρονισμό των κάτω άκρων ώστε να παραχθεί ομαλή ρυθμική κίνηση στα υγιή άτομα. Η ανάλυση της βάρδισης μπορεί να αλληλωθεί αν θεωρήσουμε συμμετρική την κίνηση των ποδιών αφού η ασυμμετρία θεωρείται συχνά παθολογική βάρδιση. Γι' αυτό, η αποδοχή της ασυμμετρίας στην βάρδιση σε υγιή πληθυσμό, είναι ένα σημαντικό θέμα για τους κλινικούς και μπορεί επίσης να είναι σημαντικός παράγοντας για τις φυσικές δραστηριότητες, την εκτίμηση της βάρδισης, την κλινική εκτίμηση των ασθενών που απαιτούν αποκατάσταση για το ένα ή και τα δύο πόδια, και για το σχεδιασμό προθέσεων σε ασθενείς με κολλοβώματα στα κάτω άκρα.

## 2.1. Συμμετρία και ασυμμετρία στην βάρδιση:

### 2.1.1. Ορισμός της συμμετρίας της βάρδισης:

Ως συμμετρία της βάρδισης ορίζεται η απόλυτη συμφωνία μεταξύ των κινήσεων των κάτω άκρων (Herzog W. et al. 1989). Οι Gundersen et al. (1989), Griffin et al. (1995) και Gabbard C. (1997) προτείνουν την χρήση του όρου αυτού όταν δεν υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές στις παραμέτρους που μετρώνται αμφίπλευρα. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης ανατομικά ή φυσιολογικά κριτήρια για να περιγραφεί συμμετρική ή ασύμμετρη συμπεριφορά στην βάρδιση υγιών ατόμων. Φαίνεται ότι η κοινή άποψη που ισχύει στους ποικίλους ορισμούς, είναι ότι ο όρος «συμμετρική βάρδιση» μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν τα δύο πόδια συμπεριφέρονται πανομοιότυπα.

### 2.1.2. Λειτουργική ασυμμετρία στην βάρδιση.

Ο σκοπός της κίνησης είναι να ωθήσει το σώμα ενώ παράλληλα αυτό υποστηρίζεται ενάντια στην βαρύτητα (Winter D.A. 1991). Η ασυμμετρία στην βάρδιση εξηγείται εν μέρει από τις λειτουργικές διαφορές (ανωμαλίες) στις διάφορες δραστηριότητες περιγράφοντας την σχετική συνεισφορά του ελέγχου και της προώθησης κατά την εκτέλεση της φυσιολογικής βάρδισης. Ο Hirasawa (1979) και ο Vanden-Abeele (1980) ήταν μεταξύ των πρώτων οι οποίοι ερμήνευσαν την ασυμμετρία στην βάρδιση σε άτομα ικανά για φυσιολογική βάρδιση βασισμένοι στην υποστήριξη και στην κινητικότητα που σχετίζεται με το κάθε πόδι. Ο Hirasawa (1981) επιβεβαίωσε τα προηγούμενα ευρήματά του (1980), επιβεβαιώνοντας ότι από τα δύο κάτω άκρα το ένα είναι υπεύθυνο κυρίως για την στήριξη και την μεταφορά του σωματικού βάρους κατά την βάρδιση ενώ το άλλο άκρο συνεισφέρει περισσότερο στην ώθηση. Υπολογίζοντας τα χαρακτηριστικά των δυνάμεων αντίδρασης από το έδαφος κατά την βάρδιση 28 υγιών ατόμων, ο Matsusaka et al. (1985) ανέφερε ότι η μεσοπλευρική ισορροπία ήταν κυρίως υπό τον έλεγχο του αριστερού κάτω άκρου. Για 53 άντρες και 39 γυναίκες που βάρδιζαν με τυχαία (ελεύθερα) αθλά μικρή ταχύτητα αντίστοιχα, ο Hirokawa (1989) συσχέτισε την προώθηση του σώματος με το δεξί πόδι ενώ διαπίστωσε ότι το αριστερό πόδι είναι υπεύθυνο για την στήριξη. Μερικά χρόνια πριν, ο Sadeghi et al. (1979) ανέφερε ότι η προώθηση του σώματος σχετίζεται με το πιο δυνατό εκ των δύο πόδι (μέγιστη παραγωγή μυϊκής δύναμης) (σύγκεντρη σύσπαση), ενώ οι δραστηριότητες στήριξης και ελέγχου του σώματος εκτελούνται από το άκρο που παράγει μεγαλύτερη δύναμη κατά την πρόσκρουσή του στο έδαφος από κάποιο ύψος (έκκεντρη σύσπαση). Αυτή η μελέτη πρότεινε ότι η ασυμμετρία στην βάρδιση σε άτομα ικανά για φυσιολογική βάρδιση, μπορεί να εξηγηθεί σε σχέση με τις δραστηριότητες των κάτω άκρων προκειμένου να προωθήσουν τα τμήματα του σώματος και να ελέγξουν την προς τα εμπρός ώθηση. Ο Sadeghi et al. (2001), επιπλέον, έλεγξε την αντίληψη ότι η δυναμική δραστηριότητα του ποδιού που οδηγεί την κίνηση (προώθηση) σχετίζεται με αυτήν του ποδιού που ακολουθεί (σταθεροποίηση). Επίσης ανέφερε ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ των μυϊκών δυνάμεων στην φυσιολογική βάρδιση μπορούσε να αντανakλά συγκεκριμένες στρατηγικές προώθησης και ελέγχου που σχετίζονται με το κάθε άκρο.

Σύμφωνα με τις παρούσες πληροφορίες, η φυσιολογική βάρδιση φαίνεται να είναι φυσιολογικά ασύμμετρη και αυτή η ασύμμετρη συμπεριφορά μπορεί να συσχετιστεί με τις διαφορετικές συνεισφορές των κάτω άκρων κατά την εκτέλεση της προώθησης και του ελέγχου του σώματος. Πάντως, οι κύριοι λόγοι της ασυμμετρίας στην φυσιολογική βάρδιση παραμένουν αβέβαιοι και πρέπει να διευκρινιστούν. Ίσως να περιλαμβάνουν την πλευρίωση (επικράτηση του ενός άκρου), την επίδραση του περιβάλλοντος, την ικανότητα ή κάποιον άλλο παράγοντα.

## 2.2. Επικράτηση μέλους και βάρδιση:

Αρκετή συζήτηση έχει γίνει μέχρι σήμερα σχετικά με την βάρδιση, αλλά ατυχώς, δεν έχει διεξαχθεί κάποια σημαντική έρευνα η

οποία να πραγματεύεται την επίδραση της πλευρίωσης στην συμμετρική ή ασύμμετρη συμπεριφορά των κάτω άκρων κατά την φυσιολογική βάρδιση. Η πλευρίωση εκτιμήθηκε κυρίως ως δευτερεύων στόχος μετά από την αξιολόγηση της υπόθεσης της συμμετρίας στην βάρδιση. Οι Hamill et al. (1984) εξέτασε την επίδραση της πλευρικής επικράτησης αφού ανέφερε την ύπαρξη συμμετρίας στην βάρδιση. Δεν βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του επικρατούντος και του μη επικρατούντος κάτω άκρου όταν συγκρίθηκαν οι παράμετροι των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους. Καμία σημαντική διαφορά δεν αναφέρθηκε επίσης, μεταξύ των τιμών μέγιστης ροπής του επικρατούντος και του μη επικρατούντος ποδιού σε 18 άνδρες προεφηβικής ηλικίας κατά τη διάρκεια 15 κάμψεων και εκτάσεων του γονάτου (Burnie J. & Brodie D.A. 1986). Σε μία άλλη εργασία, η σχέση ανάμεσα στη περίμετρο του ποδιού και της επικράτησης μέλους εξετάστηκε σε 996 άτομα και δεν αναφέρθηκαν σημαντικές διαφορές (Didia B.C. & Nyewe E.A. 1988). Οι Gundersen et al. (1989) ισχυρίστηκαν ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ της επικράτησης του ποδιού και της ασυμμετρίας στην βάρδιση και ότι ακόμα και όταν η επικράτηση ποδιού έχει αναγνωρισθεί, η ασυμμετρία στην βάρδιση δεν μπορούσε να προβλεφθεί από την πλευρική επικράτηση. Ο Baker και ο Hewison (1990) επίσης δεν βρήκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του επικρατούντος και μη επικρατούντος ποδιού χρησιμοποιώντας χρονικά και κινηματικά δεδομένα.

Σε αντίθεση, πολλές εργασίες πρότειναν ότι η ασύμμετρη συμπεριφορά των κάτω άκρων επηρεάστηκε από την πλευρίωση. Η ασυμμετρία στην θέση των δακτύλων και της πτέρνας σχετικά με την κατεύθυνση της βάρδισης (Chodera J.D. 1974) σχετίστηκαν με την ασυμμετρία στην λειτουργία του κινητικού ελέγχου και στην επίδραση της επικράτησης εγκεφαλικού ημισφαιρίου. Ο Kerstein et al. (1977) παρατήρησε ότι οι κολλοβωματίες των κάτω άκρων αποκαταστάθηκαν γρηγορότερα όταν το κολλόβωμα υπήρχε στο μη επικρατούν πόδι. Ο ερευνητής αυτός, επίσης, ισχυρίστηκε ότι το επικρατούν μέλος εμφανίζει υψηλότερα επίπεδα ιδιοδεκτικότητας και απτικής αίσθησης (αισθητικότητα). Ο Damholt και ο Termansen (1978) βρήκαν ότι το επικρατούν πόδι ήταν πιο δυνατό στην πελματιαία κάμψη, ενώ ο Hirasawa (1979) πρότεινε ότι το επικρατούν πόδι έπαιζε σταθεροποιητικό ρόλο. Στην ανάλυση των εγγύς και αξονικών νευροκινητικών μηχανισμών του ανθρώπινου σώματος, ο Vanden-Abeele (1980) ίσως να είναι από τους πρώτους που παρατήρησε σχέση ανάμεσα στη πλευρίωση και τη λειτουργική ασυμμετρία των κάτω άκρων στην βάρδιση. Οι Ounpuu et al. (1986) παρατήρησε μία σχέση μεταξύ πελματιαίας κάμψης, ηλεκτρομυογραφικών δυναμικών (δραστηριοτήτων) και επικράτησης μέλους. Οι Arsenault et al. (1986) υπέθεσαν ότι η διαφορετική λειτουργική συμπεριφορά των κάτω άκρων μπορεί να σχετίζεται με τα διαφορετικά προφίλ «στρατολόγησης» του επικρατούντος σε σχέση με το μη επικρατούν πόδι. Ο Gundersen et al. (1989) συμπέρανε ότι η ασυμμετρία δεν μπορεί να σχετιστεί με την πλευρική επικράτηση. Αντίθετα, ο Singh (1970) και ο Rosenrot (1980) παρατήρησαν ότι υπάρχει λειτουργική ασυμμετρία κατά την βάρδιση υγιών ατόμων, δηλαδή ότι το ένα από τα δύο πόδια δρα ως επικρατούν έναντι του άλλου. Βασισμένος στον ορισμό του επικρατούντος μέλους του Hirasawa (1979), ο Matsusaka (1985) ανέφερε ότι η μεσοπλευρική ισορροπία στην βάρδιση ελέγχεται από το αριστερό πόδι, το οποίο είναι το μη επικρατούν. Παρόλο που οι Gundersen et al. (1989) συμπέραναν ότι η ασυμμετρία δεν μπορούσε να προβλεφθεί από την πλευρική επικράτηση, ο Ounpuu και ο Winter (1989) βρήκαν μερικά στοιχεία που οδηγούν στην άποψη ότι η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα των πελματιαίων καμπτήρων σχετίζεται με την επικράτηση μέλους. Το 1991, ο Devita και οι συνεργάτες του, επίσης, επισήμαναν ότι το επικρατούν δεξί κάτω άκρο του υλικού της έρευνάς τους παρήγαγε το 56% έως και 61% του συνολικού θετικού έργου κατά την βάρδιση σε φυσιολογική ταχύτητα. Μία θεωρία που προτάθηκε από τον Previc (1991) επισήμανε ότι η ασυμμετρία στα κάτω άκρα θα σχετιζόταν θετικά με μέτρα που αντανakλούν στην ετερόπλευρη επικράτηση. Σύμφωνα με τον Wheelwright (1993), η ασυμμετρία στην βάρδιση μπορεί να σχετιστεί με την θέση του άκρου πόδα κατά την φάση αιώρησης, αντανakλώντας την πλευρίωση στα κάτω άκρα του ατόμου.

Η πλευρίωση επίσης θεωρήθηκε στην βιβλιογραφία ως μία άλλη εξήγηση για την λειτουργική συμπεριφορά των κάτω άκρων κατά την βάρδιση. Για παράδειγμα, ο Sadeghi (1997) δήλωσε ότι η λειτουργική ασυμμετρία στην βάρδιση ατόμων ικανών για φυσιολογική βάρδιση μπορεί να σχετιστεί με την επικράτηση του μέλους. Παρόλο που δεν εξέτασε απευθείας την υπόθεσή του, πέντε δραστηριότητες- κλιωσιά σε μπάλα, άλματα στο ένα πόδι, ρήψη μπάλας, γραφή και άνοιγμα ενός βάζου- χρησιμοποιήθηκαν για να προσδιορίσουν την προτίμηση του μέλους. Με 47 άτομα με δεξιά προτίμηση και 32 με αριστερή προτίμηση κάτω άκρων, ο Hart και ο Gabbard (1998) εξέτασαν τα κινηματικά στοιχεία της πλευρίωσης στα κάτω άκρα από μονόπλευρη και αμφίπλευρη οπτική γωνία. Από τους εθελοντές ζητήθηκε να εκτελέσουν δύο δραστηριότητες: να σχεδιάσουν τα αρχικά του ονόματός τους σε ένα κουτί με άμμο με το πόδι τους, και να κυλήσουν ένα μπαλάκι του γκολφ κυκλικά με ακρίβεια και όσο πιο γρήγορα μπορούν, καθώς ήταν τοποθετημένοι σε μία καρέκλα με δυνατότητα προσαρμογής, με γυμνά πόδια επίπεδα στα έδαφος και το γόνατο σε κάμψη 90ο περίπου. Ο Hart και ο Gabbard (1998) βρήκαν ότι το 98% με προτίμηση στο δεξί πόδι και το 84% με προτίμηση στο αριστερό χρησιμοποιούσαν το επικρατούν πόδι και συμπέραναν ότι υπάρχει ισχυρή σχέση μεταξύ της προτίμησης του κάτω άκρου και των κινητικών δραστηριοτήτων σε μονόπλευρο και αμφίπλευρο πλαίσιο.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Παρόλο που η πλευρίωση μπορεί να θεωρηθεί ως μία εξήγηση της ύπαρξης λειτουργικής ασυμμετρίας στην φυσιολογική βάρδιση, φαίνεται ότι η βασική απορία για την πλευρίωση δεν έχει ξεκαθαριστεί. Οι ερευνητές απέχουν πολύ ακόμα από το να αποδεχτούν αυτήν την εκτίμηση, όπως αποδεικνύεται, μέχρι η σχέση μεταξύ της πλευρίωσης και της ασύμμετρης βάρδισης να εξεταστεί αντικειμενικά. Περισσότερες πληροφορίες απαιτούνται για την συμπεριφορά των κάτω άκρων σε σχέση με την κίνηση,

την σταθεροποίηση και των συνδυασμό αυτών των δραστηριοτήτων. Ακόμα και τότε, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε αν ένας μεμονωμένος ορισμός θα ήταν κατάλληλος για την επικράτηση μέλους και την ασυμμετρία. Παρόλο που ο γενικότερος λειτουργικός ορισμός της επικράτησης μέλους φαίνεται λογικός για τις αμφίπλευρες δραστηριότητες - ειδικά όταν η κινητικότητα, παρά η σταθεροποίηση, είναι πρωτεύουσας σημασίας - δεν είναι αντιπροσωπευτικός των πολλαπλών λειτουργικών χαρακτηριστικών της επικράτησης του κάτω άκρου. Μέχρι να διεξαχθεί περαιτέρω έρευνα για την εξακρίβωση του επικρατούντος μέλους σε όλα τα επίπεδα λειτουργικότητας, φαίνεται λογικό ότι η επικράτηση μέλους θα έπρεπε να προσδιοριστεί λειτουργικά σε σχέση με το πλαίσιο συμπεριφοράς (σταθεροποίηση, κινητικότητα, αμφίπλευρες συνθήκες). Μπορεί επίσης να προσδιοριστεί σε σχέση με τις απαιτήσεις του επιπέδου πολυπλοκότητας των συγκεκριμένων δραστηριοτήτων που εκτελούνται.

## Βιβλιογραφία

1. Annett, M. (1985). *Left, right, hand and brain: The right shift theory*. London: Erlbaum Lawrence Erlbaum Associates.
2. Arsenault AB, Winter DA, Marteniuk RG. (1986) Is there a normal profile of EMG activity hi gait. *Med Biol Eng Comput* 24:337-43.
3. Arsenault AB, Winter DA, Marteniuk RG. (1986) Bilateralism of EMG profiles in human locomotion. *Am J Phys Med* 65(1):1-16.
4. Baker PA, Hewison SR. (1990) Gait recovery pattern of unilateral lower limb amputee during rehabilitation. *Prosthet Orthot Int* 14(2):80-4.
5. Broca, P. (1865). Sur la faculte du langage articule [On the mental faculties of articulated language]. *Bulletin of Social Anthropology*. 6, 493-494.
6. Burnie J, Brodie DA. (1986) Isokinetic measurement in preadolescent males. *Int J Sport Med* 7(4):205-9.
7. Chodera JD. (1974) Analysis of gait from footprints. *Physiotherapy* 60:179-81.
8. Coren, S. (1993). The lateral preference inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness, and eardness: Norms for young adults. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 31(1), 1-3.
9. Damholt V, Termansen NB. (1978) Asymmetry of planter flexion strength in the foot. *Acta Orthop Scand* 49:215-9.
10. Day, L. B., & MacNeilage, P. F. (1996). Postural asymmetries and language lateralization in humans (*Homo Sapiens*). *Journal of Comparative Psychology*, 110(1), 88-96.
11. Devita P, Hong D, Hamill J. (1991) Effects of asymmetric load carrying on the biomechanics of walking. *J Biotech* 24(12):119-29.
12. Dida D.C. Nyenwe E.A. (1988) Foot breadth in children – Its relationship to limb dominance and age. *Foot & Ankle*. 8(4):198-202.
13. Gabbard, C. (1993). Foot laterality during childhood: A review. *International Journal of Neuroscience*. 72, 175-182.
14. Gabbard C. (1997) Coming to terms with laterality. *J Psychol* 131(5):561-4. [9] Milner M, Basmajian JV, Quanbury
15. Gabbard, Carl, Hart & Susan. (1996) A question of footedness, *Journal of General Psychology*, Vol.123, Issue 4.
16. Gabbard C., Dean M. & Haensly P. (1991) Foot preference behavior during early childhood. *Journal of Applied Developmental Psychology*. 12, 131-137.
17. Gabbard C. & Gentry V. (1995) Foot-Preference Behaviour: A Developmental Perspective, *The Journal of General Psychology*, 122(1), 37-45,
18. Gabbard, C., & Iteya, M. (1996). Foot laterality in children, adolescents and adults. *Laterality*. Psychology Press. August, vol. 1, iss. 3, pp. 199-206(8)
19. Griffin MP, Olney SJ, McBride ID. (1995) Role of symmetry in gait performance of stroke subjects with hemiplegia. *Gait Posture* 3:132-42.
20. Gundersen LA, Valle DR, Barr AE, Danoff JV, Stanhope SJ, Snyder-Mackler L. (1989) Bilateral analysis of the knee and ankle during gait: an examination of the relationship between lateral dominance and symmetry. *Phys Ther* 69(8):640-50.
21. Hahn, W.K. (1987). Cerebral lateralization of function: From infancy through childhood. *Psychological Bulletin*, 101, 376-392.
22. Hamill J, Bates BT, Knutzen KM. (1984) Ground reaction forces symmetry during walking and running. *Res Q* 55:288-93.
23. Hart S, Gabbard C. (1998) Examining the mobilizing feature of footedness. *Percept Motor Skill* 86:1339-42.
24. Hellige, J. B. (1993). *Hemispheric asymmetry*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
25. Herzog W, Nigg BM, Read LJ, Olsson E. (1989) Asymmetries in ground reaction force patterns in normal human gait. *Med Sci Sports Exrc* 21(1):110-4.
26. Hirasawa Y. (1979) An observation on standing ability of Japanese males and females. *J Anthropol Soc Nippon* 87:81-92.
27. Hirasawa Y. (1981) Left leg supporting human straight (bipedal) standing. *Saiensu* 6:32-44.
28. Hirokawa S. (1989) Normal gait characteristics under temporal and distance constraints. *J Biomed Eng* 11 (6):449-56.
29. Hugdahl, K., Satz, P., Mitrushina, M., & Miller, E. N. (1993). Left-handedness and old age: Do left handers die earlier? *Neuropsychologia*, 31(4), 325-333.
30. Jackson, J.H. (1915). On the nature of the duality of the brain. *Brain* 38, 80-103. [Reprinted from *Medical Press and Circular*, 1874, 1, 19-25, 41-49, 63-70]
31. Joffe J. (1992) Gait disturbance. *Austr J Family Physicians* 21(10):1437-40
32. Kerstein MD, Zimmer H, Dugdate FE, Lerner E. (1977) Successful rehabilitation following amputation of dominant versus non-dominant extremities. *Am J Occup Ther* 31(5):313-5.
33. Kinsbourne, M. (1975). The ontogeny of cerebral dominance. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 263, 244-250.
34. Laland, K. N., Kumm, J., Van Horn, J. D., & Feldman, M. W. (1995). A gene-culture model of human handedness. *Behavior Genetics*, 25(5), 433-445.
35. Lenneberg, E. (1967). *Biological Foundations of language*. New York: Wiley.
- 36.
37. MacNeilage, P. R. (1991). The postural origins theory of primate neurobiological asymmetries. In N. Krasnegor, D. Rumbaugh, M. Studdert-Kennedy, & R. Schiefelbusch (Eds.). *The biological foundations of language development* (pp. 165-188). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
38. Matsusaka N, Fujitta M, Hamamina A, Norimatsu T, Suzuki R. (1985) Relationship between right and left leg in human gait from a viewpoint of balance control. In: Winter DA, Norman R, Wells R, Hayes K, Patla A, editors. *Biomechanics 1X-A*. Cham-paign: Human Kinetics Publishers, 427-30.

39. McManus, I. C. (1985). Handedness, language dominance and aphasia: A genetic model. *Psychological Medicine (Monograph suppl. 8)*.
40. Ounpuu S. (1986) Bilateral analysis of the lower limb during walking in normal individuals. Unpublished Master's Thesis. University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada.
41. Ounpuu S, Winter DA. (1989) Bilateral electromyographical analysis of the lower limbs during walking in normal adults. *Electroen-cephalogr Clin Neurophysiol* 72:429-38.
42. Peters, M. (1988). Footedness: Asymmetries in foot preference and skill and neuropsychological assessment of foot movement. *Psychological Bulletin*, 103, 179-192.
43. Peters M. (1988) Footedness: Asymmetries in foot preference and skill and neuropsychological assessment of foot movement. *Psychol. Bull.* 8:198-202
44. Peters, M. (1990). Neuropsychological identification of motor problems: Can we learn something from the feet and legs that hands and arms will not tell us? *Neuropsychology. Review.* 1, 165-183.
45. Pratt DJ. (1994) Some aspects of modern orthotics. *Physiol Meas* 15(1): 1-27.
46. Previc F.H. (1991) A general theory concerning the prenatal origins of cerebral lateralization in humans. *Psychological Review*, 98(3), 299-334.
47. Rosenrot P. (1980) Asymmetry of gait and the relationship to lower limb dominance. *Proceeding of the special Conference of the Canadian Society for Biomechanics*, 26-7.
48. Sadeghi H, Allard P, Duhaime M. (1997) Functional gait asymmetry in able-bodied subjects. *Hum Mov Sci* 16:243-58.
49. Sadeghi H, Allard P, Duhaime M. (2001) Lower limb muscle powers contributions in bilateral able-bodied gait, *Am J Phys Med Rehabil.* Nov;80(11):821-30.
50. Sadeghi H, Allard P, Prince F, Labelle H. (2000) Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: a review. *Gait Posture.* Sep;12(1):34-45. Review.
51. Tillman M.D., Criss R.M., Brunt D., Hass C.I. (2004) Landing constraints ground reaction forces and lower extremity E.M.G. in female volleyball players. *J. of Applied Biomechanics.* 20: 38-50.
52. Vanden-Abeelee J. (1980) Comments on the functional asymmetry of the lower extremities. *Cortex* 16(2):325-9.
53. Wheelwright EF, Minns RA, Law HT, Elton RA. (1993) Temporal and spatial parameters of gait in children, I: normal control data. *Dev Med Child Neurol* 35(2):102-13.
54. Winter DA. (1991) *Biomechanics and Motor Control of Human Gait: Normal, Elderly and Pathological*, 2nd ed. Waterloo, Ont., Canada: University of Waterloo Press.

## R